

Konzervatorsko-restauratorski radovi na pozlaćenim i posrebrnim baroknim svijećnjacima iz Muzeja za umjetnost i obrt u Zagrebu te uporaba fotogrametrijskog snimanja u svrhu dokumentacije i prezenta ...

Krekić, Karlo

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:215:304070>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-13**



Repository / Repozitorij:

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



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

KARLO KREKIĆ

**KONZERVATORSKO-RESTAURATORSKI RADOVI NA POZLAĆENIM I
POSREBRENIM BAROKNIM SVIJEĆNJACIMA IZ MUZEJA ZA UMJETNOST I
OBRT U ZAGREBU TE UPOTREBA FOTOGAMETRIJSKOG SNIMANJA U
SVRHU DOKUMENTACIJE I PREZENTACIJE KULTURNE BAŠTINE**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2024.

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

KARLO KREKIĆ

**KONZERVATORSKO-RESTAURATORSKI RADOVI NA POZLAĆENIM I
POSREBRENIM BAROKNIM SVIJEĆNJACIMA IZ MUZEJA ZA UMJETNOST I
OBRT U ZAGREBU TE UPOTREBA FOTOGRAMETRIJSKOG SNIMANJA U
SVRHU DOKUMENTACIJE I PREZENTACIJE KULTURNE BAŠTINE**

DIPLOMSKI RAD

Mentor: prof. mr. art. Andrej Aranicki

Komentor: prof. dr. sc. Denis Vokić

Zagreb, rujan 2024.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Smjer: kiparstvo

Područje: konzerviranje i restauriranje

Predmet / kolegij / polje: konzerviranje i restauriranje drvene polikromirane skulpture

Opis zahvata: konzervatorsko-restauratorski radovi na pozlaćenim i posrebrenim baroknim svijećnjacima iz Muzeja za umjetnost i obrt u Zagrebu

Title of thesis: Conservation and restoration work on gold and silver gilded baroque candlesticks from the Museum of Arts and Crafts in Zagreb and the use of photogrammetric recording for the purpose of documentation and presentation of cultural heritage

Student: Karlo Krekić

Matični broj kandidata: 3909 R/K

Broj indeksa: 006742

Mentor: prof. mr. art. Andrej Aranicki

Komentor: prof. dr. sc. Denis Vokić

Broj stranica: 112

Broj fotografija: 112

Broj tablica: 8

Broj grafičkih priloga: 8

Prilozi: 8

Popis literature: 16

Ključne riječi: skulptura, svijećnjak, barokni svijećnjaci, drveni pozlaćeni i posrebreni svijećnjaci, tokareni i rezbareni svijećnjaci, konzervatorsko-restauratorski radovi, fotogrametrija, fotogrametrijsko snimanje, polycam

Keywords: sculpture, candlestick, baroque candlesticks, wooden gilded and silvered candlesticks, turned and carved candlesticks, conservation and restoration works, photogrammetry, photogrammetric recording, polycam

Datum obrane: 18. rujan. 2024.

Povjerenstvo za diplomski ispit: prof. art. Alen Novoselec

izv. prof. dr. art. Ida Blažičko

prof. mr. art. Neva Pološki

prof. dr. sc. Vladan Desnica (zamjenski član)

Rad je pohranjen u arhivu Akademije likovnih umjetnosti Sveučilišta u Zagrebu, Ilica 85 te na Odsjeku za konzerviranje i restauriranje umjetnina, Zamenhofova 14, u Zagrebu.

SAŽETAK

U ovom diplomskom radu prikazani su konzervatorsko-restauratorski radovi na pozlaćenim i posrebnim baroknim svijećnjacima iz Muzeja za umjetnost i obrt u Zagrebu, te je razrađena tema upotreba fotogrametrijskog snimanja kao inovativne metode dokumentacije i prezentacije kulturne baštine.

Svijećnjaci su na Akademiju likovnih umjetnosti Sveučilišta u Zagrebu stigli u vrlo lošem stanju s velikim oštećenjima. Provedena su razna prirodo-znanstvena istraživanja kako bi se utvrdili točni kronološki slojevi i odabrali adekvatni materijali za konzervatorsko-restauratorske radove.

Odlučeno je da će se svijećnjaci konzervirati i restaurirati muzealnim, odnosno muzejskim pristupom, te je glavni cilj vratiti ih u izvorno stanje uz očuvanje patine i povijesti, to jest izvesti rekonstrukciju nedostajućih dijelova forme i svih izvornih stratigrafskih slojeva. Konzervatorsko-restauratorski radovi popraćeni su pisanom, grafičkom, fotografskom i fotogrametrijskom dokumentacijom svijećnjaka te rezultatima analiza koje su pratile faze rada.

Svijećnjaci su snimljeni pomoću fotogrametrije tijekom nekoliko konzervatorsko-restauratorskih radnih faza, te kroz peto poglavlje se prolazi kroz povijest i razvitak fotogrametrije, osnove fotogrametrije te primjena fotogrametrijskog snimanja na svijećnjacima.

SUMMARY

In this thesis, conservation and restoration works on gold and silver gilded baroque candlesticks from the Museum of Arts and Crafts in Zagreb are presented, and the topic of the use of photogrammetric recording as an innovative method of documentation and presentation of cultural heritage is elaborated.

The candlesticks arrived at the Academy of Fine Arts, University of Zagreb in very bad condition with extensive damage. Various natural and scientific researches were carried out in order to determine the exact chronological layers and to select adequate materials for conservation and restoration works.

It was decided that the candlesticks will be conserved and restored with a museum approach, and the main goal is to return them to their original state while preserving the patina and history, that is, to reconstruct the missing parts of the form and all the original stratigraphic layers. The conservation and restoration works are accompanied by written, graphic, photographic and photogrammetric documentation of the candlesticks, as well as the results of analyzes that followed the phases of the work.

The candlesticks were recorded using photogrammetry during several conservation and restoration work phases, and the fifth chapter goes through the history and development of photogrammetry, the basics of photogrammetry and the application of photogrammetric recording on candlesticks.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1. 1. Osnovni podaci o svijećnjacima	3
1. 2. Ikonografski opis svijećnjaka.....	5
1. 3. Povijesno-umjetnički osvrt	6
1. 4. Povijest objekta	8
2. IDENTIFIKACIJA MATERIJALA I ZATEČENO STANJE SVIJEĆNJAKA	14
2. 1. Izvorni materijali i tehnika izrade svijećnjaka.....	15
2. 1. 1. <i>Nosilac</i>	15
2. 1. 1. 1. <i>Lipovina</i>	17
2. 1. 2. <i>Osnova</i>	18
2. 1. 3. <i>Poliment</i>	18
2. 1. 4. <i>Metalni listići</i>	18
2. 1. 5. <i>Izvorna stratigrafija svijećnjaka</i>	18
2. 2. Opis zatečenog stanja i uzroci propadanja	19
2. 2. 1. <i>Nosilac</i>	20
2. 2. 2. <i>Osnova</i>	23
2. 2. 3. <i>Poliment i metalni listići</i>	24
2. 2. 4. <i>Stratigrafija svijećnjaka u zatečenom stanju</i>	26
3. KONZERVATORSKO-RESTAURATORSKA ISTRAŽIVANJA I PRIJEDLOG RADOVA.....	27
3. 1. Fotografiranje pod standardnom rasvjetom	28
3. 2. Fotografiranje pod ultraljubičastim svjetlom (UVF)	29
3. 2. 1. <i>Rezultati</i>	30
3. 3. Rendgenska fluorescentna analiza (XRF)	32
3. 3. 1. <i>Instrumentalni parametri mjerenja</i>	32
3. 3. 2. <i>Rezultati mjerenja</i>	33
3. 4. Fourierova transformacija infracrvene spektroskopije (FT-IR)	35
3. 4. 1. <i>Instrumentalni parametri mjerenja</i>	35
3. 4. 2. <i>Rezultati mjerenja</i>	36
3. 5. Analiza drva	40
3. 6. Prijedlog radova	42
4. KONZERVATORSKO-RESTAURATORSKI RADOVI	43

4. 1. Podljepljivanje nestabilnih i odignutih slojeva.....	44
4. 2. Konsolidacija drvenog nosioca.....	45
4. 3. Uklanjanje ostatka preslika.....	46
4. 4. Nadoknada u sloju drvenog nosioca	47
4. 4. 1. <i>Izrada nedostajućeg dijela drvenog nosioca.....</i>	48
4. 5. Nadoknada u sloju osnove	50
4. 6. Izrada probi i nanošenje polimenta	52
4. 6. 1. <i>Izrada proba polimenta</i>	52
4. 6. 2. <i>Izrada i nanošenje polimenta</i>	55
4. 7. Izrada probi i nanošenje srebrnih i zlatnih listića.....	56
4. 8. Retuš i patiniranje	57
4. 8. 1. <i>Patiniranje i postarivanje srebrnih listića</i>	58
4. 8. 2. <i>Patiniranje srebrnih i zlatnih listića.....</i>	61
4. 8. 3. <i>Retuš drvenog nosioca</i>	62
5. UPOTREBA FOTOGRAMETRIJSKOG SNIMANJA NA SVIJEĆNJACIMA	63
5. 1. Povijest i razvitak fotogrametrije	64
5. 2. Osnove fotogrametrije	66
5. 2. 1. <i>Oprema za snimanje.....</i>	66
5. 2. 2. <i>Postavke opreme za snimanje.....</i>	67
5. 2. 3. <i>Idealne površine za fotogrametriju</i>	67
5. 2. 4. <i>Priprema za fotogrametriju.....</i>	68
5. 2. 5. <i>Utjecaj vremenskih uvjeta na fotogrametriju</i>	69
5. 2. 6. <i>Proces snimanja</i>	69
5. 3. Primjena fotogrametrije na objektu ovog diplomskog rada	70
5. 3. 1. <i>Parametri opreme za snimanje i uređenje studija.....</i>	70
5. 3. 2. <i>Način snimanja svijećnjaka.....</i>	71
5. 3. 3. <i>Problematika i rješenja tijekom snimanja.....</i>	72
5. 3. 4. <i>Obrada i prezentacija 3D modela</i>	74
6. REZULTATI KONZERVATORSKO-RESTAURATORSKIH RADOVA I FOTOGRAMETRIJSKIH SNIMANJA	77
7. ZAKLJUČAK.....	85
8. ŽIVOTOPIS.....	87
9. PRILOZI.....	89

10. POPIS SLIKA.....	98
11. POPIS TABLICA	104
12. POPIS LITERATURE	106
12. ZAHVALA	109
13. IZJAVA O AUTORSTVU	111

1. UVOD

Kulturna baština predstavlja neizostavni dio identiteta svakog društva, a njezina zaštita i očuvanje postaju sve važniji zadatak u suvremenom svijetu. U tom kontekstu, konzervatorsko-restauratorski radovi i dokumentacija igraju ključnu ulogu u očuvanju povijesnih objekta, omogućujući nam da sačuvamo njihovu autentičnost i povijesni značaj. Tema ovog diplomskog rada usmjerena je na konzervatorsko-restauratorske radove na pozlaćenim i posrebnim baroknim svijećnjacima iz Muzeja za umjetnost i obrt u Zagrebu, te upotrebu fotogrametrijskog snimanja kao inovativne metode dokumentacije i prezentacije kulturne baštine.

Svijećnjaci su datirani u drugu četvrtinu 18. stoljeća. Ne samo da su estetski vrijedni, već i predstavljaju značajne kulturne i povijesne aspekte hrvatske baštine koje je potrebno sačuvati. Kroz konzervatorsko-restauratorske radove, cilj je bio ne samo očuvati njihovo fizičko stanje, već istražiti i dokumentirati njihove kronološke slojeve i promjene tijekom vremena.

Svijećnjaci su na Akademiju likovnih umjetnosti stigli u vrlo lošem stanju s velikim oštećenjima. Dotična oštećenja su bila stabilna, što sugerira da su već prošli kroz neki oblik konzervacije. Provedena su razna prirodo-znanstvena istraživanja kako bi se utvrdili točni kronološki slojevi i odabrali adekvatni materijali za konzervatorsko-restauratorske radove.

U dogovoru sa muzejskom savjetnicom i voditeljicom zbirke skulpture i zbirke bjelokosti Muzeja za umjetnost i obrt Jasminom Fučkan te konzervatoricom-restauratoricom savjetnicom slika na različitim nosiocima i polikromirane drvene skulpture Jasminkom Podgorski i prof. mr. art. Andrejem Aranicki, konzervatorom-restauratorom savjetnikom, odlučeno je da će se svijećnjaci konzervirati i restaurirati muzealnim pristupom. Glavni cilj je vratiti ih u izvorno stanje uz očuvanje patine i povijesti, to jest rekonstrukcija nedostajućih izvornih stratigrafskih slojeva u stanje kao što su očuvani izvorni stratigrafski slojevi. Konzervatorsko-restauratorski radovi popraćeni su pisanom, grafičkom, fotodokumentacijom i fotogrametrijskom dokumentacijom svijećnjaka te rezultatima analiza koje su pratile faze rada.

1. 1. Osnovni podaci o svijećnjacima

IME / NAZIV UMJETNINE: Svijećnjak MUO 13876-1

Svijećnjak MUO 13876-2

AUTOR: nepoznati autor

DATACIJA: druga četvrtina 18. stoljeća

ZEMLJA PORIJEKLA: Hrvatska

DIMENZIJE: svijećnjak br. 1 – 71.5 cm visina, 22 cm širina, 22 cm dubina

svijećnjak br. 2 – 78.5 cm visina, 22 cm širina, 22 cm dubina

TEHNIKA: pozlačeno i posrebreno tokareno i rezbareno drvo

VLASNIK / SMJEŠTAJ: Muzej za umjetnost i obrt, u Zagrebu

INV. BROJ MUO: MUO 13876 – 1

MUO 13876 – 2

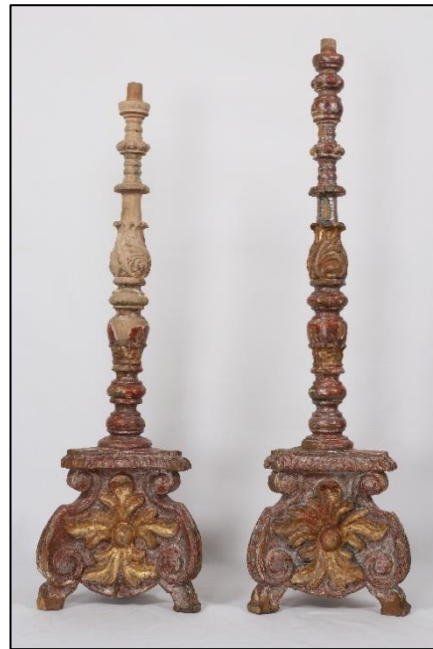
INV. BROJ OKIRU: 456

STUDENT: Karlo Krekić

DATUM UPISA U INV. KNJIGU: 15. rujan 2023.



Slika 1. Nepoznati autor, *Svijećnjaci* MUO-13876/1-2, druga četvrtina 18. st., pozlačeno i posrebreno tokareno i rezbareno drvo, 71.5cm i 78.5cm, inv. br. OKIRU 456, zatečeno stanje, cjelina, lijeva strana svijećnjaka



Slika 2. Nepoznati autor, *Svijećnjaci* MUO-13876/1-2, druga četvrtina 18. st., pozlačeno i posrebreno tokareno i rezbareno drvo, 71.5cm i 78.5cm, inv. br. OKIRU 456, zatečeno stanje, cjelina, desna strana svijećnjaka



Slika 3. Nepoznati autor, *Svijećnjaci* MUO-13876/1-2, druga četvrtina 18. st., pozlačeno i posrebreno tokareno i rezbareno drvo, 71.5cm i 78.5cm, inv. br. OKIRU 456, zatečeno stanje, cjelina, prednja strana svijećnjaka

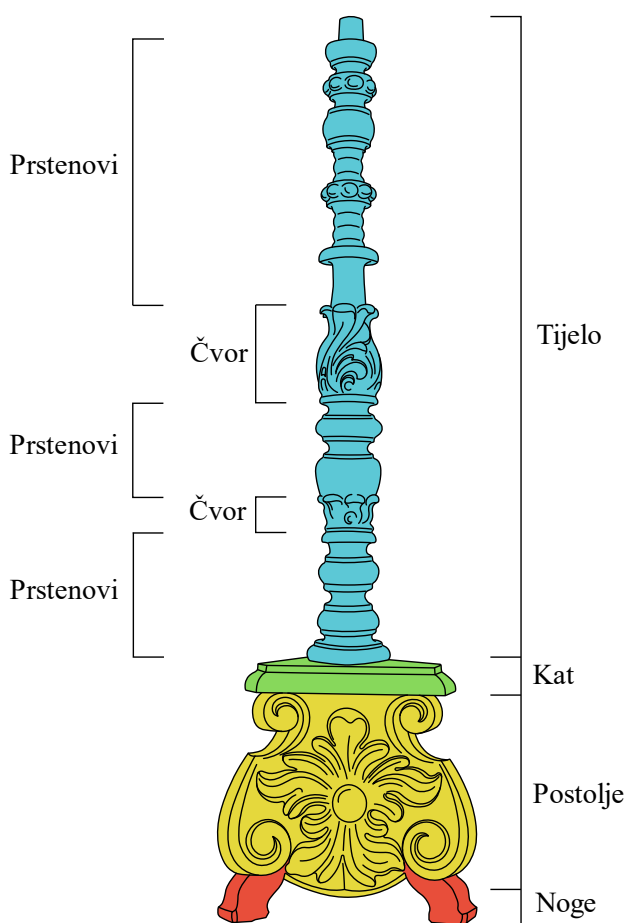


Slika 4. Nepoznati autor, *Svijećnjaci* MUO-13876/1-2, druga četvrtina 18. st., pozlačeno i posrebreno tokareno i rezbareno drvo, 71.5cm i 78.5cm, inv. br. OKIRU 456, zatečeno stanje, cjelina, stražnja strana svijećnjaka

1. 2. Ikonografski opis svijećnjaka

Svijećnjaci u literaturi imaju točno određene kolokvijalne izraze za dijelove svijećnjaka (Slika 5.). Oni glase sljedećim nazivima (od dole prema gore): noge, postolje, prstenovi, čvorovi (nodus), košarica, tanjurić i šiljak.¹

Par svijećnjaka s trostranim postoljem koji stoje na tri noge. Imaju uspravno, tokareno tijelo na kojem se nalaze tokareni, konkavno-konveksni, posrebrni prstenovi i florealno, rezbareni, pozlaćeni čvorovi. Na svijećnjacima nedostaju košarica, tanjurić i šiljak, te je vidljiv završni utor na kojem se inače nalaze. Bridovi postolja su svedeni i uvijeni kao posrebrene barokne volute, a između njih je pozlaćeni, oveći, stilizirani cvijet s pet latica i tučkom u sredini. Na malim, gornjim volutama se nalazi trostrani kat na koji se nastavlja tijelo svijećnjaka. Rezbarene su samo dvije strane postolja, dok su na stražnjoj izrezbarene samo volute bez cvijeta. Na poleđini nije nanesa osnova i posrebrjenje. Tijelo svijećnjaka se sastoji od deset prstenova i dva čvora. Kreću s tri prstena, zatim jedan manji čvor te dva prstena i veliki čvor. Dalje se nastavljaju pet prstenova, a na svijećnjaku br. 1 nedostaju zadnja dva i pol prstena



Slika 5. Grafički prikaz svijećnjaka br. 2 s imenima dijelova svijećnjaka

¹ BADURINA ANĐELKO, *Leksikon ikonografije, liturgike i simbolike zapadnog kršćanstva*, Sveučilišna naklada Liber Kršćanska sadašnjost Institut za povijest umjetnosti, Zagreb 1979., str. 556

1. 3. Povijesno-umjetnički osvrt

U liturgiji, od početka kršćanstva, svjetlo je ponajprije korišteno kako bi osvijetlilo prostor, no već sv. Jeronim zapisuje da se u crkvama pali svjetlo za vrijeme čitanja evanđelja, čak i tijekom dana. On ističe da se to radi ne zato da se osvijetli tamni prostor, već da se da izraza kršćanskoj radosti. Svjetlo u liturgiji ima simboličko značenje, jer bog je svjetlo, on stanuje u svjetlu, te on je izvor svake svjetlosti, odnosno bog je svjetlo svijeta. Simboličko značenje, osim svjetla, ima i svijeća iz koje potječe liturgijsko svjetlo.² Svijeće se u pravilu smiju dobivati samo od pčelinjeg voska i maslinovog ulja te trebaju biti bijele, iako su uz određena ograničenja dopuštene oslikane i pozlaćene svijeće.³ Pčelinji vosak simbol je Kristove čovječje naravi koja se žrtvuje i potječe od djevičanske majke, dok fitilj simbolizira dušu Kristovu, a plamen njegovo Božanstvo.⁴

Po crkvenim odredbama, kod svake tihe svete mise moraju gorjeti dvije svijeće. Samo kada biskup tijekom većih blagdana služi misu mogu gorjeti četiri svijeće. Nikako nije dozvoljeno vođenje mise s jednom svijećom, osim ako nikako nije moguće nabaviti još jednu svijeću. Ako se jedna svijeća ugasi, može se nastaviti sveta misa. Do 12. stoljeća svijeće su se nalazile okolo oltara, a danas se koriste za osvjetljavanje crkava. Nije dozvoljeno na mjestu jednog svijećnjaka postaviti svijećnjak s više krakova, odnosno više svijeća, već koliko je svijećnjaka na oltaru toliko je i svijeća, to jest po svijećnjaku jedna svijeća. Kod svečane mise moraju gorjeti šest svijeća, a kod pjevane crne mise, barem četiri. Kod svečane pontifikalne mise potrebno je dodati još jednu svijeću, tako da ih je sveukupno sedam. Običaj sa sedam svijeća proizlazi iz rimskog ceremonijala, gdje na papinoj misi sedam akolita⁵ nosi sedam svijeća koje predstavljaju sedam rimskih kotara.⁶ Korištenje šest velikih svijećnjaka na glavnom oltaru najvjerojatnije potječe od 16. stoljeća, a od 1600. godine su u upotrebi, što saznajemo u knjizi Pape Klementa VIII. „*Ceremoniale Episcoporum*“.⁷

U prvim stoljećima svijećnjaci su bili vrlo jednostavni, postojale s tri nožice u obliku životinjske šape. Budući da su ih akoliti nosili tijekom svečanosti, vrlo brzo se razvio na sredini svijećnjaka

² KNEWALD DRAGUTIN, *Liturgika*, Tipografija d. d., Zagreb, 1937., str. 115.

³ THURSTON, HERBERT, *Candles*, *The Catholic Encyclopedia*, vol. 3., New York, Robert Appleton Company, 1908. <http://www.newadvent.org/cathen/03246a.htm>, pristupljeno kolovoz 2023.

⁴ SCHULTE, AUGUSTIN JOSEPH, *Altar Candles*, *The Catholic Encyclopedia*, vol. 1., New York: Robert Appleton Company, 1907., <http://www.newadvent.org/cathen/01347a.htm>, pristupljeno kolovoz 2024.

⁵ Akolit je osoba koja je u pripremi postati svećenikom, pali i nosi svijeće u liturgijskom obredu te donosi vino i vodu na oltar.

⁶ KNEWALD DRAGUTIN, *Liturgika*, op. cit., str. 116.

⁷ THURSTON, HERBERT, *Candlesticks*, *The Catholic Encyclopedia*, Vol. 3., New York: Robert Appleton Company, 1908., <http://www.newadvent.org/cathen/03248a.htm>, pristupljeno kolovoz 2024.

čvor (nodus), na vrhu tanjurić u koji kaplje svijeća te šiljak na koji se svijeća nataknula. Visina je dosegala i do jedan metar. Od 9. do 12. stoljeća svijećnjaci su bili znatno niži i širi, te najčešće od bronce. Od 13. stoljeća, uz broncu, rađeni su od srebra i drveta te ponovno postaju viši i tanji, ali su znatno bogatije ukrašeni. Dobivaju brojne čvorove, figuralne i arhitektonske elemente. U doba renesanse gube ornamentiku, no ostaju brojni čvorovi i prstenovi trokutastih oblika. Dolaskom baroka ponovno se pojavljuje bogata ornamentika te svijećnjaci postaju znatno veći i raskošni. Na većim oltarima mogu doseći visinu od jedan i pol metara, a zbog velikog broja svijećnjaka vrlo često su rađeni od drveta te polikromirani, posrebreni i pozlaćeni.⁸

Svijećnjaci MUO 13876-1/2 su pandani te pripadaju tipu skromnijih, jednokrakih, vjerojatno oltarnih svijećnjaka, karakteristične tipologije za barokna stoljeća (17. i 18. stoljeće). Trostrano podnožje u morfologiji svijećnjaka može se pratiti od srednjeg vijeka, a niz tokarenih elemenata u ovim primjerima upućuje na baroknu tendenciju dinamičke artikulacije obrisne linije, kao i naglašene plastičnosti forme, što podržava i prisutnost središnjeg florealnog motiva. Pitanje stila u izradi svijećnjaka ponajviše proizlazi ili iz tehnologije izrade ili iz ponavljanja prihvaćenog likovnog obrasca, a dataciju je, bez dodatne dokumentacije o izvornom smještaju i arhivskih izvora, u pravilu vrlo teško precizirati. Crkveni svijećnjaci s trostranom bazom ovakvog tipa su se u južnoj Europi izrađivali od 16. do 19. stoljeća.⁹



Slika 6. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-2837*, 18. st., polikromirano, pozlaćeno i posrebreno tokareno i rezbareno drvo, (?)cm



Slika 7. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-4457*, prva polovica 18. st., kovani pozlaćeni lim sa staklenim draguljem, 87cm

⁸ BADURINA ANĐELKO, *Leksikon ikonografije, liturgike i simbolike zapadnog kršćanstva*, Sveučilišna naklada Liber Kršćanska sadašnjost Institut za povijest umjetnosti, Zagreb, 1979., str. 555. i 556.

⁹ Citiram muzejsku savjetnicu i voditeljicu zbirke skulpture i zbirke bjelokosti Muzeja za umjetnost i obrt Jasminu Fučkan

1. 4. Povijest objekta

Uz pomoć muzejske savjetnice i voditeljice zbirke skulpture i zbirke bjelokosti Muzeja za umjetnost i obrt Jasmine Fučkan te konzervatorice-restauratorice savjetnice slika na različitim nosiocima i polikromirane drvene skulpture Jasminke Podgorski, istražena je povijest svijećnjaka.

Prvi zapis o svijećnjacima dolazi iz rukopisno vođene inventarne knjige IK-10 iz arhiva Muzeja za umjetnosti i obrt. U tom zapisu svijećnjake je obradila najveća poznavateljica baroknog kiparstva kontinentalne Hrvatske dr. sc. Doris Baričević¹⁰ u prvoj polovini sedamdesetih godina. Opisala je svijećnjake, datirala ih u drugu četvrtinu 18. stoljeća te zapisala da je mjesto pronalaska svijećnjaka nepoznato. Baričević zapisuje da su svijećnjaci pozlačeni i polikromirani, no u ovom slučaju vidljivo je da polikromije nema.

Tablica 1. Prijepis iz rukopisno vođene inventarne knjige *IK-10*

Inventarni broj	13879/1,2
Zbirka	Kiparstvo i drvorezbarstvo
Opis predmeta	Svijećnjaci imaju trostrano podnožje koje stoji na tri niske noge. Bridovi stranica su svedeni i uvijeni u volute, a plohe ukrašene ovećim, stiliziranim cvijetom s pet latica. Iznad trostrane završne ploče diže se stup komponiran od brojnih tokarenih članova s konveksno-konkavnim ovojima s dva interpolirana međučlana u obliku čaške koja je obavijena listovima.
Vrijeme nastanka	druga četvrtina 18. stoljeća
Materijal/Tehnika	drvo, polikromirano i pozlačeno
Veličina/Težina	Svijećnjaci su pandani, samo je primjerak 2 viši za jedan član stupa Inv: Doris Baričević
Mjesto nalaza	Nepoznato

¹⁰ Hrvatska povjesničarka umjetnosti (Graz, 7. rujna. 1923. – Zagreb, 31. ožujka. 2016.). Istraživala je skulpturu i drvorezbarstvo 17. i 18. st. u sjevernoj Hrvatskoj u arhivima i na terenu, posebno je obrađivala tipološki razvoj propovjedaonica. Autorica je mnogobrojnih stručnih članaka, knjiga i predgovora katalogima važnih izložbi. Hrvatska enciklopedija, <https://www.enciklopedija.hr/clanak/baricevic-doris>, pristupljeno: kolovoz 2024.

Drugi zapis o svijećnjacima pronalazimo na digitalnom repozitoriju Muzeja za umjetnost i obrt. Dr. sc. Nela Tarbuk, koja od početka 1980-ih godina preuzima brigu o Zbirci kiparstva MUO, upisuje podatke o svijećnjacima u digitalni repozitorij (od 2013.), a prethodno u digitalni program muzejske dokumentacije PROMUS, kojim se MUO koristi od 1990-ih. Fotografije svijećnjaka trenutno dostupne u repozitoriju izradio je Srećko Budek, te jasno pokazuju da su svijećnjaci polikromirani i pozlaćeni (Slika 8. i 9.).



Slika 8. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, druga četvrtina 18. st., pozlaćeno i posrebreno tokareno i rezbareno drvo, 71.5cm, fotografija svijećnjaka br. 1. s repozitorija MUO, fotografirao Srećko Budek




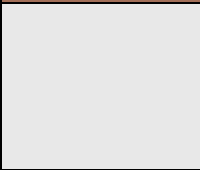

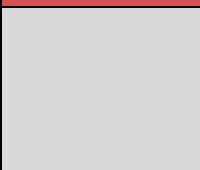

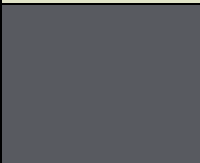
Slika 9. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, druga četvrtina 18. st., pozlaćeno i posrebreno tokareno i rezbareno drvo, 71.5cm, fotografija svijećnjaka br. 2. s repozitorija MUO, fotografirao Srećko Budek

Naknadno je pronađena dokumentacija konzervatorsko-restauratorskih radova iz 2001./2002. godine. Radove su, uz nadzor mentora, izvodili studenti Akademije likovnih umjetnosti u Zagrebu s Odsjeka za konzerviranje i restauriranje umjetnina. Za oba svijećnjaka mentor je bio doc. Dragan Dokić, a voditelj radova mr. art. Zvezdana Jembrih. Na svijećnjaku br. 1 radove su izvodile studentice 4. godine kiparskog smjera, Ivona Peranić i Ana Dumbović, a na svijećnjaku br. 2 radove su izvodili studenti 4. godine kiparskog smjera Ivan Molnar i Davor Vlahov. Sve odluke o konzervaciji i restauraciji svijećnjaka su donesene u dogovoru s dr. sc. Nelom Tarbuk.



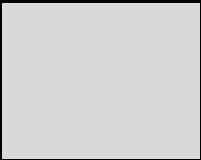

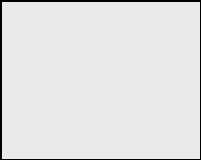

Na svijećnjacima je odrađena fotodokumentacija i opservacija zatečenog stanja. Primijećena su jedan ili dva različita kronološka preslika. Na srebrnim listićima vidljiv je bijelo-sivi podslik na koji je išao crni preslik. Dok je na drugom pozlaćenom čvoru svijećnjaka vidljiv bijeli podslik

na koji je nanesen brončani preslik te preko njega lazuran sloj crvenog preslika. Pretpostavlja se, prema čitanju napisane dokumentacije, da je riječ o tri kronološka sloja svijećnjaka. Svijećnjak br. 2 ima prvi kronološki sloj, što je izvorno posrebrenje i pozlata na crvenom bolusu. Zatim drugi kronološki sloj koji se nalazi isključivo preko posrebrenja. Netko preslikava svijećnjak sivo-zelenim slojem te na njega nanosi crni sloj. Na svijećnjaku br. 1 također vidimo preko posrebrenja drugi kronološki sloj, sivo-zeleni podslik, zatim crni preslik, ali se javlja novi podslik koji je bjelije boje, kojeg nazivaju kreda ili kit masa. Taj bijeli podslik se pojavljuje od drugog nodusa prema vrhu. Pretpostavka je da je drugi kronološki sloj s izvornikom otpao te je netko u novom zahvatu išao popraviti izgled da svijećnjaci budu u skladu. Na bijelom podsliku, tj. trećem kronološkom sloju nalazi se novi preslik crne boje preko dijelova gdje se izvorno nalazilo posrebrenje te je ta boja drukčije teksture, suša je. Na drugom nodusu nalazi se brončani preslik kao imitacija pozlate te je lazurno pređeno s crvenom bojom. Istu crvenu lazurnu boju nalaze na sedmom prstenu, preko crne boje.


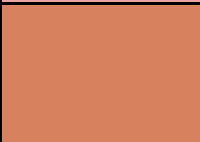
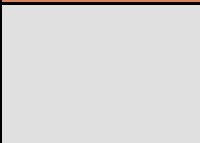


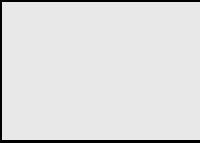

Tablica 2. Prijepis iz digitalno pisane dokumentacije, *Dokumentacija oltarni svijećnjaci MUO-13876 – 1,2 u ALU*, tablica prikazuje stratigrafiju svijećnjaka br.2, prije radova – dio svijećnjaka s preslikom

	graf. simbol	kron. sloj	opis	datacija	debljina
1.		I	Drveni nosioc	18 st.	Tanak sloj
2.			Kredno-tutkalna osnova		
3.			Crveni bolus		
4.			Srebro u listicima		
5.		II	Zeleno-sivkasta podloga	19 st.(?)	Tanak sloj
6.			Crni preslik		Sloj srednje debljine


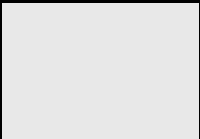

Tablica 3. Prijepis iz digitalno pisane dokumentacije, *Dokumentacija oltarni svijećnjaci MUO-13876 – 1,2 u ALU*, tablica prikazuje stratigrafiju svijećnjaka br.1, slikani sloj na preslikanom postolju i na prva četiri prstena svijećnjaka

Tehnološki sloj:	Grafički simbol:	Opis sloja:	Debljina sloja:	Kronološki sloj:	Datacija kronološkog sloja:
5.		Crna boja (I)	Tanki sloj	II	Vjerovatno raniji preslik iz 19. ili 20. stoljeća (?)
4.		Bijelo-sivo-zelena boja	0,5-1 mm		
3.		Srebrni listić	Vrlo tanak	I	Druga četvrtina 18. stoljeća
2.		Poliment (crveni bolus)	Vrlo tanak sloj		
1.		Kredno-tutkalna osnova	0,5 mm		
0.		Drveni nosioc			

Tablica 4. Prijepis iz digitalno pisane dokumentacije, *Dokumentacija oltarni svijećnjaci MUO-13876 – 1,2 u ALU*, tablica prikazuje stratigrafiju svijećnjaka br.1, slikani sloj na drugom nodusu svijećnjaka

Tehnološki sloj:	Grafički simbol:	Opis sloja:	Debljina sloja:	Kronološki sloj:	Datacija kronološkog sloja:
6.		Crvena boja	Lazurni nanos	II	Vjerovatno raniji preslik iz 19. ili 20. stoljeća (?)
5.		Brončani preslik	0,5 mm		
4.		Bijela boja (kit masa-kreda ili gips?)	Deblji nanos od 1-2 mm		
3.		Zlatni listić	Vrlo tanak sloj pozlate	I	Druga četvrtina 18. stoljeća
2.		Poliment (crveni bolus)	Tanak sloj		
1.		Kredno-tutkalna osnova	0,5-1 mm		
0.		Drveni nosioc			

Tablica 5. Prijepis iz digitalno pisane dokumentacije, *Dokumentacija oltarni svijećnjaci MUO-13876 – 1,2 u ALU*, tablica prikazuje stratigrafiju svijećnjaka br.1, slikani sloj gornjih preslikanih prstena, iznad drugog nodusa svijećnjaka

Tehnološki sloj:	Grafički simbol:	Opis sloja:	Debljina sloja:	Kronološki sloj:	Datacija kronološkog sloja:
3.		Crvena boja	Lazurni namaz	III	Vjerovatno kasniji preslik iz 19. ili 20. stoljeća (?)
2.		Crna boja(II), koja je prilično suha	Vrlo tanak sloj		
1.		Bijela boja(kit masa-kreda ili gips?)	Do 0,5 mm debljine		
0.		Drveni nosioc			

Zaključak: oba svijećnjaka su u nekom trenutku preslikani preko posrebrenja sivo-zelenim podslikom i crnim preslikom. Tijekom vremena, sa svijećnjaka br. 1 od drugog nodusa na dalje, otpala je sva osnova te ju je netko odlučio obnoviti tako što ju je premazao novim bijelim podslikom na koji je stavio brončani i crni preslik te lazurni crveni.

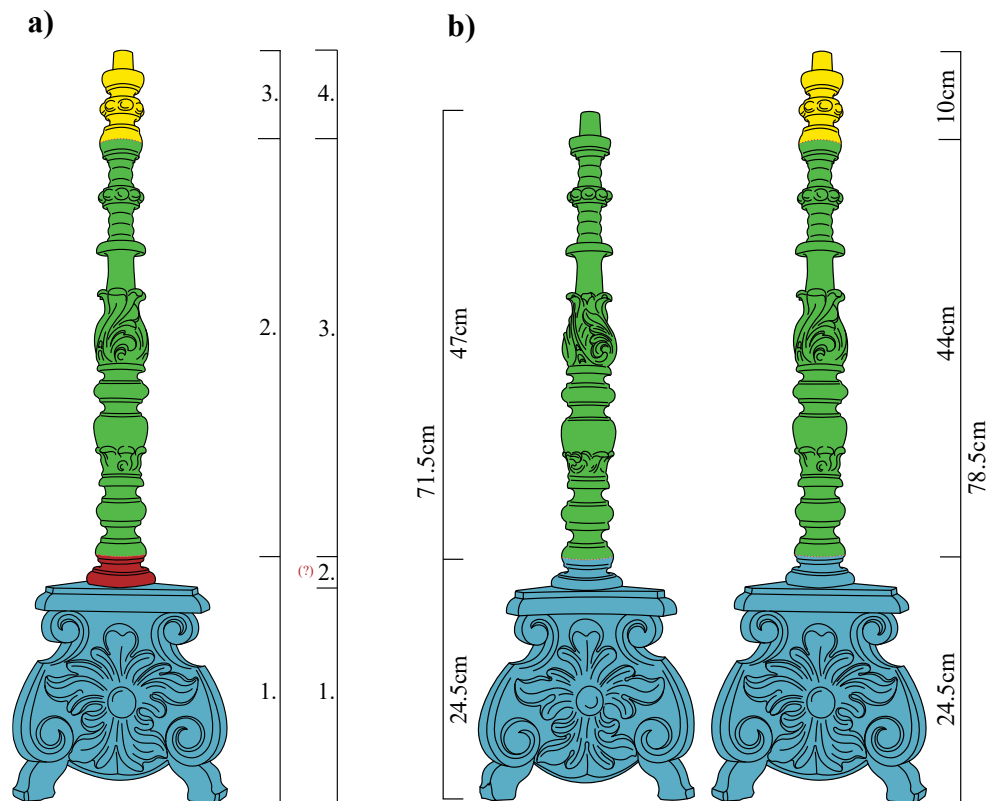
Nakon identifikacije kronoloških slojeva odrađeni su konzervatorsko-restauratorski radovi. Svi nestabilni dijelovi osnove, polimenta i metalnih listića podlijepljeni su PVAc ljepilom razrijeđenim u vodi 1:5, a površinska napetost razbijena je s etanolom pomiješanim u vodi 1:1. Crni preslik koji se nalazio preko posrebrenja, uklonjen je acetonom. Sivo-zeleni podslik uklonjen je mehaničkim putem pomoću skalpela. Na svijećnjaku br. 1 brončani preslik na drugom čvoru je omekšan Desolom te zatim mehaničkim putem uklanjan skalpelom i dočišćen *white spirit*-om. Bijeli podslik koji se nalazio od drugog nodusa, uklonjen je skalpelom, te dočišćen destiliranom vodom.

2. IDENTIFIKACIJA MATERIJALA I ZATEČENO STANJE SVIJEĆNJAKA

2. 1. Izvorni materijali i tehnika izrade svijećnjaka

2. 1. 1. Nosilac

Analizom drvenog nosioca utvrđeno je da su svijećnjaci izrađeni od lipovine. Svijećnjaci su rađeni od najmanje tri dijela, moguće čak i od četiri djela (Slika 10.), što se jasno može vidjeti na svijećnjaku br. 2 po pravilno popucanom sloju posrebrjenja na drugom i osmom prstenu. Također uočeno je na svijećnjaku br. 1 od polovice osmog prstena da nedostaje drveni nosilac. Na svijećnjaku br. 1, visina postolja s prvim i pola drugog prstena je 24.5 cm, a visina ostatka tijela s utorom je 47 cm. Kod svijećnjaka br. 2, visina postolja s prvim i pola drugog prstena je 24.5 cm, visina srednjeg dijela tijela, od polovice drugog do polovice osmog prstena, je 44 cm, a visina ostatka tijela s utorom je 10 cm (Slika 10.). Dijelovi svijećnjaka su spojeni utorima, što se jasno vidi na svijećnjaku br. 1 pri samom kraju tijela gdje nedostaju još dva i pol prstenova. Utori su najvjerojatnije lijepljeni, no nisu pronađeni tragovi lijepila.



Slika 10 . Grafički prikaz a) dijelovi izrade svijećnjaka b) visine svijećnjaka

Smjer građe drvenog nosioca je u smjeru rasta drva, to jest uzdužno. Tijela svijećnjaka su izrađena od radijalno rezanog komada drveta, što se jasno vidi po pravilno raspoređenim godovima koje možemo vidjeti na mjestima gdje nedostaje osnova i posrebrjenje. Izgleda kao da su postolja rezana u tangencijalnom rezu, ali se vidi da su majstori birali što kvalitetniji rez, to jest htjeli su da srčika bude u sredini podnožja da drvo manje radi. Na svijećnjaku br. 1 je očigledno bolji komad drva (Slika 11.) jer nije radijalno popucao kao kod svijećnjaka br. 2. Također, na svijećnjaku br. 2, na dnu podnožja, jasno vidimo srčiku koja nije u sredini (Slika 12.), već na samome kraju drvenog nosioca, što je najvjerojatnije uzrokovalo radijalno pucanje drveta.



Slika 11. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456, cjelina, zatečeno stanje, donji dio postolja



Slika 12. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, inv. br. OKIRU 456, cjelina, zatečeno stanje, donji dio postolja

Tijela svijećnjaka su tokarena te su potom pozlaćeni čvorovi i posrebrene kuglice na sedmom i devetom prstenu rezbareni. Na mjestima gdje nedostaje osnova se jasno vide tragovi dlijeta od tokarenja, dok su ukrasne kuglice i florealni dijelovi naknadno rezbareni, gdje su također vidljivi tragovi dlijeta. Cijelo postolje svijećnjaka je rezbareno, a na dnu postolja su vidljivi tragovi piljenja i obrade drveta s turpijama. Na samom dnu postolja, u sredini je probušena rupa do vrha kata, moguće kao utor za tijelo svijećnjaka te da smanji ukupnu težinu cjeline, odnosno da smanji mogućnost pucanja drva. Na poledini postolja nema osnove, samo u tragovima što je najvjerojatnije majstorima curilo dok su ju stavljali na prednje dijelove. Moguće da je bila zaštićena voskom ili uljem, kao što je to i uobičajeno, ali za to su potrebna dodatna specijalna prirodno-znanstvena istraživanja.

2. 1. 1. 1. Lipovina

Lipa (*Tilia L.*) je rod listopadnog drveća iz porodice *Tiliaceae*. Obuhvaća više od 30 vrsta s velikim brojem križanaca. Vrlo je rasprostranjena po Europi, sjevernoj Africi, Bliskom istoku, umjerenom klimatskom području Azije i Sjeverne Amerike.¹¹ Lipovina kao drveni nosilac se koristi od davnina te je simbol slavenskih naroda.¹² Za obradu je vrlo mekano i dobro se obrađuje dljetima, reže i tokari, a pri obradi daje čistu i glatku površinu. Sklona je promjeni boje i stvaranju pukotina,¹³ ali je iznimno brzo rastuće i kvalitetno drvo.¹⁴ Njeno stablo može narasti i do 30 metara u visinu te može doživjeti starost veću od 1000 godina.¹⁵ U okolici Stubičkih Toplica nalaze se primjeri znatnih dimenzija od nekoliko stotina godina starosti.¹⁶ Među njima se nalazi i takozvana Gupčeva lipa koja je stara preko 400 godina te visoka 9 metara s opsegom debla od 4,90 metara.¹⁷ Osim što je vrlo dobro za obradu drva, poznato je i po svojim ljekovitim svojstvima.¹⁸ Otporna je na sušu, štetne plinove, jake vjetrove i snijeg.¹⁹ Drvo lipovine ima slabo vidljive granice godova. Srž može biti bijela ili sivo do žuto bijela i sivo do smeđa, a razlike u boji bjeljike i srži nema. Gustoća drva je 0,32-0,56 g/cm³ te je difuzno porozno drvo. Traheje se nalaze u skupinama, obično u kratkim radijalnim nizovima od dvije do tri traheje. Uglatog su oblika na poprečnom presjeku. Prosječni tangentni promjer im se kreće od 70 do 90 mikrometara, a broj traheja se kreće od 70 do 130 traheja po mm². Ploče perforacija su jednostavne. Intravaskularne jažice su naizmjenične te su prosječnog promjera četiri do sedam mikrometara. Spiralna zadebljanja traheja su prisutna u uskim i širokim člancima traheja po čitavom tijelu članaka. Drvni traci su višeredni i široki 1-3-5 stanica te se nalaze u dvije uočljivo različite širine. Prisutne su katne strukture koje su lakše uočljive makroskopskim nego mikroskopskim pregledom.²⁰

¹¹ RICHTER H.G., DALLWITZ M.J., *Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval*, 9th April 2019., delta-intkey.com, <https://www.delta-intkey.com/wood/en/www/tilti-li.htm>, pristupljeno kolovoz 2024.

¹² POTOČIĆ ZVONIMIR, *Šumarska enciklopedija II. izdanje*, Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb 1980.-87., str. 359.

¹³ PAVIČIĆ SNJEŽANA, *Sakralno kiparstvo*, Hrvatski povijesni muzej, Zagreb 2003., str. 52.

¹⁴ POTOČIĆ ZVONIMIR, op. cit., str. 361.

¹⁵ PAVIČIĆ SNJEŽANA, op. cit., str. 52.

¹⁶ POTOČIĆ ZVONIMIR, op. cit., str. 360.

¹⁷ Wikipedia the free encyclopedia, https://hr.wikipedia.org/wiki/Gup%C4%8Deva_lipa, pristupljeno kolovoz 2024.

¹⁸ POTOČIĆ ZVONIMIR, op. cit., str. 359.

¹⁹ Ibid., str. 360.

²⁰ RICHTER H.G., DALLWITZ M.J., *Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval*, 9th April 2019., delta-intkey.com, <https://www.delta-intkey.com/wood/en/www/tilti-li.htm>, pristupljeno kolovoz 2024.

2. 1. 2. Osnova

Osnova je kredno-tutkalna što je ustanovljeno XRF i FT-IR analizom. XRF analizom utvrđeno je da je u punilu prisutan kalcij i sumpor. Na temelju tih saznanja izvedena je FT-IR analiza punila te je utvrđen kalcijev sulfat (CaSO_4) i manje primjese kalcij karbonata (CaCO_3), odnosno riječ je većinski o gipsu s primjesama krede. Također FT-IR analizom utvrđeno je vezivo životinjskog porijekla, to jest tutkalo. Osnova je nanescena cijelom površinom svijećnjaka, osim na poledini postolja, na utorima i donjem dijelu nožica. Nanesena je vrlo slobodno, a debljina varira. Na ravnijim konveksnim dijelovima debljina osnove je najviše 2 mm, dok je u konkavnijim dijelovima deblje nanescena. Osnova je izrazito bijele boje.

2. 1. 3. Poliment



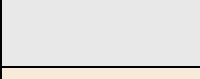


Kao poliment je korišten vrlo lijepi crveni bolus. XRF analizom je potvrđeno da je riječ o bolusu, zbog velike prisutnosti silicija i aluminijsa koji potječu iz gline, dok lijepa crvena boja najvjerojatnije potječe od velike prisutnosti željeza.

2. 1. 4. Metalni listići

Na srebrnim i zlatnim listićima provedene su XRF analize te se sa sigurnošću može potvrditi da su uistinu listići od srebra i zlata. Srebro i zlato je nanesceno na crveni bolus te najvjerojatnije i ahatirano na određenim dijelovima, no zbog starosti više nije vidljivo.

2. 1. 5. Izvorna stratigrafija svijećnjaka

Tablica 6. Izvorna stratigrafija svijećnjaka

Tehnološki sloj	Simbolični prikaz	Opis sloja	Kronološki sloj	Datacija	Debljina
Metalni listići		Srebro i zlato	I.	18. st.	1×10^{-4} mm
Poliment		Bolus	I.	18. st.	cca 0.5 mm
Impregnacija		Nepoznata	I.	18. st.	cca 0.1 mm
Osnova		Kredno-tutkalna	I.	18. st.	cca 0-2 mm
Impregnacija		Nepoznata	I.	18. st.	cca 0.1 mm
Drvo		Lipovina	I.	18. st.	22 cm

2. 2. Opis zatečenog stanja i uzroci propadanja

Svijećnjaci su bili čuvani pod stabilnim i nadziranim mikroklimatskim uvjetima unutar čuvaonice Muzeja za umjetnost i obrt u Zagrebu. Organiziran je profesionalni prijevoz svijećnjaka u prostorije odsjeka za konzerviranje i restauriranje umjetnina Akademije likovnih umjetnosti u Zagrebu. Prilikom transporta, svijećnjaci su bili pažljivo zaštićeni. Omotani su u zaštitni papir te zatim dodatno obloženi folijom sa zračnim jastucima radi osiguranja tijekom transporta (Slika 13.).

Trenutačno stanje svijećnjaka ukazuje na određena oštećenja koja su relativno stabilna. Drveni nosilac nije trusan te je u vrlo dobrom stanju. Pozlata i posrebrenje na konveksnim dijelovima svijećnjaka su odignuti od drvenog nosioca te nedostaju u značajnim količinama, posebno na svijećnjaku br. 1, gdje čak nedostaje i dio drvenog nosioca. Važno je napomenuti da su svijećnjaci općenito u vrlo stabilnom i čistom stanju, što sugerira da su već prošli kroz određeni proces konzervacije i čišćenja. Također, primjećuju se vidljivi tragovi crno plavog preslika, s bijelim podslikom, koji se očigledno prethodno nalazio na posrebrenju, no taj sloj je evidentno uklonjen. Pretpostavka je da su dvije različite osobe uklanjale preslike, jer na svijećnjaku br. 2 je s manje pažnje uklonjen preslik, za razliku od svijećnjaka br. 1 gdje je vrlo pedantno uklanjan. Treba istaknuti da se na svijećnjacima ne nalaze, košarica, tanjurić i šiljak.



Slika 13. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, inv. br. OKIRU 456, prikaz svijećnjaka omotanih u zaštitnu sintetsku prozračnu tkaninu i zatim u PVC *buffer* foliju

2. 2. 1. Nosilac

Svijećnjak br. 1

Na gornjem dijelu tijela nedostaje dio drvenog nosioca. Nožice na kojima stoji postolje su oštećene te su vidljive rupice od crvotočine na istima. Po cijeloj površini svijećnjaka vidljive su rupice od crvotočine, a poledina je najviše zahvaćena. Na poledini se nalazi okomita pukotina koja se proteže kroz cijelo postolje. Donja lijeva voluta, na poledini, je oštećena te se isti dijagonalni rez proteže i po poledini. U gornjoj desnoj strani, na poledini, vidljiv je natpis crnim slovima “MUO 138766₁”. Na dnu postolja, također se nalazi natpis crnim slovima “MUO” te vrlo tanko napisanim crvenim brojevima “488” i vjerojatno 2 ili 4 s okomitim crtama ispod broja (Slika 15.). U gornjem dijelu tijela drvo je svjetlije, dok je u donjem dijelu tijela na oštećenjima osnove i na poledini drvo dosta tamnije. Razlika u boji drveta je moguća zbog prijašnjih konzervatorskih zahvata ili su oštećenja novijeg datuma. Prašine na svijećnjaku gotovo da niti nema, što ukazuje na dobro skladištenje svijećnjaka.



Slika 14. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456, detalj, zatečeno stanje, stražnja strana postolja



Slika 15. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456, detalj, zatečeno stanje, donja strana postolja, prikaz crvenog natpisa

Svijećnjak br. 2

Tri radijalne pukotine vidljive su na katu od postolja (Slika 16.). Na desnom licu postolja, na zlatnom cvijetu, nalazi se manja horizontalna pukotina u gornjoj latici (Slika 17.). Na srednjoj nožici od postolja vidljiva je okomita pukotina (Slika 18.) te se drvo pomiče na malo jači pritisak. Moguće da je izvorni majstor otkinuo komad nožice dok ju je rezbario i naknadno ju zalijepio te se zato sada i odvaja. Po cijeloj površini svijećnjaka mjestimično pronalazimo rupice od crvotočine. Na poleđini postolja su vidljive dvije okomite pukotine (Slika 19.) koje se protežu kroz cijelo postolje. Na dnu postolja, uokolo izbušene rupe, vidljive su male radijalne pukotine. Drveni nosilac je poprimio lijepu patinu te kroz oštećenja u osnovi mjestimično je drvo obojeno u crno plave mrlje. Dotične mrlje su najvjerojatnije od skidanja preslika, jer u novijim oštećenjima osnove, gdje je vidljivo drvo, nije obojeno. Na poleđini postolja u gornjem desnom kutu, napisano je crnim slovima “MUO 13876/2”, dok je na dnu postolja vidljiv natpis tankim crvenim slovima “488” i najvjerojatnije broj “6” s dvije dijagonalne crte ispod njega (Slika 20.).



Slika 16. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, inv. br. OKIRU 456, detalj, zatečeno stanje, lijeva strana trostranog kata, prikaz radijalnih pukotina



Slika 17. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, inv. br. OKIRU 456, detalj, zatečeno stanje, desna strana postolja, prikaz pukotine na zlatnom cvijetu



Slika 18. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, inv. br. OKIRU 456, detalj, zatečeno stanje, srednja noga postolja, prikaz pukotine



Slika 19. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, inv. br. OKIRU 456, detalj, zatečeno stanje, stražnja strana postolja



Slika 20. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, inv. br. OKIRU 456, detalj, zatečeno stanje, donja strana postolja, prikaz crvenog natpisa

2. 2. 2. Osnova

Svijećnjak br. 1

Osnova nedostaje u potpunosti od sredine tijela prema vrhu (Slika 21.). Na dotičnom dijelu drvo je svjetlije boje, što upućuje da je nastalo oštećenje novijeg datuma ili je to rezultat prijašnjih restauratorskih zahvata. Po cijeloj površini svijećnjaka osnova je najoštećenija na konveksnim dijelovima. U cjelini, osnova je vrlo stabilna, ali je mjestimično odignuta od drvenog nosioca. Izgleda kao da je netko vršio preventivno podljepljivanje. Starija oštećenja osnove su poprimila lijepu patinu, dok su novija oštećenja vrlo bijela.

Svijećnjak br. 2

Osnova nedostaje mjestimično po cijeloj površini svijećnjaka cca 30 %. Najviše je oštećena na katu, lijevom zlatnom cvijetu u gornjoj latici, na svim nožicama od postolja te na drugom pozlaćenom čvoru na sredini tijela. Sloj osnove se mjestimično odvaja od drvenog nosioca, no sve u svemu vrlo je stabilna. Na rubovima oštećenja, osnova je mjestimično obojena u crno-plavo (Slika 22.), najvjerojatnije dok je skidan preslik ili dok je rađen preslik. Oštećenja u osnovi su poprimila lijepu patinu.



Slika 21. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456, detalj, zatečeno stanje, stražnja strana tijela



Slika 22. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, inv. br. OKIRU 456, detalj, zatečeno stanje, prikaz crno plavo obojane osnove

2. 2. 3. Poliment i metalni listići

Svijećnjak br. 1

Pozlate i posrebrenja najviše nedostaje u gornjem dijelu tijela gdje nedostaje u potpunosti i osnova. Po cijeloj površini svijećnjaka na konveksnim dijelovima, mjestimično nedostaje posrebrenja i pozlate (Slika 23.). Na određenim dijelovima su iskrakelirani i odižu se s osnovom, no vrlo su stabilni. Posrebrenje je jako izlizano te proviruje crveni poliment (Slika 24.), a cjelokupni dojam svijećnjaka doima se vrlo crveno. Za razliku od posrebrenja, pozlata je znatno manje izlizana. Posrebrenje u cjelini nije oksidiralo u crnu patinu, no na tijelu je vidljivo nekoliko crnih mrlja od oksidacije. Posrebrenje je najvjerojatnije bilo zaštićeno voskom da ga spriječi od oksidiranja.



Slika 23. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456, detalj, zatečeno stanje, prikaz izlizanosti srebra



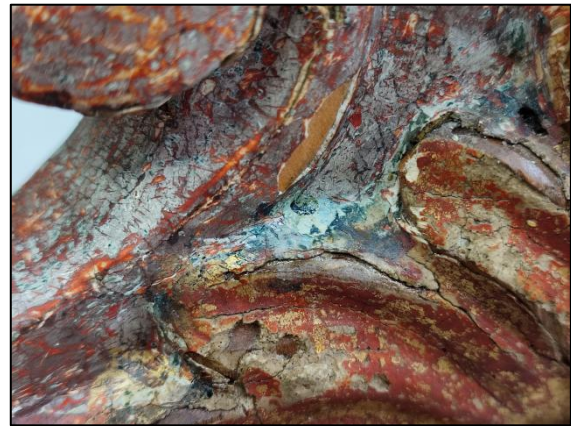
Slika 24. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456, detalj, zatečeno stanje, desna strana postolja, srednja noga

Svijećnjak br. 2

Posrebrenje i pozlata nedostaju na dijelovima gdje i osnova. Pozlata i posrebrenje su mjestimično iskrakelirani, ali čvrsto prijanjaju uz osnovu. Posrebrenje je vrlo izlizano i izviruje crveni poliment te se sve doima vrlo crveno. Crveni poliment je vrlo oštećen, kao da ga je netko sa skalpelom otkrnuo (Slika 25.). Najvjerojatnije su to oštećenja nastala tijekom skidanja preslika. Posrebrenje nije oksidiralo, nailazi se samo par crnih mrlja na vrhu tijela. Na članku gdje se nalazi utor za košaricu, vidljiv je manji dio preslika koji se nalazio preko posrebrenja. Na postolju, uokolo latica cvjetova te na katu postolja, vidljivi su ostatci bijelog i crno plavog preslika (Slika 26.). Na desnom cvijetu vidljive su vrlo male kapljice žutog voska (Slika 27.), najvjerojatnije od kapanja svijeće.



Slika 25. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, inv. br. OKIRU 456, detalj, zatečeno stanje, prikaz oštećenja bolusa



Slika 26. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, inv. br. OKIRU 456, detalj, zatečeno stanje, prikaz bijelog i crno plavog preslika



Slika 27. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, inv. br. OKIRU 456, detalj, zatečeno stanje, prikaz kapljica voska na desnom cvijetu

2. 2. 4. Stratigrafija svijećnjaka u zatečenom stanju

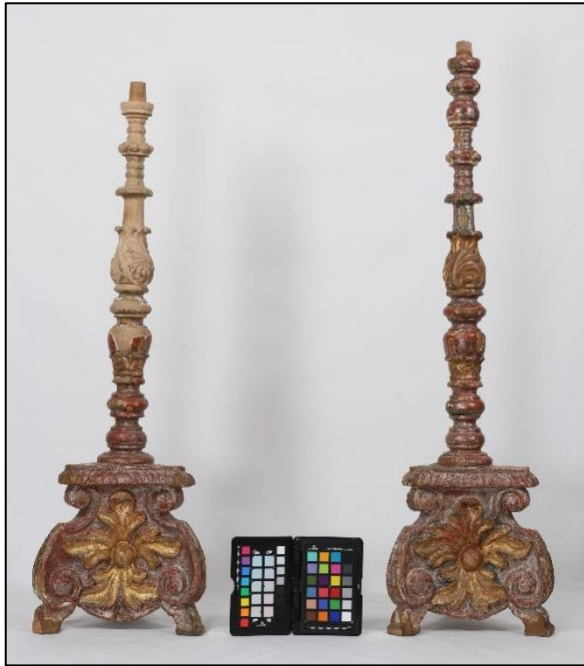
Tablica 7. Stratigrafija svijećnjaka u zatečenom stanju

Tehnološki sloj	Simbolični prikaz	Opis sloja	Kronološki sloj	Datacija	Debljina
Zaštitni sloj posrebrenja		Parafinski vosak	III.	21. st. 2002. g. (?)	/
Preslik u tragovima na posrebreanju		Crna boja	II.	Nepoznata	cca 0.5-1 mm
Preslik u tragovima na posrebreanju		Bijelo-siva	II.	Nepoznata	cca 1mm
Metalni listići		Srebro i zlato	I.	18. st.	1 x 10 ⁻⁴ mm
Poliment		Bolus	I.	18. st.	cca 0.5 mm
Impregnacija		Nepoznata	I.	18. st.	cca 0.1 mm
Osnova		Kredno-tutkalna	I.	18. st.	cca 0-2 mm
Impregnacija		Nepoznata	I.	18. st.	cca 0.1 mm
Drvo		Lipovina	I.	18. st.	22 cm

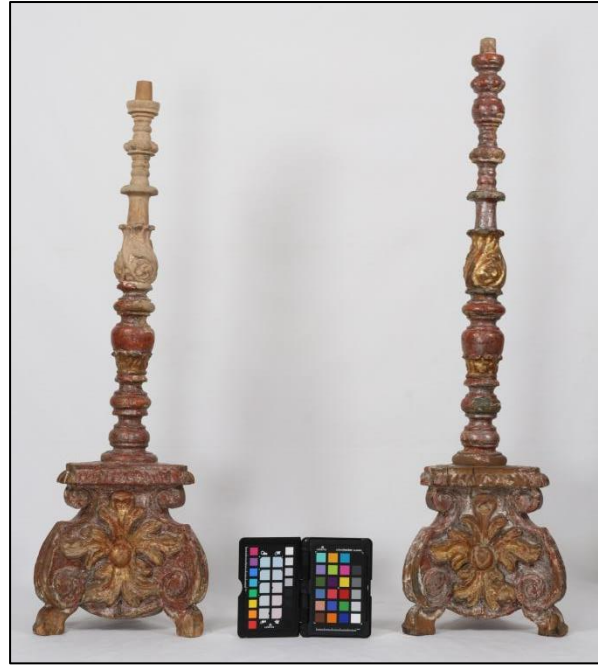
3. KONZERVATORSKO-RESTAURATORSKA ISTRAŽIVANJA I PRIJEDLOG RADOVA

3. 1. Fotografiranje pod standardnom rasvjetom

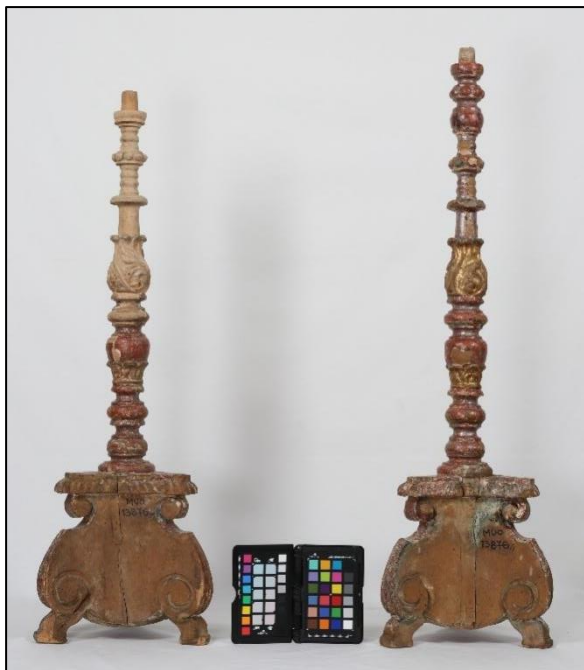
Svijećnjaci su odmah pri dolasku u prostorije Odsjeka za konzerviranje i restauriranje umjetnina Akademije likovnih umjetnosti u Zagrebu, analizirani i fotografirani pod standardnom rasvjetom s ton kartom. Iako se vizualno toliko ne primjećuje, ali na fotografijama je jasno vidljivo da se tijela svijećnjaka naginju, odnosno pozicionirani su blago ukoso. Na svijećnjaku br. 1 naginjanje je izražajnije.



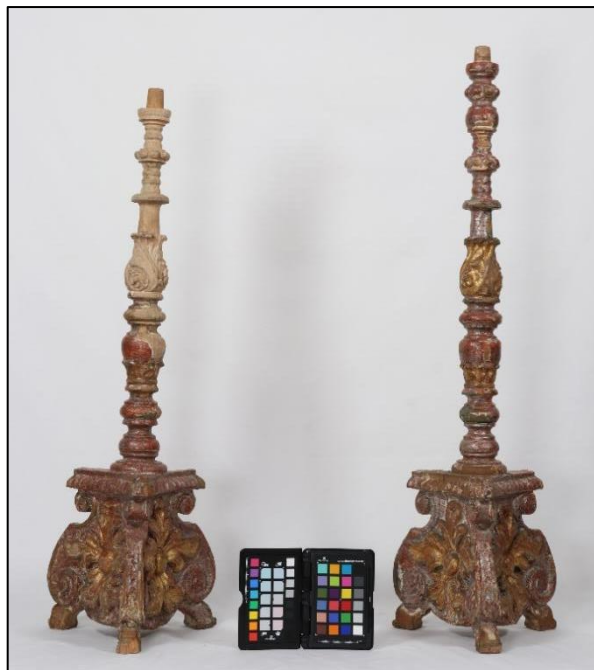
Slika 28. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, inv. br. OKIRU 456, cjelina, zatečeno stanje, desna strana



Slika 29. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, inv. br. OKIRU 456, cjelina, zatečeno stanje, lijeva strana



Slika 30. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, inv. br. OKIRU 456, cjelina, zatečeno stanje, stražnja strana



Slika 31. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, inv. br. OKIRU 456, cjelina, zatečeno stanje, prednja strana

3. 2. Fotografiranje pod ultraljubičastim svjetlom (UVF)

Metoda ultraljubičaste fluorescencije je vrlo efektivna i jeftina te ne destruktivna metoda za identifikaciju različitih materijala.²¹ Izvodi se digitalnim fotoaparatom, bez UV filtera, jer moderni digitalni fotoaparati na sensorima imaju ugrađene UV filtere. Također se izvodi i uz pomoć lampi s izvorom ultraljubičastog spektra svjetla.²² Umjetnina se fotografira u zatamnjenoj prostoriji s ultraljubičastim izvorom svjetla te se promatra razlika u fluorescenciji materijala. Ona funkcionira na način da ukazuje na emisiju vidljivog spektra svjetla nakon što su elektroni atoma pobuđeni u više stanje energije od strane ultraljubičaste radijacije te se potom vraća u svoje izvorno stanje emitirajući foton s energijom povezan razlikom između dva stanja.²³

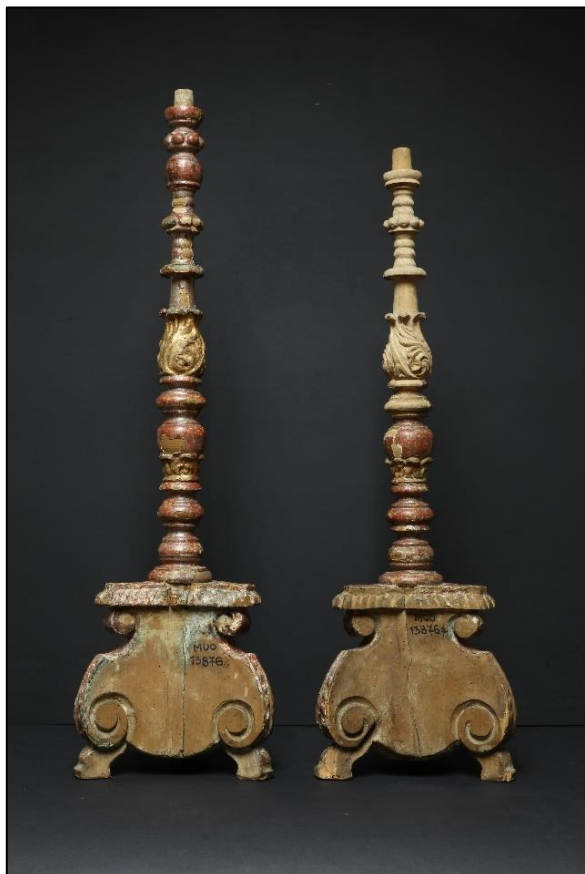
²¹ COSENTINO ANTONIO, Practical notes on ultraviolet technical photography for art examination, *Conservar Património*, br. 21, lipanj 2015., str. 53.-62., str. 54

²² DESNICA VLADAN, *Instrumentalna analiza*, skripta, Zagreb, 2012., str. 22.

²³ COSENTINO ANTONIO, op. cit., str 56.

3. 2. 1. Rezultati

Svijećnjaci su fotografirani na crnoj podlozi pod standardnom rasvjetom te pod ultraljubičastim svjetlom. Zbog posrebnjenja i pozlate svijećnjaci reflektiraju ultraljubičasto zračenje, odnosno ne fluoresciraju, što je jasno vidljivo iz fotografija. Samim time pronalazak voska na srebru ukazuje nam da je novijeg datuma jer ne fluorescira. Jedino što fluorescira na svijećnjacima je pčelinji vosak koji je najvjerojatnije od svijeća koje su u prošlosti kapale po svijećnjaku. Na poleđini svijećnjaka br. 1 vidljiv je mali curak pčelinjeg voska (Slika 33.), dok su na svijećnjaku br. 2, s desne strane postolja na zlatnome cvijetu, vidljive male kapljice pčelinjeg voska (Slika 36. i 37.).



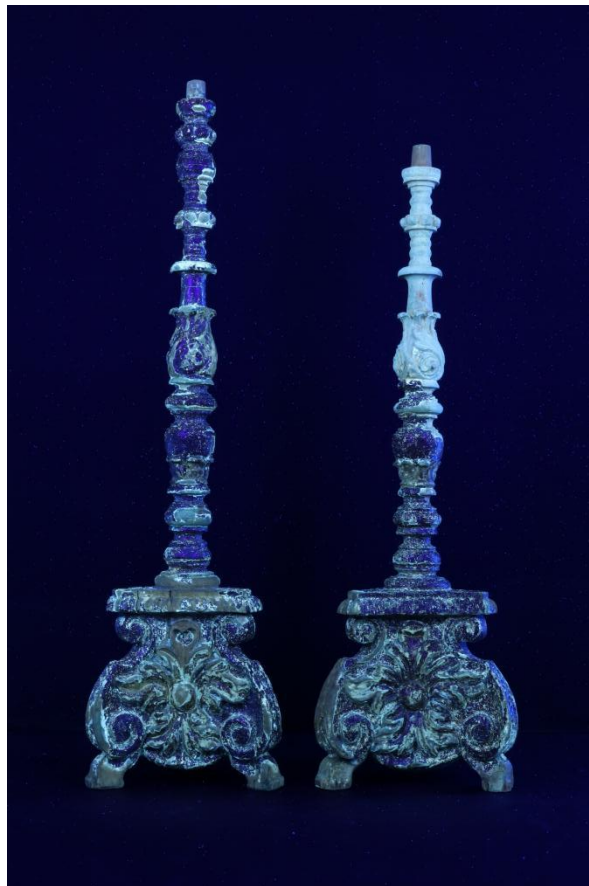
Slika 32. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/2-1*, inv. br. OKIRU 456, cjelina, zatečeno stanje, stražnja strana, standardno osvjetljenje



Slika 33. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/2-1*, inv. br. OKIRU 456, cjelina, zatečeno stanje, stražnja strana, UV osvjetljenje



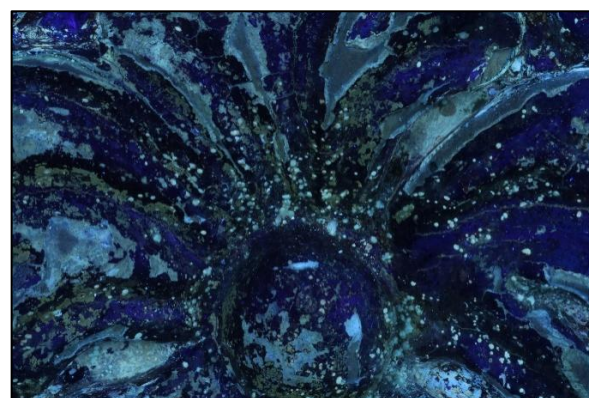
Slika 34. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/2-1*, inv. br. OKIRU 456, cjelina, zatečeno stanje, desna strana, UV osvjetljenje



Slika 35. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/2-1*, inv. br. OKIRU 456, cjelina, zatečeno stanje, lijeva strana, UV osvjetljenje



Slika 36. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, inv. br. OKIRU 456, detalj, zatečeno stanje, desna strana postolja, zlatni cvijet pod standardnom rasvjetom



Slika 37. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, inv. br. OKIRU 456, detalj, zatečeno stanje, desna strana postolja, zlatni cvijet pod UV rasvjetom

3. 3. Rendgenska fluorescentna analiza (XRF)

Rendgenska fluorescentna analiza jedna je od najprimjerenijih metoda za kvalitativno i kvantitativno istraživanje objekata umjetničke i povijesne vrijednosti. To je nedestruktivna, brza, univerzalna i više elementna prirodno-znanstvena analiza koju je moguće izvoditi *in-situ*. Nedostatci su joj što je površinska metoda koja je elementnog karaktera i može mjeriti samo anorganske materijale atomskog broja od 12 do 92. Funkcionira na način da se predmet ozrači primarnim rentgenskim snopom poznate energije, zatim rentgensko zračenje pobuđuje atome analiziranog materijala te inducira viša energetska stanja. Prilikom vraćanja u osnovno energetska stanje dolazi do oslobađanja energije i emisije sekundarnog rentgenskog zračenja iz materijala. To zračenje, koje se naziva i fluorescentno zračenje, karakteristično je za atome unutar materijala, a njegovom detekcijom utvrđujemo o kojim se elementima radi i otprilike u kojoj su mjeri zastupljeni.²⁴


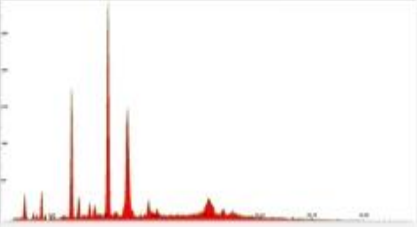

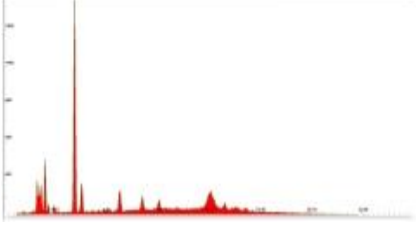
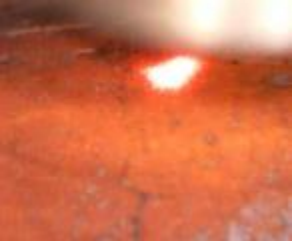
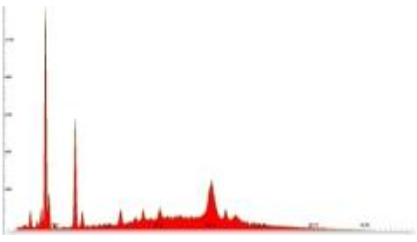

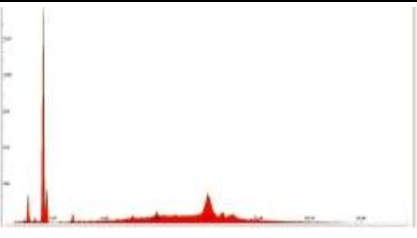

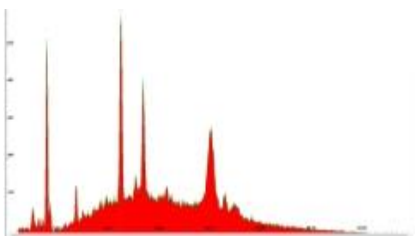
3. 3. 1. Instrumentalni parametri mjerenja


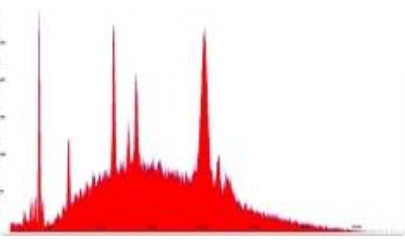
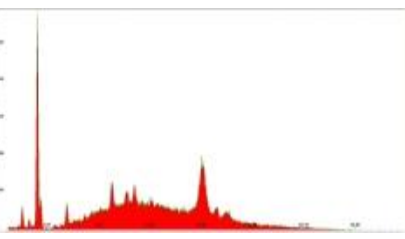
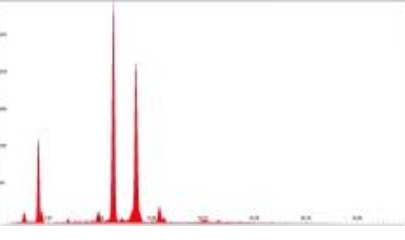
U suradnji s prof. dr. sc. Vladanom Desnicom provedena je XRF analiza, na Akademiji likovnih umjetnosti na Odsjeku za konzerviranje i restauriranje umjetnina u Zagrebu. Prilikom mjerenja visoki napon rendgenske cijevi iznosio je 40 kV, struja filameta 0,1 mA, dok je vrijeme trajanja mjerenja po spektru iznosilo 40 s. Mjerna glava instrumenta sastoji se iz transmisijske rendgenske cijevi snage 10 W (50 kV maks. napon, 0,2 mA maks. struja, Rh anoda), SDD detektora hlađenog pomoću Peltier elementa (rezolucija FWHM = 145 eV) i dva lasera, koja služe za pozicioniranje. Geometrija pobude i detekcije iznosi 0°/45° u odnosu na planarnu ravninu uzorka. Laseri su postavljeni i usmjereni na način da se njihovo sjecište podudara sa sjecištem osi rendgenske cijevi i detektora na objektu. Tako se postiže precizno pozicioniranje unutar mjernog područja te omogućuje točno reproduciranje geometrijskih parametara. Kolimator fokusira rendgensko zračenje i osigurava ozračivanje uzorka snopom od cca. 1,5 mm u dijametru.

²⁴ DESNICA VLADAN, *Instrumentalna analiza*, skripta, Zagreb, 2012., str. 36-38.

3. 3. 2. Rezultati mjerenja

Tablica 8. Rezultati mjerenja provedenih analizom rendgenske fluorescencije. U stupcu „detektirani elementi“ podebljani su elementi s najjačim intenzitetom (proporcionalno njihovoj koncentraciji), obično su navedeni ostali elementi, a u zagradama su navedeni elementi koji su detektirani samo u tragovima. Spektri su prikazani u linearnoj skali.

Red broj	Broj/ime uzorka i opis mjernog područja	Detekt. elementi	Interpretacija rezultata	Analizirano područje	XRF Spektar
1	Zlato	Fe, Au, K, Ca, Cu, (Ni, Zn)	Zlato, preko bolusa		
2	Srebro	Fe, K, Ca, Sr, Ag, Pb, (Al, Si, Ba)	Srebro, preko bolusa		
3	Bolus	Ca, Fe, S, K, Br, Sr, Pb, (Si)	Sastav bolusa i osnove, Br moguće iz metil bromida (fumigacij a)		
4	Svijećnjak, grund	Ca, S, Fe, Br, Sr, (K, Cu)	Sastav osnove (kalcijev sulfat)		
5	Drvo svijećnjaka s manje crne	Ca, Pb, S, K, Fe, Br, (Zn)	Crnu nije moguće identifi- cirati, olovna bijela		

6	Drvo svijećnjaka s više crne	Ca, Pb, S, K, Fe, Br, (Zn)	Crnu nije moguće identificirati, olovna bijela (manje nego u točki 5)		
7	Drvo pored točke 8 (sivobijele)	Ca, S, Fe, Br, Pb, (Sr)	Sastav drva, mjereno radi usporedbe s br.8	Bez fotografije	
8	Sivkasta/bijela	Pb, Ca, (P, S, K, Fe, Cu, Zn, Sr, Hg)	Olovna bijela s nešto organskog pigmenta	Bez fotografije	

XRF analize potvrdile su autentičnost izvornog materijala te pružile ključne informacije o kronološkim slojevima i povijesti umjetnine. U analizama 1, 2, 3 i 4, dokazan je legitimitet zlatnih i srebrnih listića, kao i bolusa, te osnove. Najčešći elementi prisutni u bolusu su željezo (Fe), aluminij (Al) i silicij (Si), što je konzistentno s nalazima u prve tri analize. Analiza 4 otkrila je sastav izvorne osnove, pri čemu dominira kalcij (Ca), a prisutnost sumpora (S) ukazuje na to da je punilo osnove gips, odnosno kalcijev sulfat (CaSO_4).

U analizama 5 i 6, fokus je bio na određivanju sastava crno-plavičastog preslika koji je nekoć prekrivao svijećnjake, ali je naknadno uklonjen, ostavljajući tragove. Rezultati obje analize su identični, s time da analiza 6 pokazuje jače signale. Crno-plava boja nije mogla biti identificirana, što sugerira da je riječ o organskom materijalu. U analizama 5 i 6 dominiraju kalcij (Ca) i olovo (Pb), koji vjerojatno potječu iz bijelog preslika prisutnog na svijećnjacima, što je potvrđeno i analizom 8, u kojoj olovo (Pb) dominira. U ovoj analizi također su identificirani različiti elementi prisutni i u drugim uzorcima, što ukazuje na njihovo podrijetlo iz naknadnog bijelog preslika.

U analizama od 3 do 7, tragovi broma (Br) najvjerojatnije potječu iz prethodnih restauratorskih zahvata tijekom 20. stoljeća, kada je metil bromid (CH_3Br) bio često korišten za dezinfekciju drvenih umjetnina.

Element stroncij (Sr) pronađen je u tragovima u analizama 2, 3, 4, 7 i 8, što sugerira njegovu prisutnost u osnovama iz prošlih razdoblja. S obzirom na to da stroncij nije detektiran u analizi 1 na zlatnom listiću, vjerojatno potječe iz primjesa bijelog preslika, budući da zlatni listići nisu bili prekriveni bijelim preslikom.

3. 4. Fourierova transformacija infracrvene spektroskopije (FT-IR)

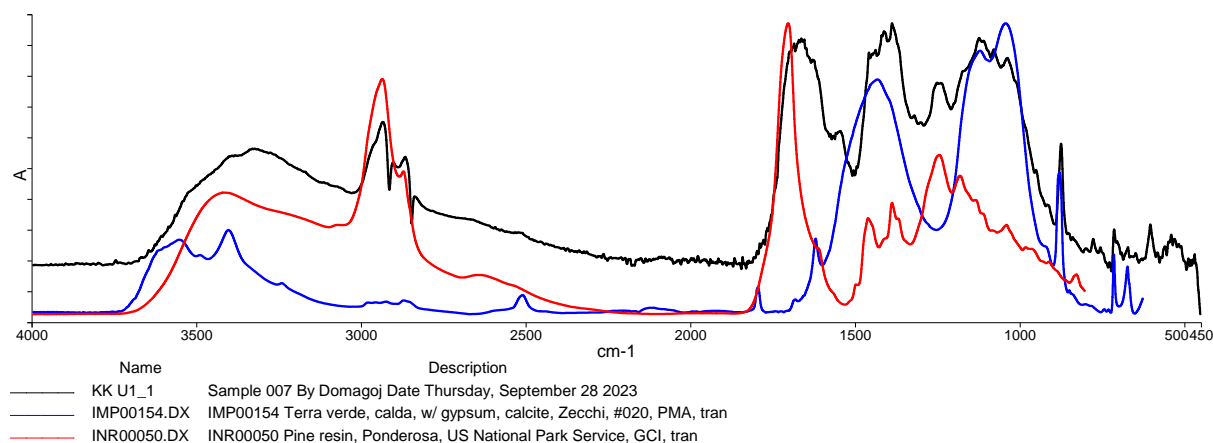
FT-IR analiza je univerzalna, brza i jednostavna metoda za karakterizaciju uzoraka. Iako je destruktivna količina potrebnog uzorka je minimalna, što opravdava njenu čestu primjenu. Ova metoda pruža informacije o molekularnom sastavu, to jest kemijskim vezama unutar uzorka. Princip infracrvene spektroskopije temelji se na mjerenju apsorpcije i transmisije infracrvenog zračenja kroz uzorak, čime se određuje njegov molekularni sastav. Uzorak se ozračuje infracrvenim zračenjem, koje molekule u uzorku apsorbiraju na određenim valnim duljinama. Ove molekule zatim emitiraju infracrveno zračenje zahvaljujući svojim internim vibracijama. Svaka molekula ima jedinstven način vibracije svojih kemijskih veza, što rezultira specifičnim apsorpcijskim spektrom u infracrvenom području. Fourierova transformacija se koristi za pretvaranje apsorpcijskog spektra u podatke, omogućujući identifikaciju i kvantifikaciju kemijskih spojeva prisutnih u uzorku.²⁵

3. 4. 1. Instrumentalni parametri mjerenja

U suradnji s izv. prof. dr. sc. Domagoj Šatovićem provedene su FT-IR analize uzorka, u laboratoriju na Akademiji likovnih umjetnosti na Odsjeku za konzerviranje i restauriranje umjetnina u Zagrebu. Infracrvena spektroskopija s Fourierovom transformacijom (FT-IR) provedena je pomoću Perkin Elmer Spectrum 2 spektrometra opremljenog postoljem za prigušenu totalnu refleksije (ATR). Spektri su prikupljeni s razlučivošću od 4 cm^{-1} u području između 450 cm^{-1} i 4000 cm^{-1} . Svi uzorci su izravno nanoseni na dijamant ATR jedinice. Prije obrade krivulje napravljena je korekcija osnovne linije.

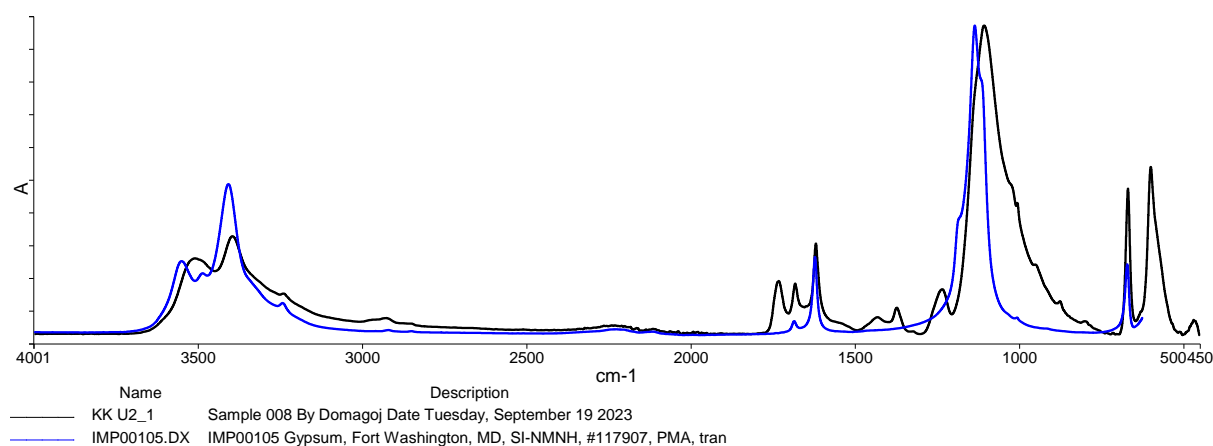
²⁵ DESNICA VLADAN, *Instrumentalna analiza*, skripta, Zagreb, 2012., str. 47-52.

3. 4. 2. Rezultati mjerenja



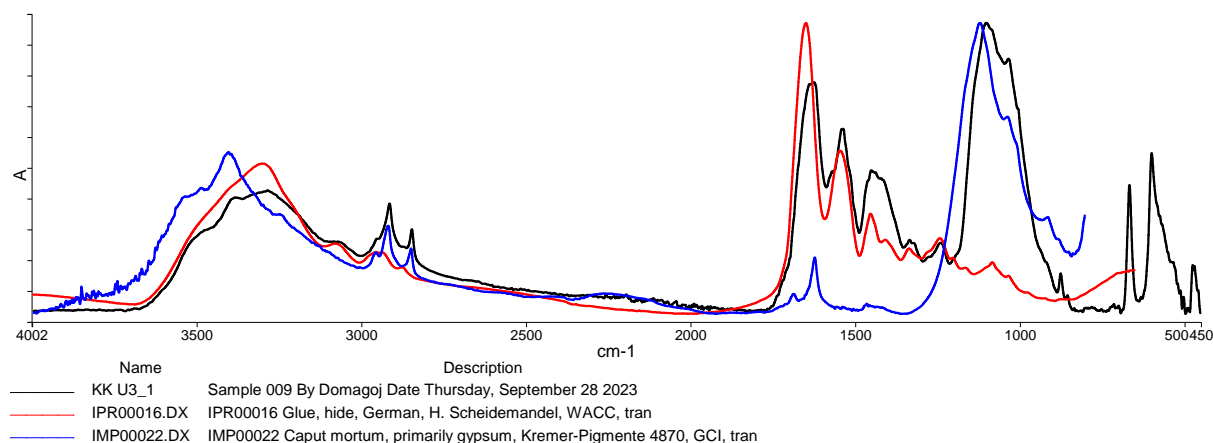
Slika 38. Infracrveni spektar FT-IR 1.- grebana osnova sa svijećnjaka br. 2 (crna krivulja), gips odnosno kalcijev sulfat (plava krivulja) i borova smola (crvena krivulja)

FT-IR 1. Grebana osnova sa svijećnjaka br. 2 – Analiza potvrđuje rezultate XRF analize, ukazujući da je punilo izvorne osnove gips, odnosno kalcijev sulfat. Također je otkrivena prisutnost određene smole, koja bi mogla biti dodatak izvornom vezivu osnove ili potjecati iz kasnijih preslika.



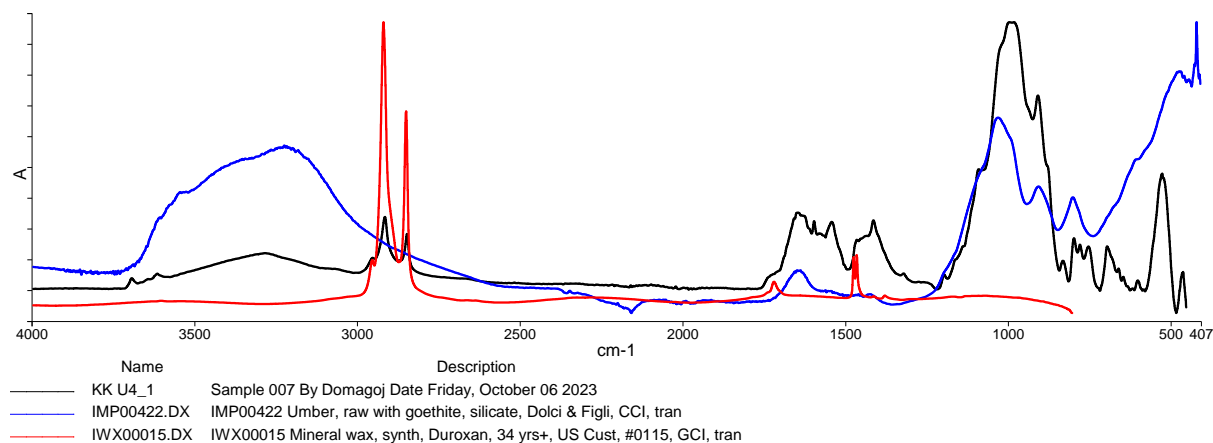
Slika 39. Infracrveni spektar FT-IR 2.- grebani crni preslik sa svijećnjaka br. 2 (crna krivulja) i gips odnosno kalcijev sulfat (plava krivulja)

FT-IR 2. Grebani crni preslik sa svijećnjaka 2 – Iako vezivo nije bilo moguće precizno identificirati, analiza pokazuje izražene vrpce kalcijevog sulfata. Najvjerojatnije gips interferira s drugim signalima, ometajući identifikaciju veziva.



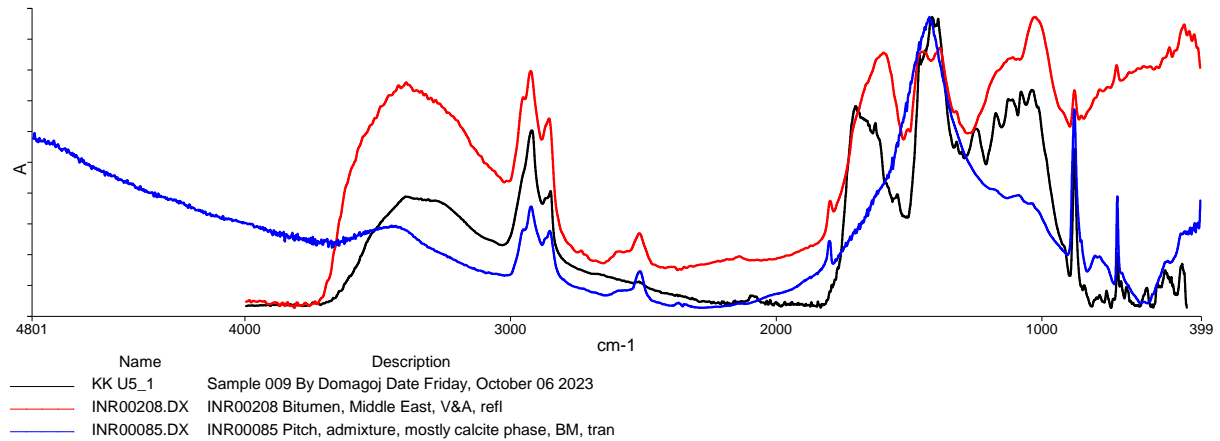
Slika 40. Infracrveni spektar FT-IR 3.- otpali dio osnove sa svijećnjaka br. 1 (crna krivulja), vezivo životinjskog porijekla (crvena krivulja) i gips odnosno kalcijev sulfat (plava krivulja)

FT-IR 3. Otpali dio osnove sa svijećnjaka br.1 – Vezivo je identificirano životinjskog porijekla, to jest tutkalo, iako nije moguće precizno odrediti vrstu tutkala. Najizraženija vrpca pripada kalcijevom sulfatu, uz manje izraženu vrpcu kalcijevog karbonata, što sugerira da je glavno punilo kalcijev sulfat, dok je kalcijev karbonat prisutan u tragovima, vjerojatno zbog nedostatke pročišćenosti krede u prošlosti.

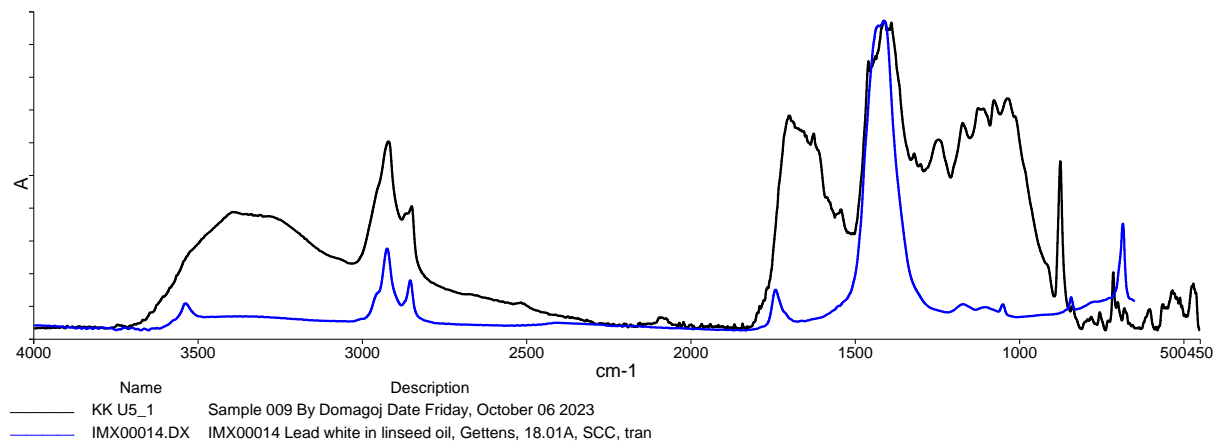


Slika 41. Infracrveni spektar FT-IR 4.- uzorak srebra na bolusu sa svijećnjaka br. 1 (crna krivulja), umbra s primjesama silikata (crvena krivulja) i mineralni vosak (plava krivulja)

FT-IR 4. Uzorak srebra na bolusu sa svijećnjaka br. 1 – Analiza otkriva izražene hematitne (umbra) vrpce, te alumo-silikatne vrpce koji prekrivaju estere voska, što je u skladu s prisutnošću bolusa, kako je potvrđeno XRF analizom koja je identificirala željezo, aluminij i silicij. Na srebru je pronađena vrsta voska, vjerojatno parafinskog, no točna identifikacija voska nije moguća zbog interferencije alumo-silikatnih spojeva.

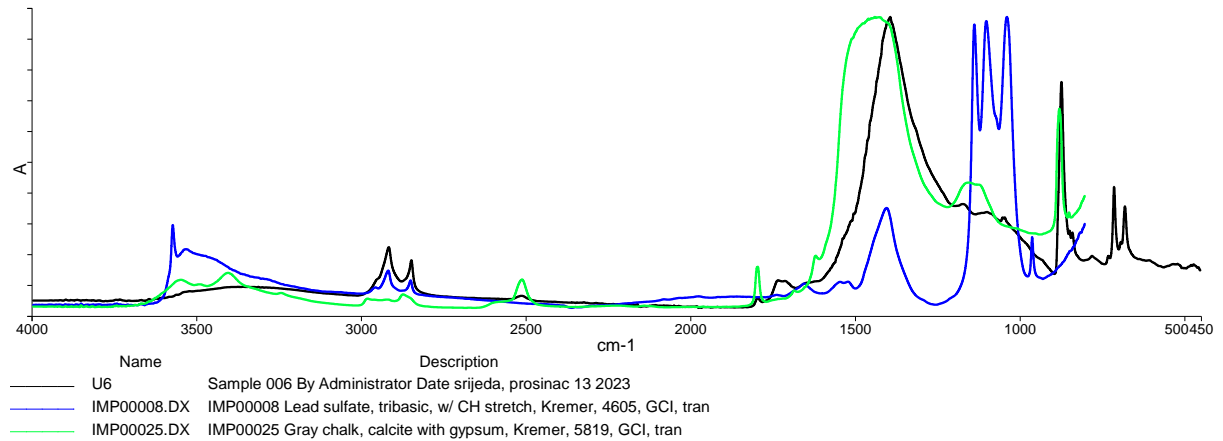


Slika 42. Infracrveni spektar FT-IR 5.- uzorak crnog preslika sa svijećnjaka br. 2 (crna krivulja), bitumen (crvena krivulja) i kalcijev karbonat (plava krivulja)



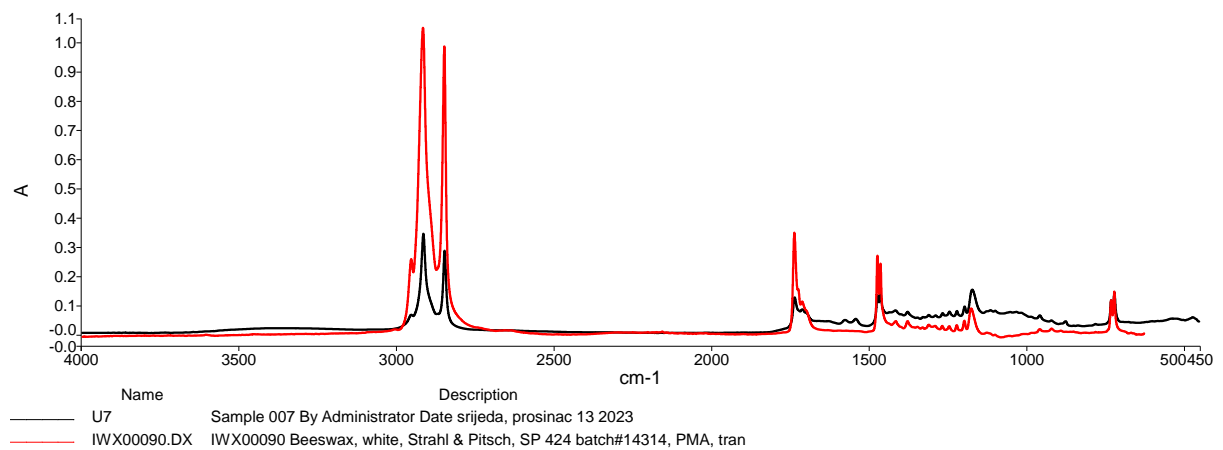
Slika 43. Infracrveni spektar FT-IR 5.- uzorak crnog preslika sa svijećnjaka br. 2 (crna krivulja) i olovno bijela (plava krivulja)

FT-IR 5. Uzorak crnog preslika sa svijećnjaka br. 2 – Identifikacija crnog pigmenta je otežana zbog prisutnosti organskih spojeva koji se starenjem mijenjaju. Najvjerojatnije je riječ o pigmentu na bazi bitumena. Najizraženije vrpce u spektru FTIR 6 upućuju na prisustvo kalcijevog karbonata i olovnog sulfata, što i vidimo u spektru FTIR 5. Pošto nije bilo moguće odvojiti crni preslik od bijelog podslika to objašnjava prisustvo dotičnih spojeva.



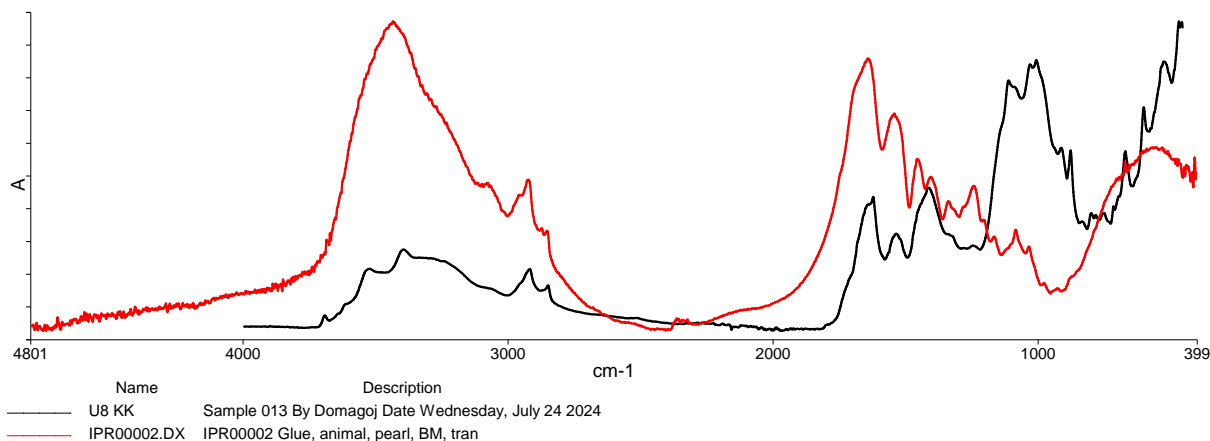
Slika 44. Infracrveni spektar FT-IR 6.- uzorak bijelog preslika (crna krivulja), olovni sulfat (plava krivulja) i kalcijev karbonat s primjesama (plava krivulja)

FT-IR 6. Uzorak bijelog preslika – Analiza pokazuje vrpce kalcijevog karbonata i olovnog sulfata, što je u skladu s rezultatima XRF analize.



Slika 45. Infracrveni spektar FT-IR 7.- kapljica voska s desne strane zlatnog cvijeta na svijećnjaku br. 2 (crna krivulja) i pčelinji vosak (crvena krivulja)

FT-IR 7. Kapljica voska s desne strane zlatnog cvijeta na svijećnjaku br. 2 – Vrpce nedvojbeno potvrđuju prisutnost pčelinjeg voska. S velikom sigurnošću se može pretpostaviti da je vosak dospio na pozlatu tijekom kapanja svijeća jer se u liturgijske svrhe koriste isključivo svijeće od pčelinjeg voska.

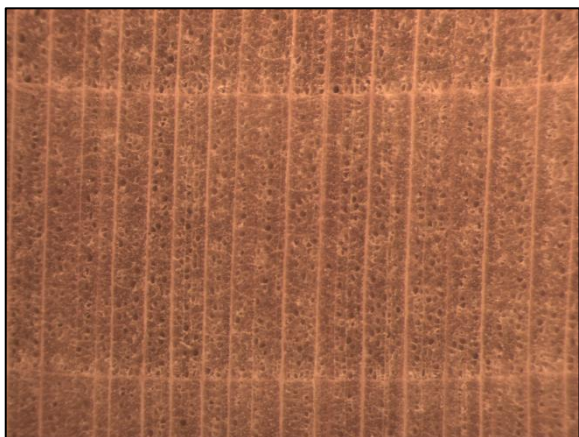


Slika 46.. Infracrveni spektar FT-IR 8.- uzorak bolusa sa svijećnjaka br. 2 (crna krivulja) i životinjsko vezivo (crvena krivulja)

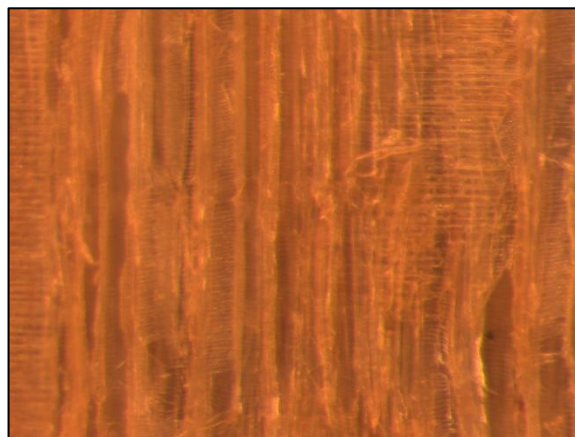
FT-IR 8. Uzorak bolusa sa svijećnjaka br. 2 – Identificirano je vezivo životinjskog porijekla, najvjerojatnije tutkalo, iako je teško precizno odrediti o kojoj se vrsti tutkala radi.

3. 5. Analiza drva

Analizu drva izvela je prof. dr. sc. Jelena Trajković u sklopu Šumarskog fakulteta. Uzorak je uzet sa svijećnjaka br. 1 na dnu postolja gdje je izvorno probušena rupa. Odabrano je navedeno područje zbog komadića drveta koji je sam od sebe visio, gotovo da je ispao, te se išlo za time da bude minimalna šteta na svijećnjaku. Pomoću stereo mikroskopa povećanja 20 do 250 puta, te usporedbom referentnih fotografiranih uzoraka iz ksiloteke (Slika 47. i 48.), profesoric Trajković ustanovila je da je riječ o drvetu lipovine.



Slika 47. Snimak poprečne površine uzorka lipovine iz ksiloteke pod stereo povećalom.



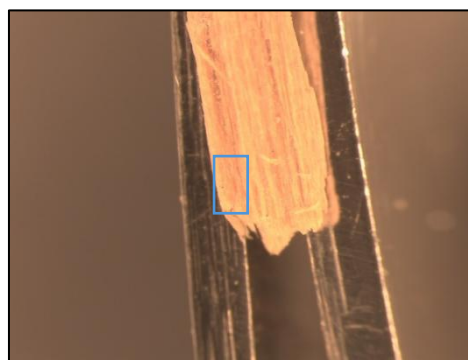
Slika 48. Snimak radijalne površine uzorka lipovine iz ksiloteke pod stereo povećalom.

Površine referentnih uzoraka lipovine iz ksiloteke promatrane su pod stereo povećalom različitim povećanjima. Na poprečnom presjeku (Slika 47.) vidljiv je difuzni raspored pora, odnosno traheja (tamne poligonalno omeđene rupice) u godu i uski drveni traci (svijetle okomite linije). Pore su uočljivo uglatog oblika, a traci u dvije uočljivo različite širine. Između pora i trakova nalazimo mehaničko staničje libriforma. Na radijalnom presjeku (Slika 48.) uočljiva su spiralna zadebljanja na stijenjkama svih članaka traheja, jednostavne perforacije i vodoravni nizovi stanica drvnog traka.

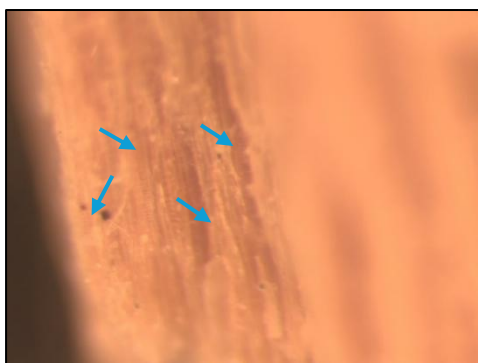
Na fotografiji uzorka površine poprečnog presjeka uzetog sa svijećnjaka br.1 (Slika 49.), povećanje je ipak veće nego na fotografiji uzorka iz ksiloteke. Vidljiva obilježja su podjednaka obilježjima uzorka iz ksiloteke. Na fotografiji uzdužne površine uzorka drva sa svijećnjaka (Slika 50.), uokvireni detalj je prikazan povećano na sljedeće dvije fotografije. Na približenim fotografijama plave strelice prikazuju spiralna zadebljanja članaka traheja (Slika 51. i 52.). Iako ih nije bilo moguće dovoljno razgovijetno fotografirati, na uzdužnom presjeku uzorka drva nalaze se jednostavne perforacije te višeredni drveni traci u dvije širine.



Slika 49. Snimak površine poprečnog presjeka uzorka drva sa svijećnjaka br. 1 pod stereo povećalom



Slika 50. Snimak uzdužne površine uzorka drva sa svijećnjaka br. 1 pod stereo povećalom



Slika 51. Snimak uzdužne površine uzorka drva sa svijećnjaka br. 1 pod stereo povećalom, povećani plavi pravokutnik sa slike 50, plave strelice pokazuju spiralna zadebljanja članaka traheja



Slika 52. Snimak uzdužne površine uzorka drva sa svijećnjaka br. 1 pod stereo povećalom, povećani plavi pravokutnik sa slike 50, plava strelica pokazuje spiralna zadebljanja članaka traheja

3. 6. Prijedlog radova

- Pakiranje i prijevoz iz MUO te smještaj u radionicu Odsjeka za konzerviranje i restauriranje umjetnina ALU Zagreb
- Uvođenje u inventarnu knjigu OKIRU
- Fotodokumentacija (standardna rasvjeta, UV), prije, tijekom i nakon radova
- 3D sken zatečenog stanja
- Izrada pisane i grafičke dokumentacije
- Prirodnoznanstvena istraživanja (XRF, FTIR, analiza drva)
- Podljepljivanje nestabilnih i odignutih slojeva
- Konsolidacija drvenog nosioca
- Uklanjanje ostatka preslika
- Kitanje drvenog nosioca
- Izrada nedostajućih dijelova drvenog nosioca
- 3D sken nakon nadopunjavanja i nadomještanja drvenog nosioca
- Impregnacija drvenog nosioca na mjestima gdje se nalazila osnova
- Nadoknada kredno-tutkalne osnove
- 3D sken nakon izrade kredno-tutkalne osnove
- Izolacija kredno-tutkalne osnove
- Nanošenje polimenta na novom sloju osnove
- 3D sken nakon nanošenja polimenta
- Nanošenje pozlate i srebra
- Patiniranje, postarivanje i retuširanje novih dijelova posrebrenja, pozlate i drvenog nosioca
- 3D sken nakon završnih radova
- Lakiranje posrebrenja odnosno nanošenje završnog zaštitnog sloja

4. KONZERVATORSKO-RESTAURATORSKI RADOVI

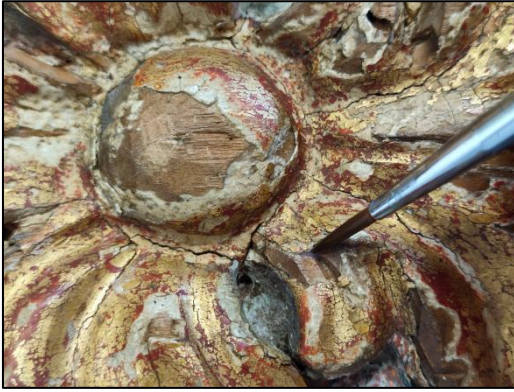
Nakon dopreme svijećnjaka na Odsjek za konzerviranje i restauriranje umjetnina na Akademiji likovnih umjetnosti u Zagrebu, izvedena je opservacija zatečenog stanja te napisana dokumentacija istoga. Nakon utvrđivanja zatečenog stanja, izrađen je plan radova. Svijećnjaci su vrlo oštećeni, no oštećenja nisu trusna te nije bilo potrebe provoditi preventivno podljepljivanje. Izvršena je fotodokumentacija zatečenog stanja, odnosno fotografiranje pod standardnom rasvjetom i ultraljubičastom svjetlošću. Prije konzervatorsko-restauratorskih radova na svijećnjacima, provedena su prirodnoznanstvena istraživanja, točnije rendgenska fluorescentna analiza (XRF), Fourierova transformacija infracrvene spektroskopije (FT-IR) te analiza drva. Nakon završetka vizualnih i prirodnoznanstvenih istraživanja, svijećnjaci su dokumentirani pomoću fotogrametrije te su izrađeni 3D modeli svijećnjaka u aplikaciji Polycam. Po dovršetku istražne dokumentacije započeti su radovi na svijećnjacima.

4. 1. Podljepljivanje nestabilnih i odignutih slojeva

Iako su svijećnjaci vrlo oštećeni, oštećenja su bila stabilna zbog prethodnih konzervatorskih radova. No unatoč prethodnim radovima, određene nestabilne i odignute dijelove bilo je potrebno ponovo podlijepiti. Oštećeni dijelovi podlijepljeni su akrilnim Lascaux 4176 sredstvom za konsolidaciju koji u sebi sadrži sredstvo za razbijanje površinske napetosti. Odabrano je akrilno sintetsko ljepilo zato što su u prijašnjem konzervatorskom radu podlijepljeni sintetskim ljepilom. Oštećenja su podlijepljena do zasićenosti (Slika 54.), odnosno sve dok oštećenje nije prestalo upijati ljepilo. Nakon što je oštećenje bilo zasićeno ljepilom, ostavljeno je da se osuši minimalno 24 sata. Sutradan su odignuta oštećenja spuštana pomoću toplinske špahle preko Melinex folije (Slika 55.).



Slika 53. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, inv. br. OKIRU 456, podljepljivanje nestabilnih i odignutih slojeva, diplomant Karlo Krekić



Slika 54. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, inv. br. OKIRU 456, detalj, lijeva strana, podljepljivanje nestabilnih slojeva na zlatnom cvijetu



Slika 55. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, inv. br. OKIRU 456, detalj, desna strana, spuštanje odignutih slojeva toplinskom špahtlom preko Melinex folije

4. 2. Konsolidacija drvenog nosioca

Drveni nosilac je vrlo stabilan, stoga gotovo nije bilo potrebe za konsolidacijom drva. Konsolidacija se najviše izvodila na nožicama svijećnjaka (Slika 56.) koja su bila pojedena i pulverizirana od crvotočine. Osim nožica, također su konsolidirane i sve rupice od crvotočina. Konsolidacija je izvršena 5%-tnom otopinom Paraloida B72 u acetonu, pomoću kista. Konsolidirano je sve do zasićenja.



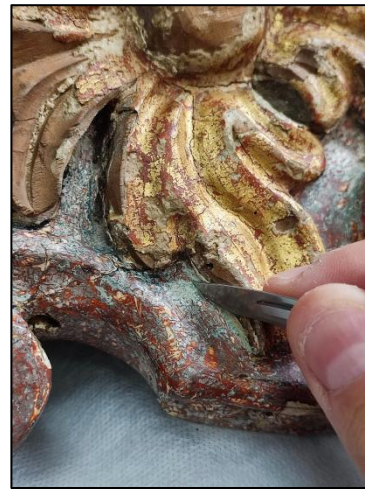
Slika 56. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456, detalj, desna noga, konsolidacija drvenog nosioca s 5%-tnim Paraloidom B72

4. 3. Uklanjanje ostatka preslika

Nakon što su sva oštećenja stabilizirana i konsolidirana, odlučeno je da će se ostatak preslika sa svijećnjaka br. 2 ukloniti. Crno plavi sloj preslika uklonjen je acetonom (Slika 57.), dok je bijeli preslik uklonjen mehaničkim putem pomoću skalpela (Slika 58.). Kako bi se crno plavi sloj preslika u potpunosti uklonio, posrebnije je dočišćeno acetonom. Na poleđini svijećnjaka br. 2 izvedena je jedna manja kontrasonda (Slika 59.) gdje je očuvan mali dio preslika za potrebe budućih istraživanja.



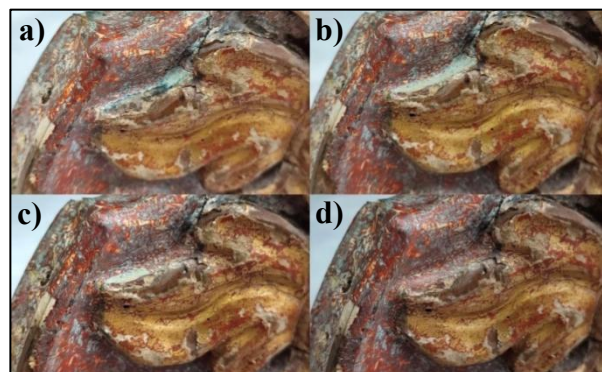
Slika 57. Prikaz pamučne vatiće nakon skidanja crnog preslika s acetonom



Slika 58. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, inv. br. OKIRU 456, detalj, lijeva strana, uklanjanje bijelog preslika pomoću medicinskog skalpela



Slika 59. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, inv. br. OKIRU 456, detalj kontrasonde na stražnjem dijelu trostranog kata



Slika 60. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, inv. br. OKIRU 456, detalj lista s crnim i bijelim preslikom, lijeva strana postolja, a) crni i bijeli preslik, b) crni preslik uklonjen, c) pola bijelog preslika uklonjeno, d) u potpunosti uklonjen preslik

4. 4. Nadoknada u sloju drvenog nosioca

Pukotina na srednjoj nožici svijećnjaka br. 2 zalijepljena je Drvofixom i učvršćena stegama (Slika 61.) kako bi se bolje primila te je potom ostavljena 24 sata da se zalijepi. Nakon što su sva oštećenja konsolidirana, uslijedilo je zapunjavanje rupica od crvotočine (Slika 62.) te rekonstrukcija drvenog nosioca Grillith kitom (Slika 64.), na svim mjestima gdje će se nalaziti osnova, odnosno pozlata i posrebrjenje. Na nožicama i određenim dijelovima na svijećnjaku, prije rekonstrukcija drvenog nosioca, dodani su drveni štapići od lipe (Slika 63.) kao armatura za Grillith kit. Na mjestima gdje je drveni nosilac bio konsolidiran Paraloidom B72 korišteno je dvokomponentno epoksidno ljepilo za lijepljenje drvenih štapića, a na mjestima gdje nije bilo konsolidirano korišteno je Drvofix, odnosno PVAc ljepilo. Na poleđini i dnu podnožja svijećnjaka nisu zapunjavane radijalne pukotinu u drvu, jer se vodilo za što manjim intervencijama, a moguće je i da su pukotine izvorne.



Slika 61. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, inv. br. OKIRU 456, detalj, srednja noga, zalijepljena noga s Drvofix-om i učvršćena stegama



Slika 62. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, inv. br. OKIRU 456, detalj, stražnja strana, zapunjavanje rupica od crvotočine Grillith kitom



Slika 63. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456, detalj, stražnja strana, desna noga s drvenim štapićima



Slika 64. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456, detalj, stražnja strana, rekonstruirana desna noga s Grillith kitom

4. 4. 1. Izrada nedostajućeg dijela drvenog nosioca

Na svijećnjaku br. 1 u potpunosti je nedostajao gornji članak tijela kojeg je bilo potrebno rekonstruirati. Dotični članak mogao se rekonstruirati zbog očuvanog primjerka istog sa svijećnjaka br. 2. Najprije je napravljen grafički crtež na papiru sa svim potrebnim mjerama za izradu novog članka. Potom je pomoću fotogrametrije napravljen 3D model u aplikaciji Polycam (Slika 65.) koji je isprintan na 3D printeru u PLA plastici (Slika 66.). 3D printani članak služio je isključivo kao referenca, odnosno predložak, budući da su mjere svijećnjaka različite. Također, članak koji je skeniran sa svijećnjaka br. 2, sadržavao je osnovu, poliment i srebrne listiće, a za izradu novog članka bio je potreban samo drveni nosilac. Svijećnjaci su imali različiti obujam kruga, stoga se najviše oslanjalo na nacrtani grafički prikaz s mjerama. Kroz cijeli postupak izrade novog članka valjalo je uzeti u obzir sloj osnove koji se nanosi na članak te koji će zapuniti rezbarije.

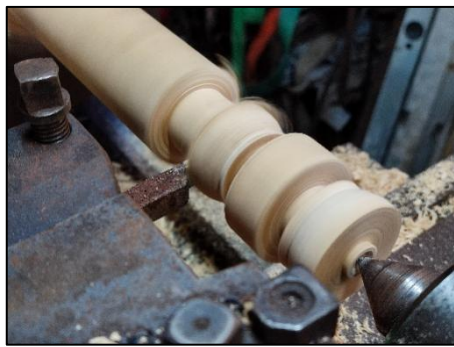


Slika 65. Prikaz 3D modela s teksturom sa članka svijećnjaka br. 2 u aplikaciji Polycam

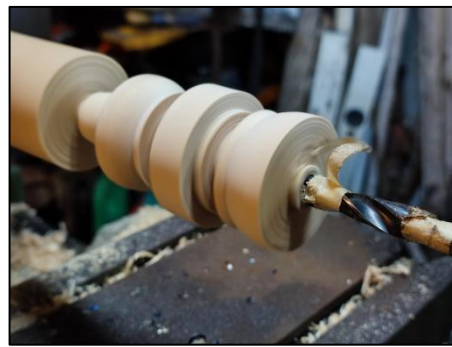


Slika 66. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456, detalj, 3D printani članak postavljen na svijećnjak

Za izradu novog dijela odlučeno je da će se koristiti lipovina, s obzirom na to da je analiza drva utvrdila ovu vrstu drva. Također, izrazito je bilo bitno poštovati izvornik zbog što sličnijeg ponašanja drva. Odabrani komad drva rezan je u tangencijalnom rezu, no iskorišten je samo dio s najboljim smjerom godova. Kako bi drvo bilo što kvalitetnije, odnosno kako bi se što manje uvijalo, godovi drva morali su biti što pravilniji. Odabrani dio drva izrezan je u duguljasti pravokutnik, pri tome pazeći na godove da odgovaraju izvorniku, te je potom postavljen na tokarski stroj. Tijekom tokarenja (Slika 67.), vodilo se ka što sličnijem izgledu izvornika. Nakon što je članak istokaren izbušila se rupa promjera 2 cm kako bi se nataknula na izvornik (Slika 68), te se dodatno rezbarila dlijetima zbog konusnog izgleda tiple. Potom je uslijedilo ručno rezbarenje kuglica dlijetima za drvo. Kao ljepilo korišten je Drvofix pomiješan s piljevinom od lipovine granulacije 40. Ljepilo s piljevinom nanoseno je na izvornik i novi članak (Slika 70.) koji je namješten tako da prati izvorne godove. Članak, odnosno spoj je zatim ostavljen da se osuši 24 sata.



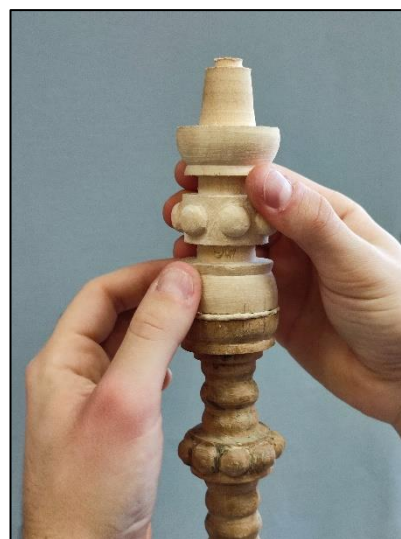
Slika 67. Tokarenje novog članka za svijećnjak br. 1 na tokarskom stroju



Slika 68. Bušenje rupe na dnu novog članka na tokarskom stroju s borerom



Slika 69. Tokareni i rezbareni novi članak za svijećnjak br. 1



Slika 70. Lijepljenje novog članka na svijećnjak br.1 s Drvofix-om pomiješan s piljevinom od lipovine granulacije 40

4. 5. Nadoknada u sloju osnove

Na temelju XRF i FT-IR analize osnove, odlučeno je da će se pratiti izvorna receptura sloja osnove. Sastav izvorne osnove čini tutkalo kao ljepilo, te gips kao punilo. Iz tog razloga, za izradu nove osnove, odabrana je bolonjska kređa sa zečjim kožnim tutkalom.

Prije nanošenja sloja osnove, bilo je potrebno impregnirati drveni nosilac. Drveni nosilac je premazan 10%-tnim zečjim kožnim tutkalom (Slika 71.) te potom ostavljen da se osuši, odnosno da nije mokar već pikav na dodir. Nakon što je cijeli drveni nosilac impregniran započelo je nanošenje sloja osnove. Zbog velike količine osnove koju je bilo potrebno nanijeti, ona se nije nanijela u jednom danu. Osnova je svaki dan iznova napravljena kako bi se izbjeglo kvarenje i slabljenje vezivne moći tutkala. Također, osnovu je bilo potrebno nanositi vrlo precizno, s velikim strpljenjem i pažnjom kako ne bi prelazila na izvornik.



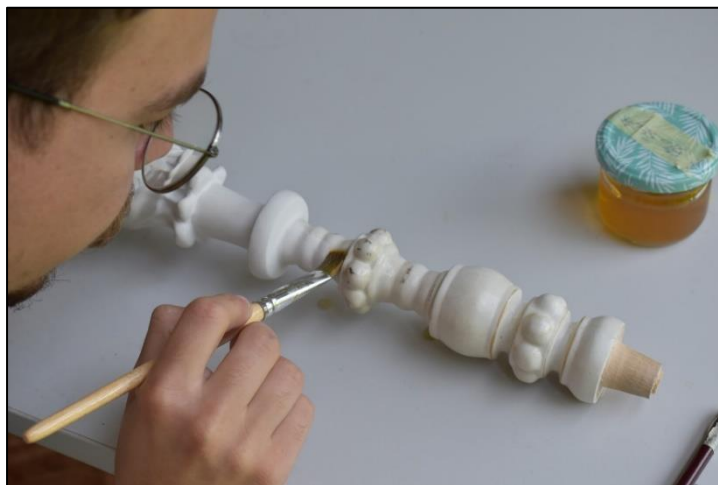
Slika 71. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456, impregnacija drvenog nosioca 10%-tnim zečjim kožnim tutkalom

Zagrijana 7%-tna kredno-tutkalna osnova nanosila se u više tanjih slojeva (Slika 72.), a svaki sloj je ostavljen da se osuši do mjere u kojoj više nije moker, ali da i dalje sadržava vlagu potrebnu za sljedeći nadolazeći sloj i njegovo bolje prijanjanje. Nakon što su sva oštećenja zapunjena i posušena, započelo se s obradom osnove. Kako bi se sloj osnove doveo do razine izvornika, višak sloja uklonjen je skalpelom te naknadno obrađen brusnim papirom granulacije 280, 400 te potom završnom granulacijom 600.

Za izolaciju osnove korištena je 5%-tna otopina šelaka u 96%-tnom etanolu. Otopina je nanosena kistom u jednom sloju (Slika 73.). Ovaj sloj izolacije sprječava prejako upijanje vezivnog sredstva iz sljedećeg nadolazećeg sloja, odnosno sloja polimenta.



Slika 72. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456, nanošenje 7%-tne kredno-tutkalne osnove



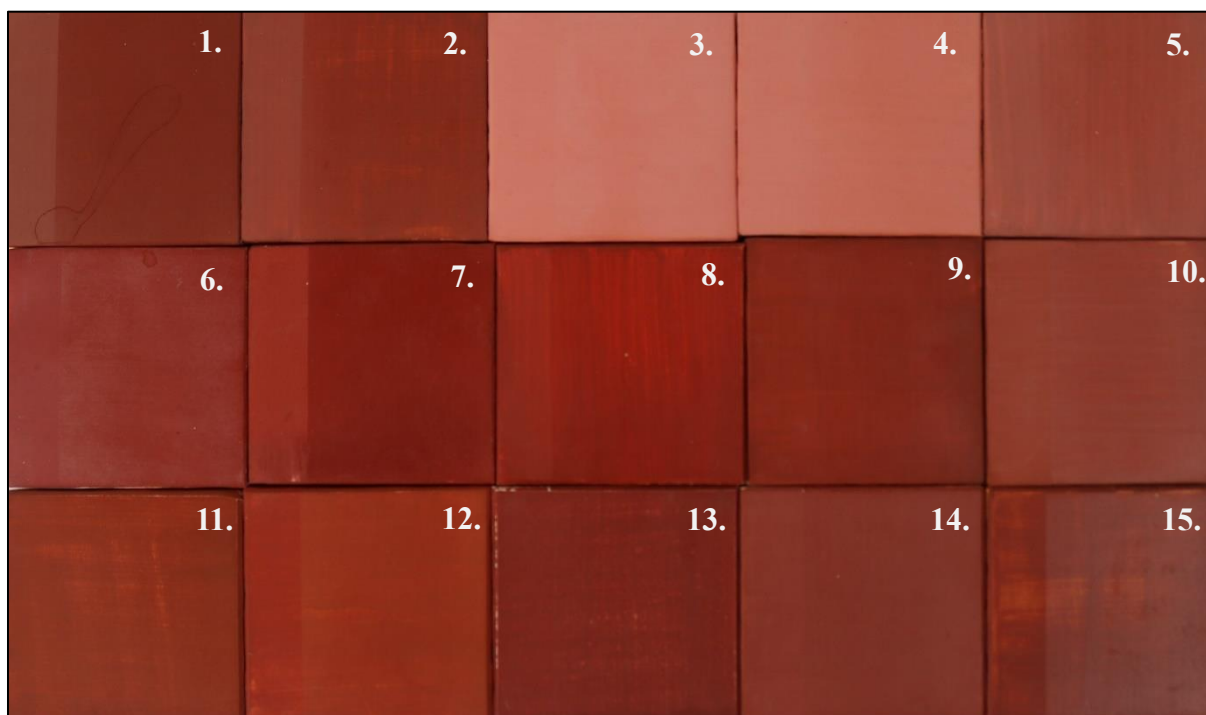
Slika 73. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456, izolacija kredno-tutkalne osnove 5%-tnom otopinom šelaka

4. 6. Izrada probi i nanošenje polimenta

Zbog specifičnog izgleda svijećnjaka, točnije žarkog crvenog polimenta koji prevladava, bilo je vrlo bitno pronaći poliment identične boje kao izvorni.

4. 6. 1. Izrada proba polimenta

Za izradu proba polimenta, korišteni su mali drveni kvadratni blokovi impregnirani 10%-tnom otopinom tutkala. Nakon što se tutkalo osušilo, nanescna je 7%-tna kredno-tutkalna osnova u 5 unakrsnih slojeva. Sutradan se osnova obradila brusnim papirom granulacijama od 280 do 600, te potom otprašila. Na ovakvu glatku i otprašenu podlogu, nanescna je 5%-tna otopina šelaka u jednom sloju. Nakon što se šelak u potpunosti osušio, započelo je nanošenje polimenta (Slika 74.).



Slika 74. Probe različitih bolusa, 1.) crveni LeFranc, 2.) žuti i crveni LeFranc, 3.) Armenski Kolner, 4.) žuti Lefranc i Armenski Kolner, 5.) Armenski Kolner i crveni LeFranc, 6.) crveni Maimeri, 7.) crveni Renesans, 8.) crveni Renesans, 9.) oxyrot Kolner, 10.) oxyrot Kolner, 11.) crveni Lefranc s kadmij narančastim pigmentom, 12.) crveni Lefranc s krom crvenim pigmentom, 13.) crveni Lefranc s krom crvenim pigmentom, 14.) crveni Armenski u grumenu, 15.) žuti i crveni Armenski u grumenu

Proba 1.

U 5%-tnoj otopini tutkala pomiješan je crveni LeFranc bolus. Nanesen je u 5 unakrsnih slojeva. Bolus se vrlo lijepo nanosio, no boja je rezultirala smečkasto crvenom te se time nije uklapala uz izvornik.

Proba 2.

U 5%-tnoj otopini tutkala pomiješan je žuti LeFranc bolus te je isto ponovljeno s crvenim LeFranc bolusom. U 2 unakrsna sloja nanesen je žuti bolus te potom 3 crvena sloja. Na ovoj probi boja bolusa je rezultirala boljom u odnosu na probu 1., no i dalje je sadržavala smečkasti ton te time ni on nije odgovarao izvorniku.

Proba 3.

U 5%-tnoj otopini tutkala otopljen je Armenski bolus od Kolnera. Nanesen je u 5 unakrsnih slojeva, relativno rijetke gustoće. Rezultat je poprilično pokrivan bolus, no previše je rozi i matiran.

Proba 4.

U 5%-tnoj otopini tutkala otopljen je žuti LeFranc bolus te je isto ponovljeno s Armenskim Kolner bolusom. Unakrsno je naneseno 2 sloja žutog bolusa te zatim 3 sloja Armenskog bolusa, gustoće iste kao kod bolus 3.. Žuti bolus u ovom slučaju nije bio od pomoći zbog prevelike pokrivenosti Armenskog bolusa. Rezultat je nevidljiv žuti bolus, a sveukupni dojam je previše rozi i matiran bolus.

Proba 5.

U 5%-tnoj otopini tutkala otopljen je crveni LeFranc bolus te je isto ponovljeno s Armenskim Kolner bolusom. Unakrsno je naneseno 4 sloja Armenskog bolusa te 1 rijetki crveni LeFranc bolus. S pomoću LeFranc bolusa uspješno se prigušila roza boja, no boja je u konačnici rezultirala smeđom te nije odgovarala.

Proba 6.

U 5%-tnoj otopini tutkala pomiješan je crveni Maimeri bolus. Napravljen je klasične konzistencije te je nanesen u 3 unakrsna sloja. Boja je relativno u redu, no mjestimično pomalo zamućena, odnosno nije sjajna.

Proba 7.

U 5%-tnoj otopini tutkala pomiješan je crveni Renesans bolus. Napravljen je klasične konzistencije te je nanesen u 3 unakrsna sloja. Rezultat je lijepa žarko crvena boja, možda malo i previše crvena u odnosu na izvornik. Najveći problem je taj što bolus pri proizvodnji najvjerojatnije nije bio dobro usitnjen jer je ostavljao vrlo male grudice.

Proba 8.

U 5%-tnoj otopini tutkala pomiješan je crveni Renesans bolus, no prethodno je dodatno usitnjen u tarioniku zbog grudica. Napravljen je vrlo rijetke konzistencije te je nanesen u 8 unakrsnih slojeva. Ovog puta su grudice nestale i boja je zadovoljavajuća.

Proba 9. i 10.

U objema probama u 5%-tnoj otopini tutkala otopljen je Oxyrot Kolner-ov crveni bolus. Napravljen je rjeđe konzistencije te je nanesen unakrsno u 8 slojeva. Na probi 9. boja je odlično odgovarala izvorniku. S obzirom na to da boja (ton) bila idealna, odlučeno je da će se u sljedećoj probi 10. napraviti još bolusa kojeg će se ispitivati u kombinaciji sa srebrnim i zlatnim listićima. Međutim, u probi 10. boja je rezultirala smeđom i zagušenom, točnije boja bolusa se znatno promijenila u odnosu na probu 9. u kojoj je boja bila idealna. S obzirom na to da boja varira iz nepoznatog razloga, Oxyrot Kolner-ov crveni bolus nije se pokazao kao idealno rješenje.

Proba 11.

U 5%-tnoj otopini tutkala pomiješan je crveni LeFranc bolus te je dodan kadmij narančasti pigment. Napravljen je klasične konzistencije te je nanesen u 2 unakrsna sloja. Lijepo se nanosio, no boja je rezultirala previše narančastom te je iz tog razloga ne prihvatljiva.

Proba 12.

U 5%-tnoj otopini tutkala pomiješan je crveni LeFranc bolus te je dodan krom crveni pigment. Napravljen je rjeđe konzistencije te je nanesen u 4 unakrsna sloja. Bolus se lijepo nanosio, no boja je također rezultirala previše narančastom.

Proba 13.

U 5%-tnoj otopini tutkala pomiješan je crveni LeFranc bolus te je dodan mars crveni pigment. Napravljen je klasične konzistencije te je nanesen u 2 unakrsna sloja. Bolus se odlično nanosio, a boja je fantastična za dijelove izvornika koji su zaprljani.

Proba 14.

Grumen crvenog Armenskog bolusa usitnjen je u tarioniku te pomiješan s 5%-tnom otopinom tutkala. Napravljen je klasične konzistencije te je nanesen u 4 unakrsna sloja. Rezultat je vrlo lijepa boja bolusa koja paše na određene dijelove svijećnjaka, no nedostaje mu žarkosti.

Proba 15.

U 7%-tnoj otopini tutkala pomiješan je grumen žutog Armenskog bolusa te je isto ponovljeno za grumen crvenog Armenskog bolusa. Napravljeni su rjeđe konzistencije te su prvo nanesena 3 žuta sloja, a zatim 3 sloja crvenog. Bolusi su se odlično nanosili te je boja identična izvorniku. S bolusom je bilo vrlo lako upravljati, odnosno, za određene dijelove svijećnjaka bio je potrebniji više narančastiji bolus, a ponegdje više crvenkastiji. U tom slučaju, za narančastiji bolus koristilo se manje slojeva crvenog, a za zagušeniju crvenu, koristilo se više slojeva crvenog. Bolus nakon nanošenja nije potrebno niti četkati jer boja odlično odgovarala izvorniku.

4. 6. 2. Izrada i nanošenje polimenta

Nakon što je pronađen bolus idealne boje i svojstava potrebnih za rekonstrukciju polimenta, započelo se s izradom istoga. Dok se 7%-tno zečje kožno tutkalo zagrijavalo u *bagna maria*-i ispod 60 C°, istovremeno se u glatkom keramičkom tarioniku, grumen žutog armenskog bolusa usitnjavao. Kada je tutkalo doseglo idealnu temperaturu, u posudu je dodan usitnjeni žuti bolus te dobro promiješan da se dobro otopi, kako ne bi sadržavao grudice. Isto smo ponovili s grumenom crvenog armenskog bolusa. Bolusi su napravljeni rijetke gustoće kako bi se postigla izvorna boja i sjaj, a i kako ne bi ostali tragovi kista pri nanošenju. Prvo je nanesen žuti bolus u nekoliko slojeva (Slika 75.) dok nije postao relativno pokrivan te se zatim crveni bolus nanosio sve dok nije postignuta željena boja (Slika 76.). Za ahatiranjem, odnosno četkanjem bolusa nije bilo potrebe jer izvorni bolus nije bio previše sjajan.



Slika 75. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456, nanošenje žutog bolusa



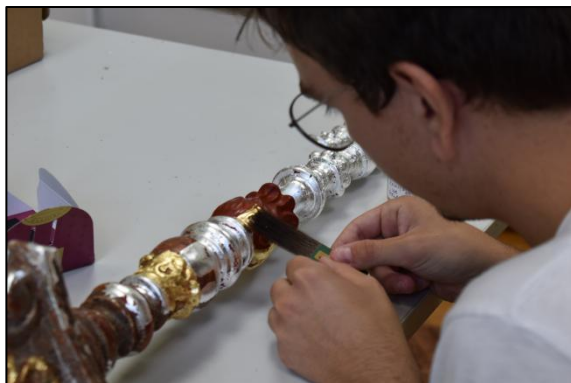
Slika 76. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456, nanošenje crvenog bolusa

4. 7. Izrada probi i nanošenje srebrnih i zlatnih listića

Za srebrne listiće odabrani su listići kvalitete 999/1000, dok je za pozlatu bilo potrebno pronaći što sličniju boju zlata izvorniku. Preko kataloga od firme Norris izabrano je nekoliko različitih legura, odnosno nijansi zlata te su izvedene probe na odabranom bolusu da se uspoređi koja je boja zlata najbližnja (Slika 77.). Isprobane su 4 vrste zlata visokih kvaliteta: Dukaten dopel gold 23 K, Rosenoble dopel gold 23.75 K, Versailles gold extra dunkel 23 K i Dukaten antik gold P1 23.6 K. Iako se na fotografiji ne uočava prevelika razlika između dotičnih vrsta zlata, odabrano je Dukaten antik gold P1 23.6 K zlato zbog najveće sličnosti izvorniku. Nakon što su srebrni i zlatni listići bili odabrani, krenulo se u posrebrivanje i pozlaćivanje. Najprije se bolus razjetkao rakijom te su se potom nanosili listići (Slika 78. i 79.). Za ahatiranjem nije bilo potrebe jer su izvorni srebrni i zlatni listići mat izgleda. Izvorno su određeni dijelovi najvjerojatnije bili ahatirani, no poštivala se starost svijećnjaka koja je bila prisutna.



Slika 77. Probe boja različitih vrsta zlatnih listića, 1.) Dukaten dopel gold 23K, 2.) Rosenoble dopel gold 23.75K, 3.) Versailles gold extra dunkel 23K, 4.)Dukaten antik gold P1 23.6K



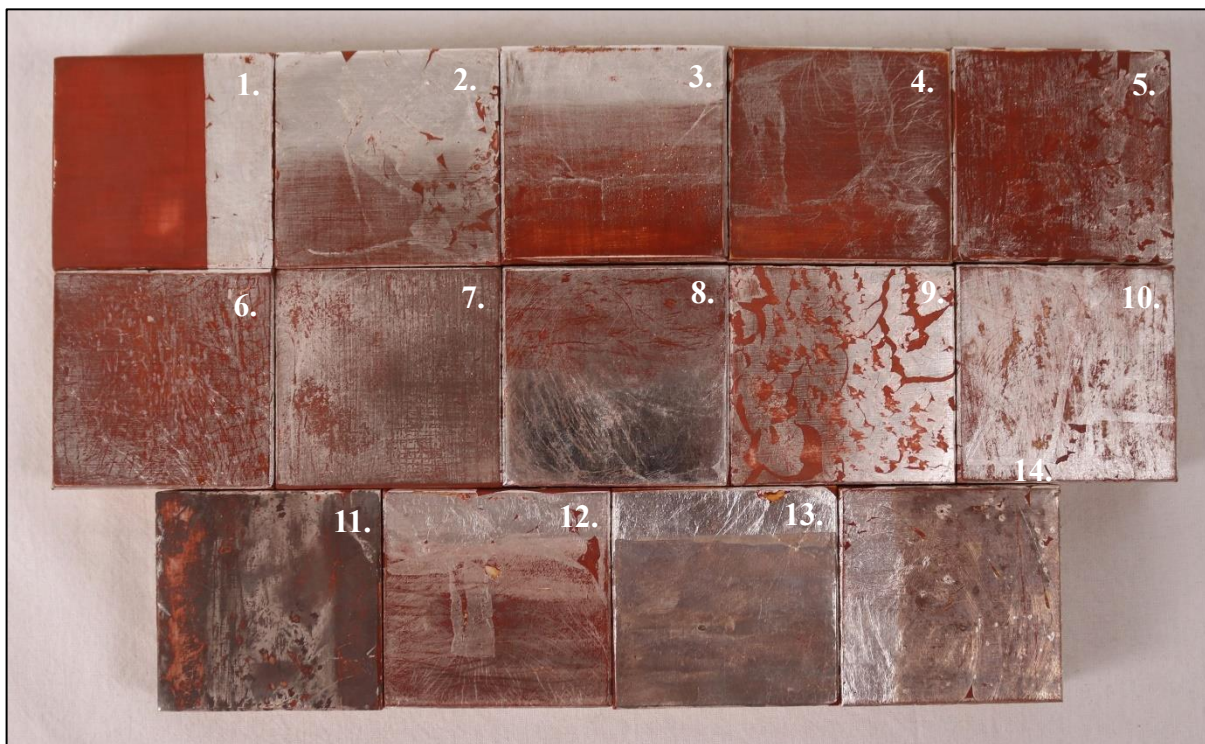
Slika 78. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456, nanošenje zlatnih listića na crveni bolus



Slika 79. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456, nanošenje srebrnih listića na crveni bolus

4. 8. Retuš i patiniranje

Za retuš drvenog nosioca te patiniranje srebra i zlata, odlučeno je da će se pratiti izvornik, odnosno pratit će se lokalni izgled oštećenja i time će se i samo oštećenje rekonstruirati. Za patiniranje srebrnih izvedene su prvo probe na drvenim pločicama (Slika 80.).



Slika 80. Probe patiniranja i postarivanja srebrnih listića

4. 8. 1. Patiniranje i postarivanje srebrnih listića

Proba 1.

U ovoj probi razmatralo se odgovara li boja bolusa s matiranim srebrom te se potom usporedilo s izvornikom.

Proba 2.

Nakon što je nanesen srebrni listić, ostavljen je 24 sata da se osuši te nije ahatiran. Potom se pomoću čelične vune, finoće 0000, namotane oko štapića, vrlo blagim jednosmjernim potezima, u potpunosti suh listić oštetio. Čelična vuna omogućila je vrlo dobru kontrolu oštećivanja listića te je time zagušila sjaj srebra.

Proba 3.

Na ovoj probi ponovljen je isti postupak kao na probi 2.. Promatrala se gradacija oštećenja s čeličnom vunom finoće 0000.

Proba 4.

Tijekom nanošenja srebrnih listića, oni su namjerno naneseni neuredno te ih se preklapalo jedan preko drugoga, kako bi se vidio efekt jačeg istanjivanja srebra. Nakon 24 sata, kada je listić u potpunosti osušen, izvedena je proba Vileda spužvicom za pranje posuđa, srednje gruboće (medium). Zelenim, odnosno čeličnim dijelom spužvice, polako se trljalo o listić dok najtanji dijelovi nisu nestali i ostali vidljivi samo preklopi. Efekt stanjivanja srebra je zadovoljavajući, no potrebno je paziti da se listić ne gužva.

Proba 5.

Nakon što se listić u potpunosti osušio, cijela površina je oštećena, odnosno izlizana/izgrebana čeličnom vunom finoće 0000. Medicinskim skalpelom se vrlo lagano grebalo po površini kako bi se dobila malo veća oštećenja. Nakon skalpela, ponovo je sve lagano pređeno čeličnom vunom da ublaži oštre rubove skalpela.

Proba 6.

Nakon što se listić u potpunosti osušio, izgrebalo ga se zelenom stranom Vileda spužvice srednje gruboće. Zatim su se medicinskim skalpelom izvodili nasumični potezi kako bi se listić oštetio u svim smjerovima. Određeni oštri rubovi, koji su upadali u oko, ublažili su se čeličnom vunom finoće 0000. S obzirom da su pojedini dijelovi bili previše oštećeni, na njima su srebrom u akvarelu izvedene crtice i točkice koje su dodatno ublažene čeličnom vunom finoće 0000.

Proba 7.

Nakon što se srebrni listić postavio na bolus, ostavljen je da se djelomično osuši. Dok je listić bio još blago vlažan, uslijedilo je tufkanje kistom za nanošenje rakije iz seta za pozlatu kako bi se odigli komadići srebrnog listića. Nakon što se listić još dodatno osušio, oštrijim dijelom drvenog štapića izvodile su se unakrsne crte preko listića za dobivanje približnog efekta krakeliranih listića. Sutradan, kada je listić u potpunosti bio suh, njegova je površina obrađena zelenim dijelom Vileda spužvice srednje gruboće. Na taj način ublažena su sva oštećenja te je cijeli listić dobio sivi ton, što i nije loše za imitaciju patine, ali nažalost nije odgovaralo izvorniku.

Proba 8.

Nakon što je srebrni listić nanesen na bolus, ostavljen je da se djelomično osuši te je potom zasjajen ahatom. Sutradan, kada se u potpunosti osušio, pola površine je najprije prijeđeno čeličnom vunom finoće 0000 te je zatim medicinskim skalpelom nasumično grebano kako bi se dobila izgrebana površina kao što je to vidljivo na dijelovima izvornika.

Proba 9.

Nakon nanošenja srebrnog listića, vjeвериčjim kistom za nanošenje listića, listić se pomicao po površini sve dok nije popucao. Sutradan, kada je listić u potpunosti bio suh, pređeno je s čeličnom vunom finoće 0000 preko pola površine.

Proba 10.

Nakon što je listić nanesen, ostavljen je da se u potpunosti osuši. Sutradan se s namočenim žutim, spužvastim dijelom Vileda spužvice lagano tapkalo po površini te se brzim kratkim potezima skidalo površinu listića. Dok je listić bio još minimalno vlažan, gotovo suh, vrlo laganim potezima je pređeno zelenom, odnosno čeličnom stranom Vileda spužvice preko cijele površine kako bi se izgrebao i dodatno ugasio sjaj srebra.

Proba 11.

Nakon što je listić nanesen, ostavljen je da se u potpunosti osuši. Sutradan je kistom nanescena patina Idea te je zaustavljena reakcija vaticom natopljenom u white spiritu. Na dijelovima je patina nanescena jednim potezom kista, dok je na drugim dijelovima nanescena pomoću vaticice u mrljama. Točkice su nanescene tankim vrhom kistića. Na donjem dijelu probe, za vrijeme zaustavljanja reakcije vaticom natopljenom u white spiritu, cilj je bio oštetiti listić jer je patina na bazi vode koja je samim time reaktivirala bolus. Reakcija patine je zaustavljena dok je bila još blago siva, odnosno najslabija izvorniku. Međutim, do sutradan je reakcija polagano nastavila reagirati te je u potpunosti pocrnila. Ovaj nastavak reakcije naravno nije nikako odgovarao, a ona se može pripisati *white spiritu* koji je očito ublažio, točnije razrijedio patinu ali ju nije u potpunosti zaustavio. Kemijska reakcija patine trebala bi biti zaustavljena vodom, no to u ovome slučaju nikako nije bilo moguće zbog prisutnosti bolusa koji bi se reaktivirao, te samim time odignuo srebrni listić.

Proba 12.

Nakon što je listić nanesen, ostavljen je da se u potpunosti osuši. Sutradan je kistom nanescena patina Idea koja je razrijeđena vodom u omjeru 1:4. Zbog velike količine vode u patini, za vrijeme zaustavljanja kemijske reakcije *white spiritom* oštetio se i stanjio srebrni listić. Dio gdje je nanesen novi komad listića preko starog se najmanje oštetio. Oštećivanje srebrnog listića za vrijeme zaustavljanja kemijske reakcije patine, rezultiralo je relativno u redu u pogledu oštećenja izvornika. Unatoč zaustavljenoj reakciji, sve do sutradan je zamijećen blagi nastavak njene oksidacije. Rezultat nije bila u potpunosti crna patina, već je ostala blago siva kao i kod izvornika.

Proba 13.

Nakon što je listić nanesen te u potpunosti osušen, tri četvrtine površine patinirano je patinom Idea razrijeđenom u vodi 1:1. Kemijska reakcija zaustavljena je *white spiritom* te nije došlo do oštećenja listića jer nigdje nije izvirio bolus. Kemijska reakcija patine zaustavljena je dok je bila blago siva. Nakon što je *white spirit* ispario, pola površine je premazano voskom u pasti firme LeFranc da se provjeri bi li bi se na taj način zaustavila kemijska reakcija patine. Sutradan je patinirani dio dodatno potamnio te se ne uočava razlika između voštane površine i ne voštane. Što bi značilo da vosak ne zaustavlja kemijsku reakciju, nego ju zapravo samo zarobi ispod sloja voska te nastavi oksidirati, odnosno patinirati. Nastavak patiniranja nije zbog kisika u zraku, nego zbog ostataka čestica sumpora u patini koji se ne isperu dobro *white spiritom*.

Proba 14.

Nakon što je listić nanesen te u potpunosti osušen, tri četvrtine površine patinirano je patinom Idea razrijeđenom u vodi 1:1 radi sporije kemijske reakcije patine. Kemijska reakcija zaustavljena je *white spiritom* puno prije nego li je potamnilo do boje na izvorniku te je ostavljeno do sutradan da se patinira do kraja te da se zaustavi reakcija. Kada je kemijska reakcija bila u potpunosti zaustavljena, dosegla je boju vrlo sličnu izvorniku. Kada je površina u potpunosti bila suha, vaticom namočenom u vodu te potom dobro ocijeđenom, trljalo se vrlo blago po površini dok se nije lagano stanjila površina srebrnog listića. Nakon što je taj proces u potpunosti bio suh, medicinskim skalpelom lagano se grebalo po površini te je potom cijela površina dodatno pređena čeličnom vunom finoće 0000. Ovim procesom dobio se zadovoljavajući izgled i boja patine slična, odnosno skoro ista izvorniku. Na izvorniku se srebrni listić dodatno oštećivao po potrebi.

4. 8. 2. Patiniranje srebrnih i zlatnih listića

Nakon što je odabran način patiniranja, izrađen je 3D model članka svijećnjaka na kojem su izvedene probe patiniranja (Slika 81.). Za patiniranje srebrnih listića korištena je metodologija iz Probe 14. Zlatni listići patinirani su vodenim bojama i bijelim gvašem. Naknadno su po potrebi oštećeni medicinskim skalpelom (Slika 83.) i čeličnom vunicom finoće 0000. Srebrni listići su zaštićeni voskom u pasti od daljnjeg oksidiranja.



Slika 81. Prikaz 3D printanog članka svijećnjaka u svim fazama rada, 1.) 3D printani članak, 2.) bijeli poliment, 3.) žuti poliment, 4.) crveni poliment, 5.) zlatni i srebrni listići, 6.) patiniranje i postarivanje



Slika 82. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456, patiniranje srebrnih listića



Slika 83. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456, oštećivanje zlatnih listića s medicinskim skalpelom

4. 8. 3. Retuš drvenog nosioca

Retuš drvenog nosioca, na poleđini svijećnjaka, izveden je vodenim bojama te gvaš bijelom kao pokrivnim medijem. Novo tokareni članak na vrhu izvorno nije krediran niti posebren. Najprije se izolirao s gotovom 15%-tnom otopinom šelaka firme Kremer. Nanesen je u 2 vrlo obilna sloja kako bi drvo što manje upijalo. Nakon što se drvo osušilo, započet je retuš vodenim bojama i bijelim gvašem (Slika 84.). Članak na svijećnjaku br. 2 imao je tragove osnove te je odlučeno da se razrijeđena 7%-tna kredno-tutkalna osnova nanese u segmentima zbog vjerodostojnosti.



Slika 84. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456, retuš novog članka s vodenim bojama

5. UPOTREBA FOTOGRAMETRIJSKOG SNIMANJA NA SVIJEĆNJACIMA

Tema ovog diplomskog rada je snimanje svijećnjaka pomoću fotogrametrije tijekom nekoliko konzervatorsko-restauratorskih radnih faza u svrhu promicanja digitalne dokumentacije i prezentacije kulturnih dobara. Fotogrametrija omogućuje vrlo točno mjerenje i bilježenje dimenzija te oblika umjetnina, čime se osigurava vjerna reprodukcija. Neinvazivna je metoda, budući da koristi samo fotografije, ne oštećuje umjetnine i može se primijeniti na osjetljive ili krhke objekte. Digitalni zapisi također omogućuju dugotrajno čuvanje podataka o stanju i izgledu umjetnina, što je korisno za buduća istraživanja. Također, u muzejima je moguća prezentacija restauratorskih radnih faza u svrhu edukacije i prezentacije digitalnih rekonstrukcija, te prodaja 3D replika umjetnina. 3D modeli i digitalne datoteke lako se dijele među istraživačima, potičući internacionalnu suradnju i razmjenu znanja. Sve ove prednosti čine fotogrametriju vrijednim alatom u očuvanju i prezentiranju kulturne baštine.

5. 1. Povijest i razvitak fotogrametrije

Fotogrametrija je etimološki sastavljena od grčkih riječi *photos* (svjetlo), *graphein* (pisati ili crtati) i *metron* (mjeriti), što znači "mjerenje iz fotografija".²⁶

Fotogrametrija, kao disciplina, predstavlja sintezu umjetnosti, znanosti i tehnologije, usmjerene na dobivanje pouzdanih informacija o fizičkim objektima i okolišu kroz precizne procese snimanja, mjerenja i interpretacije fotografskih slika. Prema Američkom društvu za fotogrametriju i daljinsko istraživanje (ASPRS), fotogrametrija obuhvaća ne samo tradicionalne fotografije već i obrasce zračenja elektromagnetske energije te druge fenomene, što omogućuje sveobuhvatno sagledavanje i analiziranje podataka. Ova disciplina omogućava trodimenzionalna mjerenja koja se primjenjuju na objekte iz fotografija, omogućujući određivanje njihovog položaja, orijentacije, oblika i veličine, što je ključno za mnoge primjene.

Povijest fotogrametrije seže unazad sve do sredine 19. stoljeća, otprilike u isto vrijeme kada je izumljena moderna fotografija. Prvi značajni napredci u fotogrametriji povezani su s razvojem kartografije, gdje je korištenje zračnih fotografija postalo neizostavno u izradi detaljnih i preciznih karata. Tijekom posljednjih 80 godina, fotogrametrija je bila ključna u izradi geografskih i topografskih karata, osobito s razvojem zrakoplovstva koje je omogućilo lakše snimanje velikih površina Zemlje iz zraka.

U posljednjim desetljećima, zahvaljujući brzom tehnološkom napretku poput razvoja satelitskih snimaka visoke rezolucije, bliskih tehničkih sustava i automatiziranih bespilotnih letjelica

²⁶ SAIF WAHIB, *Photogrammetry: a brief historical overview*, ResearchGate, studeni 2022., str. 1-2.

(dronova), fotogrametrija je proširila svoju primjenu na različite sektore. Danas se koristi u promatranju Zemlje, praćenju okoliša, urbanom planiranju i razvoju pametnih gradova, arhitekturi, industrijskoj inspekciji, robotici, medicini, arheologiji i konzervaciji kulturnih dobara.

Kroz svoj povijesni razvoj, fotogrametrija je prošla kroz tri ključne faze koje su značajno oblikovale njezin napredak: analognu, analitičku i digitalnu fotogrametriju. Analogna fotogrametrija, koja je dominirala u ranom 20. stoljeću, oslanjala se na teoriju stereoskopskog vida, omogućujući dobivanje 3D informacija iz parova fotografija kroz metodu mjerenja paralakse. Tijekom ove faze, korišteni su različiti optički i mehanički uređaji, poput stereoskopa, koji su bili neizostavni za precizno mjerenje i izradu karata.

Razvoj računala u 1950-ima označio je početak analitičke fotogrametrije. Ova faza omogućila je zamjenu fizičkih projekcija, korištenih u analognoj fotogrametriji, s digitalnim izračunima koji su omogućili preciznije i brže određivanje 3D pozicija objekata. Osnovna teorija na kojoj se temelji analitička fotogrametrija je kolinearna jednačba, koja povezuje točku u stvarnom svijetu s njezinom slikovnom točkom na fotografiji. Ovo je otvorilo vrata za brojne inovacije i unapređenja u točnosti i pouzdanosti fotogrametrijskih analiza.

S dolaskom digitalne ere, fotogrametrija je ušla u novu fazu razvoja. Digitalna fotogrametrija usmjerena je na automatizaciju procesa koji su prethodno zahtijevali ručni rad, poput pozicioniranja točaka na fotografijama. Korištenjem naprednih algoritama za usporedbu slika, digitalna fotogrametrija omogućila je automatsko prepoznavanje i mjerenje 3D koordinata objekata, čime se značajno ubrzao i unaprijedio cijeli proces. Danas, digitalna fotogrametrija koristi sofisticirane softverske alate i napredne tehnologije, kao što su masovna paralelna obrada podataka, visoko rezolucijske digitalne kamere, bespilotne letjelice, dronovi, čak i pametni telefoni omogućujući preciznu i brzu izradu različitih 3D proizvoda.

Ovaj kontinuirani razvoj fotogrametrije je transformirao tradicionalne pristupe i omogućio široku primjenu u modernim industrijama, znanostima i umjetnosti. Kroz povijest, fotogrametrija je postala nezamjenjiv alat u razumijevanju i interpretaciji fizičkog svijeta, a njezin značaj nastavlja rasti s daljnjim napretkom tehnologije i sve složenijim zahtjevima suvremenih primjena.²⁷

²⁷ WU BO, *Photogrammetry: 3D-from imagery*, The Hong Kong Polytechnic University, China 2017, str. 1-5.

5. 2. Osnove fotogrametrije

Fotogrametrija je tehnika koja omogućuje mjerenje i rekonstrukciju objekata u trodimenzionalnom prostoru na temelju dvodimenzionalnih fotografija. Prvi korak u ovom procesu je snimanje serije fotografija objekta iz različitih kutova. Ključno je da se svaka fotografija preklapa s drugim slikama kako bi se osigurala što preciznija 3D rekonstrukcija. Nakon snimanja, softver za fotogrametriju analizira fotografije i identificira zajedničke točke, koje se mogu prepoznati na više slika. Te točke obično predstavljaju jasne detalje, poput rubova ili tekstura, koje su lako prepoznatljive na različitim fotografijama. Nakon identifikacije zajedničkih točaka, softver koristi metodu triangulacije kako bi odredio precizne trodimenzionalne koordinate tih točaka u prostoru. Triangulacija se temelji na matematičkim izračunima koji određuju točnu lokaciju svake točke u odnosu na kamere koje su snimile fotografije. Na temelju tih 3D koordinata, softver zatim gradi trodimenzionalni model objekta. Ovaj model može biti vrlo detaljan, ovisno o kvaliteti i količini ulaznih fotografija, te se obično prikazuje u obliku mreže koju čine poligoni. Završni korak u procesu uključuje primjenu tekstura na 3D model kako bi izgledao realistično. Teksture se izrađuju iz originalnih fotografija, čime model vjerno prikazuje stvarni objekt.²⁸

5. 2. 1. Oprema za snimanje

Za fotogrametriju se može koristiti širok spektar fotoaparata, uključujući kamere na telefonima. Međutim, za postizanje najbolje kvalitete snimanja ključno je imati fotoaparatus koji može snimati visoko razlučive i oštre slike. Visoka rezolucija omogućuje stvaranje detaljnijih modela i smanjuje potrebu za većim brojem fotografija tijekom procesa rekonstrukcije. Što se tiče objektivna za fotoaparate, potrebno je prilagoditi se situaciji, to jest objektu koji snimamo. Na tržištu postoje razni objektivni za različite primjene, ali za fotogrametriju najuniverzalniji objektiv je onaj s varijabilnim zumom. Takav objektiv omogućuje prilagodbu fokusa i kadriranja prema situaciji, što olakšava snimanje različitih objekata bez potrebe za promjenom objektivna. Važno je napomenuti da softveri za rekonstrukciju dobro rade s fotografijama različitih žarišnih duljina, ali ako je moguće, uvijek je najbolje da su sve fotografije snimljene s iste žarišne duljine.²⁹ Fotogrametrijska snimanja mogu se izvoditi i video snimanjem. Vrlo je bitno da kvaliteta video snimka bude što veća kako bi program za rekonstrukciju imao što manje problema tijekom izrade 3D modela. Video snimke su brze i efikasne za snimanje geometrije,

²⁸ GANCI GIUSEPPE, *Basics of Photogrammetry*, Geodetic Services Inc., 2019., str. 4.

²⁹ LACHAMBRE S., LAGARDE S., JOVER C., *Photogrammetry workflow*, Rendering Research, 2017., str. 6-9.

ali zbog podrhtavanja ruku, snimljeni video može imati više zamućenja. Preporučuje se da se finalne snimke odrade fotografiranjem, dok video snimke mogu poslužiti za brze snimke. U konačnici, odabir dobrog fotoaparata i objektiva može značajno utjecati na kvalitetu konačnih rezultata u fotogrametriji, olakšavajući proces stvaranja preciznih 3D modela.³⁰

5. 2. 2. Postavke opreme za snimanje

Najbolji rezultati tijekom rekonstrukcije dobivaju se iz oštih slika bez zatamnjenih ili previše svijetlih područja. Oštrina je ključna komponenta, jer nejasne slike rezultiraju lošijom kvalitetom konačnog modela. Primjeri loših ekspozicija uključuju tamna ili zatamnjena područja koja otežavaju rekonstrukciju, dok slike s previše svijetlih dijelova mogu izazvati izmaglicu ili gubitak detalja. Preporučene postavke uključuju otvor blende $f/8$, što omogućuje optimalnu ravnotežu između dubine polja i oštine. Uključivanje automatskog fokusa može dodatno pomoći u postizanju oštih slika, no važno je provjeriti je li fokus pravilno postavljen. Kada se snima na otvorenom, uvjeti osvjetljenja mogu se značajno mijenjati zbog kretanja sunca ili oblaka, stoga se ne preporučuje korištenje stativa jer može produžiti vrijeme potrebno za snimanje. Vrijeme okidanja bi trebalo biti $1/160$ sekundi ili brže kako bi se osigurale oštre slike, posebno kada se snima iz ruke. ISO bi trebao biti postavljen na 100 kako bi se izbjegao šum, posebno u tamnijim područjima, što može otežati rad softvera za rekonstrukciju. U uvjetima slabog osvjetljenja preporučuje se prvo povećati ISO, a zatim otvor blende kako bi se održala ravnoteža između svjetline slike i kvalitete. Na kraju, uvijek je dobro provoditi testne snimke prije stvarnog snimanja kako bi se osiguralo da su sve postavke ispravno podešene i da će rezultati biti zadovoljavajući. Ispravno podešene postavke kamere ključne su za uspjeh u fotogrametriji i mogu značajno utjecati na kvalitetu konačnih rezultata.³¹

5. 2. 3. Idealne površine za fotogrametriju

Fotogrametrija omogućava detaljnu 3D rekonstrukciju objekata pomoću fotografija, a njezin uspjeh ovisi o kvaliteti površina koje se koriste. Softver za rekonstrukciju radi tako da iz skupa fotografija izračunava 3D položaje različitih piksela na temelju informacija s kamere. Kada postoje prostorne grupe piksela s dovoljno sličnosti, softver stvara točku, a rezultat ovog procesa naziva se "*point cloud*" ili oblak točaka. Međutim, postoje određene vrste površina koje nisu pogodne za fotogrametriju. Ako se objekt kreće ili ako je sjajan, reflektirajući, tekuć, ili

³⁰ LACHAMBRE S., LAGARDE S., JOVER C., *Photogrammetry workflow*, Rendering Research, 2017., str. 20

³¹ Ibid., str. 21-23.

proziran (kao što su staklene površine), softver za rekonstrukciju neće moći uskladiti boje piksela između svih fotografija objekta. U takvim slučajevima, teško je ili gotovo nemoguće dobiti zadovoljavajući rezultat. Nadalje, ako objekt ima velike ravne površine jedne boje, softver za rekonstrukciju nema dovoljno informacija za razlikovanje grupa piksela jer svi imaju istu boju. U takvim situacijama moguće je pomoći softveru dodavanjem uzoraka na objekte ili projiciranjem svjetlosnih uzoraka. Međutim, u tom slučaju, softver može izvući samo geometriju, dok teksture treba proizvesti zasebno.

Fotogrametrija najbolje funkcioniра s objektima koji su statični, čvrsti i imaju grubu površinu. Takvi objekti omogućavaju softveru da precizno rekonstruira geometriju i teksture. Osim tehničke prikladnosti objekta, važno je razmotriti i troškove proizvodnje kada se kreira resurs putem fotogrametrije. Iako neki objekt može ispunjavati sve tehničke zahtjeve za fotogrametriju, to ne znači nužno da je to najbolji način za njegovu izradu. Također, treba biti pažljiv s kompleksnim objektima, posebno onima s finim dijelovima, poput metalnim krunama na skulpturama koje znaju biti vrlo tanke.³²

5. 2. 4. Priprema za fotogrametriju

Priprema za snimanje objekata fotogrametrijom zahtijeva pažljivo planiranje, posebno kada se radi o većim skulpturama ili objektima na otvorenom. Putovanje na različita mjesta može oduzeti puno vremena, kao i postavljanje različitih uređaja za snimanje. Da bi se minimizirala količina putovanja i spriječio gubitak vremena, važno je pažljivo isplanirati svaki korak. No, pri izboru lokacije treba biti svjestan lokalnih zakona i propisa. Na primjer, postoje privatna ili zaštićena područja koja treba poštovati. Mnoge lokacije su također zabranjene za ulazak, a u većim gradovima često je zabranjeno korištenje dronova. Prilikom planiranja snimanja, svakako se je potrebno informirati o lokalnim zakonima i pravilima za područje na kojem se planira snimati.³³ Kada se objekti snimaju u studiju, potrebno je manje pripreme, ali i dalje je potrebno sve dobro isplanirati i osigurati da se snimanje odvije u što kraćem roku i sa što manje problema.

³² LACHAMBRE S., LAGARDE S., JOVER C., op. cit., str. 12-14.

³³ Ibid., str. 15-16.

5. 2. 5. Utjecaj vremenskih uvjeta na fotogrametriju

Prilikom snimanja na otvorenom, vremenski uvjeti su jedan od najvažnijih faktora koje treba uzeti u obzir. Vrijeme može značajno utjecati na kvalitetu fotogrametrijskog procesa. Kiša, snijeg i vjetar su najnepovoljniji uvjeti za snimanje, jer mogu uzrokovati pomicanje površina, pojačati refleksije i promijeniti karakteristike objektiva zbog kapi vode, pahulja, prašine i pijeska na njemu, što može dovesti do loših rezultata rekonstrukcije. U takvim uvjetima, preporučljivo je otkazati snimanje. Sunce može stvoriti jake kontraste i sjene koje treba izbjegavati, jer otežavaju dobru ekspoziciju i često rezultiraju pojavom šuma u tamnim dijelovima fotografija. Snimanje u oblačnim danima bez kiše pruža ujednačeno osvjetljenje s vrlo mekim sjenama, što olakšava kasnije uklanjanje svjetla s fotografija. No, u takvim uvjetima svjetlost je niža te je moguće da je potrebno povećati ISO postavke. Osim vremenskih uvjeta, stabilno osvjetljenje je ključno za konzistentne fotografije koje će softver koristiti za rekonstrukciju. Brzo kretanje oblaka ispred sunca može stvoriti probleme.³⁴

5. 2. 6. Proces snimanja

Udaljenost od objekta ovisi o njegovoj veličini i željenoj kvaliteti za teksture. U pravilu, objekt bi trebao ispuniti većinu kadra kako bi se maksimizirala kvaliteta rekonstrukcije. Ponekad, ovisno o vrsti objekta, može biti korisno snimiti nekoliko različitih udaljenosti kako bi se dobili različiti nivoi detalja. Potrebno je osigurati da je cijeli objekt prekriven s dovoljno fotografija. Preporučuje se da svaka fotografija ima oko 90% preklapanja s prethodnom, što omogućava softveru da stvori precizan i detaljan 3D model. Uvijek je bolje imati više podataka nego premalo, zato je bolje zabilježiti što više fotografija nego što je potrebno kako bi se izbjegle praznine ili nedostaci u konačnom modelu jer će to olakšati proces rekonstrukcije.³⁵

Kod snimanja manjih objekta, ključno je osigurati da ih se može okretati i snimati iz svih kutova. Svaka skulptura će zahtijevati različiti tretman postavljanja i osiguranja da bude stabilna te je ponekad potrebno biti kreativan. Uvijek je bolje snimati objekte u studiju jer možemo kontrolirati uvijete snimanja i osvjetljenja te po potrebi ih naknadno replicirati. Za kompleksne objekte može biti potrebno snimiti stotine ili čak tisuće fotografija kako bi se dobila potpuna pokrivenost. Tijekom snimanja objekta preporučuje se korištenje takozvanog „zmijastog“ obrasca snimanja, pomičući se s lijeva prema desno oko objekta te snimiti objekt

³⁴ LACHAMBRE S., LAGARDE S., JOVER C., op. cit., str. 17-19.

³⁵ Ibid., str. 24-29.

iz različitih kutova, to jest visina.³⁶ Kada se radi o vrlo velikim objektima poput monumentalnim skulpturama, zgradama ili dvorcima, preporučuje se korištenje drona za snimanje. Videozapis s drona može pružiti bolju pokrivenost i omogućiti snimanje detalja koji su inače teško dostupni. Dronovi su vrlo efikasni u snimanju velikih područja i pružaju visoku kvalitetu slike. Uz to, video može poslužiti kao referentni materijal za kasniju obradu ili ispravljanje nedostataka.³⁷

5. 3. Primjena fotogrametrije na objektu ovog diplomskog rada

Nakon dopreme svijećnjaka na Odsjek za konzerviranje i restauriranje umjetnina te izrade fotografske i pisane dokumentacije zatečenog stanja uslijedilo je fotogrametrijsko snimanje svijećnjaka u zatečenom stanju. Tijekom konzervatorsko-restauratorskih radova svijećnjaka fotogrametrijska snimanja su ponavljana nakon rekonstrukcije drvenog nosioca, rekonstrukcije u sloju osnove, rekonstrukcije polimenta te nakon završetka svih radova.

5. 3. 1. Parametri opreme za snimanje i uređenje studija

Svijećnjaci su snimani u improviziranom fotografskom studiju (Slika 85.) na Odsjeku za konzerviranje i restauriranje umjetnina. Prostorija u kojoj je snimano nema protoka danjeg svjetla te su za osvjetljenje prostorije korištena tri difuzna *daylight* reflektora (4000 K) i stropno svjetlo. Za pozadinu prilikom fotografiranja poslužila je bijela čvrsta pamučna tkanina. Tijekom svih faza snimanja korišten je DSLR fotoaparati Cannon EOS 80D sa standardnim objektivom Cannon EF-S 18-55 mm f/3.5-5.6 IS II, prilikom čega je fotoaparati bio stacioniran na stativu. Parametri fotoaparata zbog određenih problema su se mijenjali, ali većinski su bili namješteni na: ISO 100, f/36, ekspozicija 1 i *white balance* 6300 K. Odabrani softver za obradu snimljenih fotografija bio je Polycam, zbog jednostavnosti, brzine stvaranja 3D modela i pristupačnosti. U principu zbog aplikacije Polycam korisniku nije potrebno znanje o obradi fotografija u raznim skupim i teškim programima, već ona to odradi za vas.

³⁶ LACHAMBRE S., LAGARDE S., JOVER C., str. 39-42.

³⁷ Ibid., str. 30.



Slika 85. Prikaz improviziranog fotografskog studija

5. 3. 2. Način snimanja svijećnjaka

Svijećnjaci su postavljeni na drveni stalak koji je imao mogućnost okretanja za 360 stupnjeva. Po jednoj rotaciji tijela svijećnjaka snimano je 17 do 25 fotografija, ovisno o kompleksnosti dijela svijećnjaka, te se gledalo da se snimi minimalno tri kuta (Slika 86.), pod kosinom od 45 stupnjeva odozgo, direktno i pod kosinom od 45 stupnjeva odozdo. Trostrani kat postolja je sniman u tri kuta s lijeva prema desno. Postolje je snimano tako da se lice snimilo s lijeva prema desno zatim odozgora prema dole u „zmijastom“ obrascu (Slika 87.), rubovi postolja su snimani iz tri kuta, pod kosinom od 45 stupnjeva prema gore, direktno prema dole i pod kosinom od 45 stupnjeva prema gore te se nastavljalo s drugim licem. Donji dio postolja je sniman pod nekoliko različitih kutova s nekoliko različitih obrazaca da se dobije što detaljniji sken. Tijekom snimanja tijela svijećnjaka, stalak je rotiran, a fotoaparat je bio stacioniran. Kod snimanja postolja rukom je pomican svijećnjak lijevo, desno i pod kutovima tako da fotoaparat također ostane stacioniran na stativu. Dok donji dio postolja je skeniran na oba načina. Proces snimanja značajno je ubrzan zahvaljujući mogućnosti povezivanja fotoaparata s mobitelom putem aplikacije Camera Connect. To je omogućilo osobi da sjedi s jedne strane, okreće i pomiče svijećnjak, dok fotoaparat snima fotografije s druge strane. Na taj način smanjen je „prazni hod“ potreban za okretanje svijećnjaka i odlazak do fotoaparata za fotografiranje. Po svakoj snimci svijećnjaka fotografirano je 800 do 1200 fotografija visoke kvalitete.



Slika 86. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456, primjer kutova pod kojim je sniman svijećnjak



Slika 87. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, inv. br. OKIRU 456, prikaz snimanja zmijastim obrascem

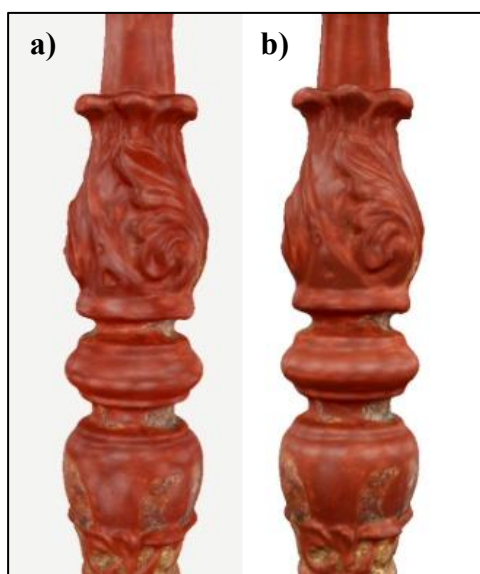
5. 3. 3. Problematika i rješenja tijekom snimanja

S obzirom na to da svijećnjaci imaju vrlo kompleksan oblik te da su pozlaćeni i posrebreni, bilo je za očekivati da snimanje neće proći bez problema. Očekivano je da će zlatni i srebrni listići reflektirati svjetlost, te da će to stvarati probleme tijekom obrade fotografija. Svijećnjaci su bili u toliko lošem stanju, što je u prethodnom restauratorskom zahvatu rezultiralo raznim oštećenjima, a to je pak olakšalo programu prepoznavanje i pronalaženje istih točaka. Nakon 250-300 godina, zlatni i srebrni listići više nisu bili sjajni, već su postali matirani, zbog čega ih je program uspio lakše prepoznati. Zbog svih nastalih oštećenja, program nije imao problema u obradi i generirao je vrlo kvalitetne 3D modele s teksturom visoke razlučivosti. Najveći problem bio je snimanje donjeg dijela postolja svijećnjaka, budući da se preporučuje da se objekt ne pomiče tijekom snimanja. Stoga je bilo potrebno, nakon snimanja svih strana svijećnjaka, polegnuti ih i pokušati snimiti donji dio postolja. Prvi put je program uspješno spojio svijećnjake bez ikakvih problema, no svaki sljedeći put program je pogrešno spajao donji dio s ostatkom svijećnjaka. Kako se nije moglo oslanjati na dosljednu funkcionalnost softvera, bilo je potrebno pronaći novo rješenje. Svijećnjaci izvorno imaju probušene rupe na dnu postolja koje su omogućile snimanje sa svih strana bez pomicanja objekta. Napravljena je metalna šipka na drvenom stalku na koju su se svijećnjaci natakli (Slika 88.). Jedini nedostatak bio je to što je kasnije potrebno u programu izrezati metalnu šipku, ostavljajući rupu u modelu.

Kod snimanja rekonstrukcije drvenog nosioca nije bilo problema, no prilikom snimanja rekonstrukcije u sloju osnove pojavili su se određeni problemi. Novi sloj kredno-tutkalne osnove bio je vrlo bijel, a pozadinsko platno također je bijele boje, što je otežalo programu da razluči rubove, odnosno konturu modela. Dok nije bilo problema s kredno-tutkalnom osnovom koja je okruživala izvornik, na samim rubovima svijećnjaka teško se razlučivao obris objekta na fotografiji. Problem je riješen sa zamjenom bijelog platna s vrlo svijetlo sivim, što je omogućilo programu da bez poteškoća razluči obrise svijećnjaka. Najveći problem predstavljalo je snimanje rekonstrukcije polimenta, što je bilo i očekivano. Svijećnjak br. 2 nije imao gotovo nikakvih problema jer su njegova oštećenja i rekonstrukcije omeđene izvornikom, što je programu omogućilo lakšu orijentaciju. Međutim, kod svijećnjaka br. 1, gdje je pola tijela rekonstruirano i taj dio je bio u kontinuiranoj crvenoj boji koja je bila relativno sjajna, nastajali su veliki problemi. 3D model svijećnjaka na tom dijelu nije bio toliko kvalitetan kao ostali skenovi, a tekstura je izgledala „zaprljana“, odnosno zamućeno (Slika 89.), što nije odražavalo pravu boju polimenta, odnosno bolusa. Zbog sjaja i jednolične crvene boje bolusa, programu je bilo teško pronaći referentne točke. Nažalost, dotični problem nije bio potpuno riješen, ali je minimaliziran (Slika 89.). Glavni uzrok poteškoća bili su reflektori, koji su smanjeni na minimalnu razinu svjetlosti kako ne bi pojačavali sjaj bolusa. Zbog nedovoljne svjetlosti, ISO na fotoaparatu podignut je na 400, a ekspozicija je podešavana prema potrebi. Blenda je trebala ostati što zatvorenija, na najvećem mogućem broju, kako bi se osigurala cjelokupna oštrina fotografija. Iako je podizanjem ISO-a došlo do povećanja zrnatosti fotografija, to gotovo nije utjecalo na rezultat, a dobiven je vrlo kvalitetan sken s minimalnim zamućenjem bolusa.



Slika 88. Stalak za svijećnjak



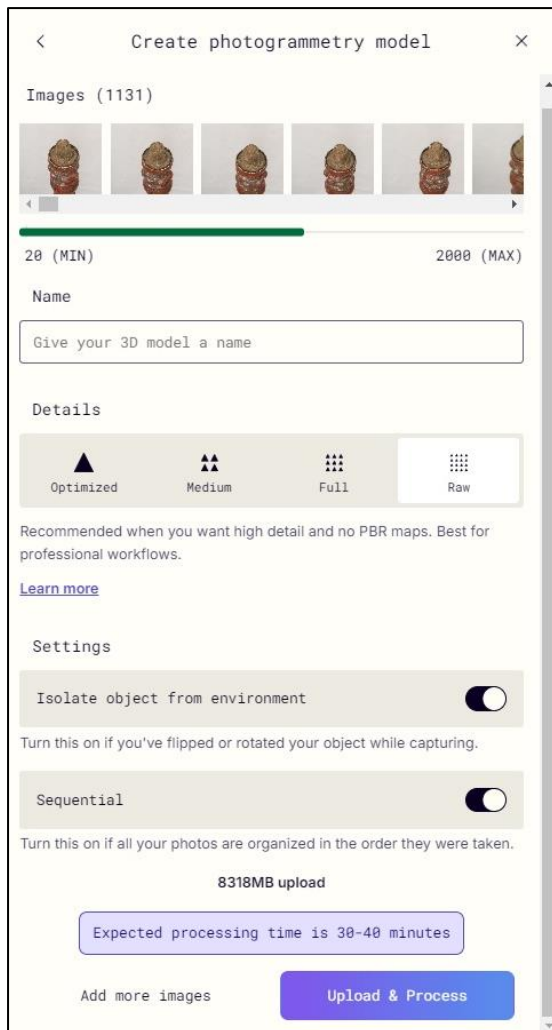
Slika 89. Primjer a) jako zaprljane teksture, b) malo zaprljane teksture

5. 3. 4. Obrada i prezentacija 3D modela

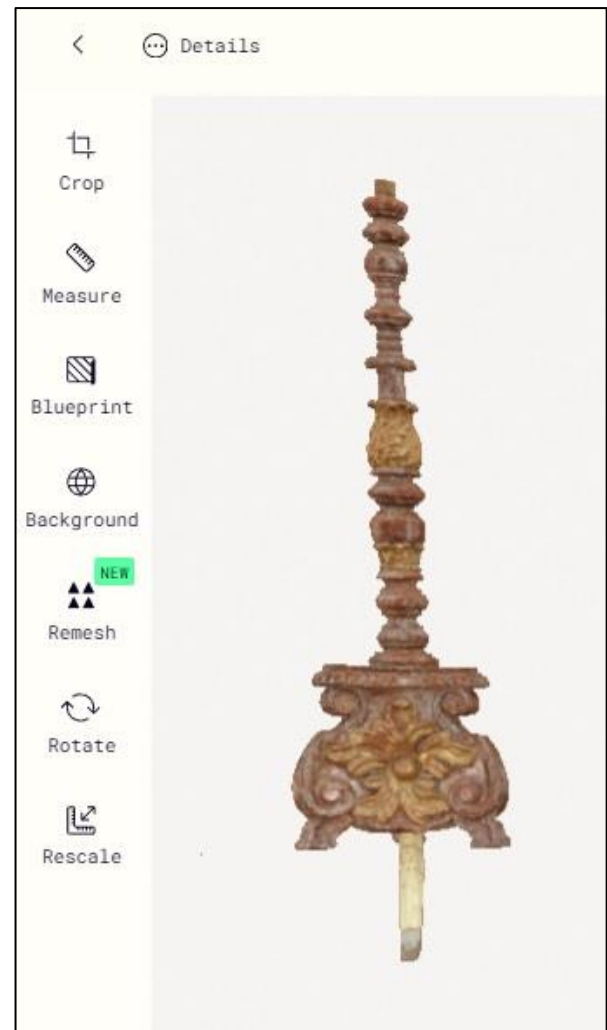
Nakon što su svijećnjaci snimljeni, fotografije s fotoaparata prebačene su na računalo i pregledane. Ako su fotografije bile u redu i nije bilo mutnih dijelova, učitane su u aplikaciju Polycam. Prilikom učitavanja fotografija u Polycam, bitno je da budu posložene u nizu, to jest da nisu razbacane. Veća je vjerojatnost da će 3D model ispasti kvalitetniji jer se na taj način olakšava programu traženje istih točaka. Kada su sve slike bile učitane i poredane, u aplikaciji je odabrana vrsta detalja na RAW (Slika 90.), to jest najveća kvaliteta 3D modela. Što je kvaliteta obrade modela viša, programu treba duže da napravi model. Za obradu jednog snimka u RAW kvaliteti čekalo se više od jednog sata. Pod dodatnim opcijama odabrane su opcije „*isolate object from environment*“ i „*sequential*“ (Slika 90.). Prva opcija je vrlo korisna jer program automatski odreže višak 3D skena, to jest pozadinu od objekta kojeg snimamo. Opciju „*sequential*“ treba odabrati samo ako su sve fotografije poredane u pravilnom slijedu; ako su fotografije razbacane, ta opcija se ne koristi. Nakon što je sve odabrano, klikne se „*upload & process*“ da Polycam počne obrađivati fotografije i stvarati 3D model (Slika 90.).

Nakon što je Polycam završio s obradom fotografija, obavještava da je 3D model gotov. Svaki 3D model svijećnjaka trebalo je doraditi u aplikaciji. Polycam ima dodatne opcije za obradu 3D modela. Te opcije su vrlo minimalne i osnovne, ali su korisne za brzo uređivanje. Svaki svijećnjak trebalo je okrenuti uspravno i odstraniti višak jer program je uvijek okretao modele vodoravno i pod određenim kutem, ponekad ostavljajući dijelove pozadine koji nam nisu potrebni. Stoga je bilo potrebno manualno, pod opcijom „*rotate*“ (Slika 91.), okrenuti svijećnjake i pod opcijom „*crop*“ (Slika 91.), odrezati višak. Opcija „*crop*“ u Polycam-u je vrlo primitivna, pa je za dodatna odstranjivanja modela bilo potrebno koristiti sofisticiraniji program.

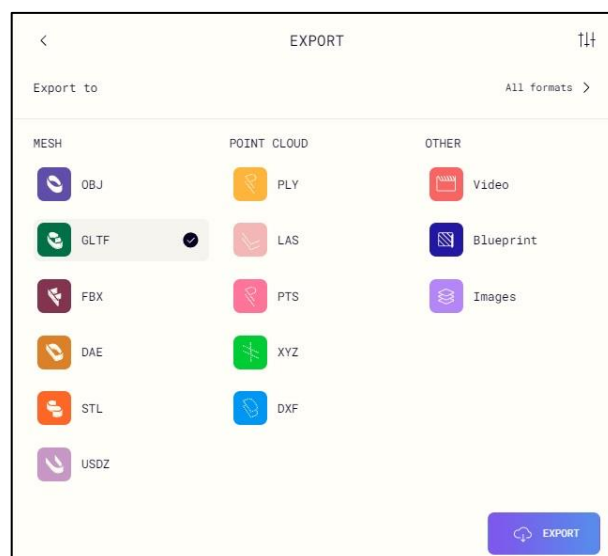
Kada je 3D model bio dobro orijentiran i po potrebi odrezan, datoteke su prebačene na računalo za daljnju obradu u GLTF formatu (Slika 92.). Ovaj format je najbolji za obradu 3D modela s teksturom; ako se obrađuje samo 3D model, mogu se odabrati i jednostavniji formati poput STL ili OBJ. Datoteka je zatim prenesena u aplikaciju Blender u kojoj se uklanjala metalna šipka na kojoj su svijećnjaci bili nataknuti (Slika 93.). Kada je 3D model bio zadovoljavajući, ponovno se prebacio u GLTF format i svijećnjaci su bili spremni za prezentaciju.



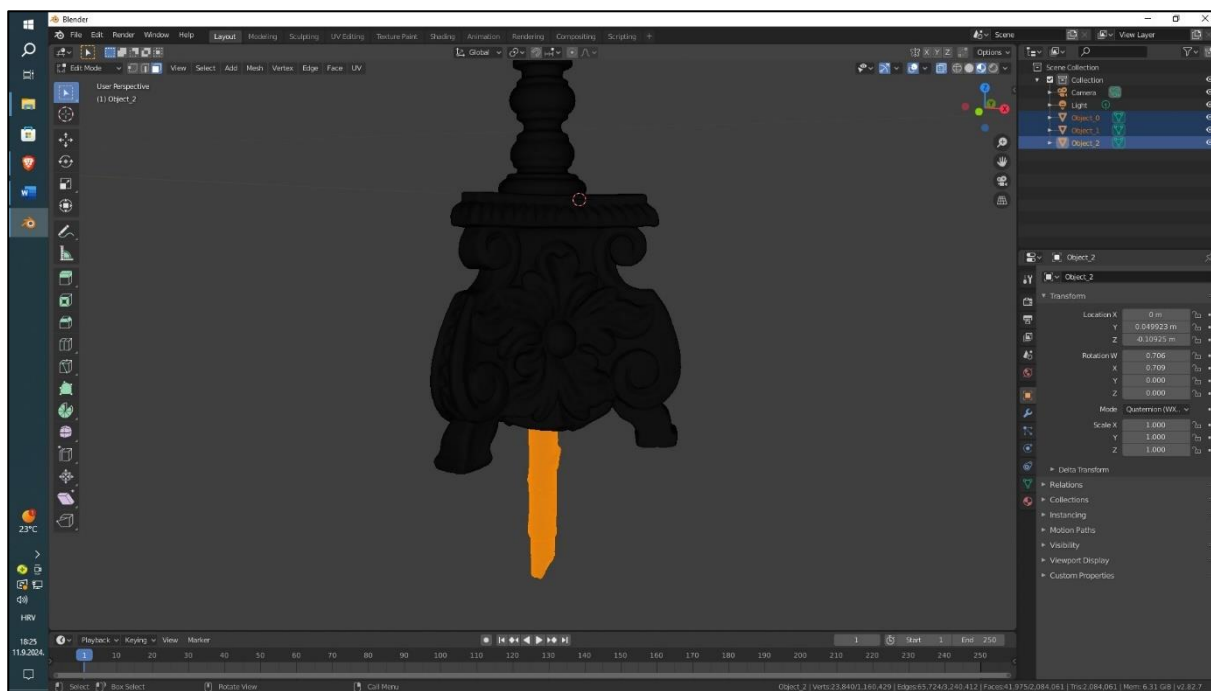
Slika 90. Prikaz izgleda kartice u aplikaciji Polycam kada se učitavaju fotografije i odabire kvaliteta 3D modela



Slika 91. Prikaz dodatnih opcija u aplikaciji Polycam nakon što je program napravio 3D model



Slika 92. Prikaz kartice različitih vrsta formata u aplikaciji Polycam



Slika 93. Prikaz uklanjanja metalne šipke sa svijećnjaka u aplikaciji Blender

6. REZULTATI KONZERVATORSKO-RESTAURATORSKIH RADOVA I FOTOGAMETRIJSKIH SNIMANJA

Svijećnjaci su na Odsjek za konzerviranje i restauriranje umjetnina stigli u vrlo lošem stanju s velikim oštećenjima. Provedena su prirodo-znanstvena istraživanja kako bi se utvrdili točni kronološki slojevi i odabrali adekvatni materijali za konzervatorsko-restauratorske radove. XRF analize je proveo prof. dr. sc. Vladan Desnica, a FT-IR analize proveo je izv. prof. dr. sc. Domagoj Šatović u laboratoriju na Odsjeku za konzerviranje i restauriranje umjetnina u Zagrebu. Analizu drva provela je prof. dr. sc. Jelena Trajković u sklopu Šumarskog fakulteta. Dotične analize dale su jasne i korisne rezultate za daljnji nastavak radova.

U dogovoru sa muzejskom savjetnicom i voditeljicom zbirke skulpture i zbirke bjelokosti Muzeja za umjetnost i obrt Jasminom Fučkan te konzervatoricom-restauratoricom savjetnicom slika na različitim nosiocima i polikromirane drvene skulpture Jasminkom Podgorski i prof. mr. art. Andrejem Aranicki, konzervatorom-restauratorom savjetnikom, odlučeno je da će se svijećnjaci konzervirati i restaurirati muzejskim pristupom.

Po dovršetku istražne dokumentacije započeti su radovi na svijećnjacima. Iako su svijećnjaci vrlo oštećeni, oštećenja su bila stabilna zbog prethodnih konzervatorskih radova. Oštećeni dijelovi podlijepljeni su akrilnim Lascaux 4176 sredstvom za konsolidaciju koji u sebi sadrži sredstvo za razbijanje površinske napetosti. Oštećenja su podlijepljena do zasićenosti te je ostavljeno da se osuši minimalno 24 sata. Sutradan su odignuta oštećenja spuštana s pomoću toplinske špahtle preko Melinex folije.

Konsolidacija drvenog nosioca je izvršena 5%-tnom otopinom Paraloida B72 u acetonu, s pomoću kista. Konsolidacija se izvodila najviše na nožicama postolja svijećnjaka koja su bila pojedena i pulverizirana od crvotočine. Osim nožica, također su konsolidirane i sve rupice od crvotočina.

Nakon što su sva oštećenja stabilizirana i konsolidirana, odlučeno je da će se ostatak preslika sa svijećnjaka br. 2 ukloniti. Crno plavi sloj preslika uklonjen je acetonom, dok je bijeli preslik uklonjen mehaničkim putem s pomoću skalpela.

Pukotina na srednjoj nožici svijećnjaka br. 2 zalijepljena je Drvofixom i učvršćena stegama kako bi se bolje primila te je potom ostavljena 24 sata da se zalijepi. Nakon što su sva oštećenja konsolidirana, uslijedilo je zapunjavanje rupica od crvotočine te rekonstrukcija drvenog nosioca Grillith kitom. Na nožicama i određenim dijelovima na svijećnjaku, prije rekonstrukcija drvenog nosioca, dodani su drveni štapići od lipe kao armatura za Grillith kit. Na mjestima gdje je drveni nosilac bio konsolidiran Paraloidom B72 korišteno je dvokomponentno epoksidno

ljepilo za lijepljenje drvenih štapića, a na mjestima gdje nije bilo konsolidirano korišteno je Drvofix, odnosno PVAc ljepilo.

Na svijećnjaku br. 1 u potpunosti je nedostajao gornji članak tijela kojeg je bilo potrebno rekonstruirati. Najprije je napravljen grafički crtež na papiru sa svim potrebnim mjerama za izradu novog članka. Potom je pomoću fotogrametrije napravljen 3D model u aplikaciji Polycam koji je isprintan na 3D printeru u PLA plastici. 3D printani članak služio je isključivo kao predložak.

Za izradu novog dijela odlučeno je da će se koristiti lipovina, s obzirom na to da je analiza drva utvrdila ovu vrstu drva. Nakon što je članak istokaren, uslijedilo je ručno rezbarenje kuglica dljetima za drvo. Zatim se izbušila rupa promjera 2 cm kako bi se nataknula na izvornik.

Kao ljepilo korišten je Drvofix pomiješan s piljevinom od lipovine granulacije 40. Ljepilo s piljevinom nanoseno je na izvornik i novi članak koji je namješten tako da prati izvorne godove. Članak, odnosno spoj je zatim ostavljen da se osuši 24 sata.

Drveni nosilac je impregniran 10%-tnim zečjim kožnim tutkalom te potom ostavljen da se osuši. Nakon impregnacije započelo je nanošenje sloja osnove. Zagrijana 7%-tna kredno-tutkalna osnova nanosila se u više tanjih slojeva. Nakon što su sva oštećenja zapunjena i posušena, započelo se s obradom osnove. Kako bi se sloj osnove doveo do razine izvornika, višak sloja uklonjen je skalpelom te naknadno obrađen brusnim papirom granulacije 280, 400 te potom završnom granulacijom 600. Za izolaciju osnove korištena je 5%-tna otopina šelaka u 96%-tnom etanolu. Otopina je nanosena kistom u jednom sloju.

Zbog specifičnog izgleda svijećnjaka, točnije žarkog crvenog polimenta koji prevladava, bilo je vrlo bitno pronaći poliment identične boje kao izvorni. Stoga su rađene razne probe polimenta dok nisu pronađena idealna boja i svojstva bolusa. Prvo je nanesen u nekoliko tankih slojeva zagrijani 7%-tni žuti armenski bolus, zatim crveni armenski bolus. Za ahatiranjem, odnosno četkanjem bolusa nije bilo potrebe jer izvorni bolus nije bio previše sjajan.

Za srebrne listiće odabrani su listići kvalitete 999/1000, dok je za pozlatu bilo potrebno pronaći što sličniju boju zlata izvorniku. Preko kataloga od firme Norris izabrano je nekoliko različitih legura, odnosno nijansi zlata te su izvedene probe na odabranom bolusu da se uspoređi koja je boja zlata najbliža. Odabrano je Dukaten antik gold P1 23.6 K zlato zbog najveće sličnosti izvorniku. Nakon što su srebrni i zlatni listići bili odabrani, krenulo se u posrebrivanje i

pozlaćivanje. Najprije se bolus razjetkao rakijom te su se potom nanosili listići. Za ahatiranjem nije bilo potrebe jer su izvorni srebrni i zlatni listići mat izgleda.

Za retuš drvenog nosioca te patiniranje srebra i zlata, odlučeno je da će se pratiti izvornik, odnosno pratit će se lokalni izgled oštećenja. Za patiniranje srebrnih i zlatnih listića izvedene su probe na drvenim pločicama. Nakon što je odabran način patiniranja, izveden je 3D model članka svijećnjaka na kojem su izvedene probe.

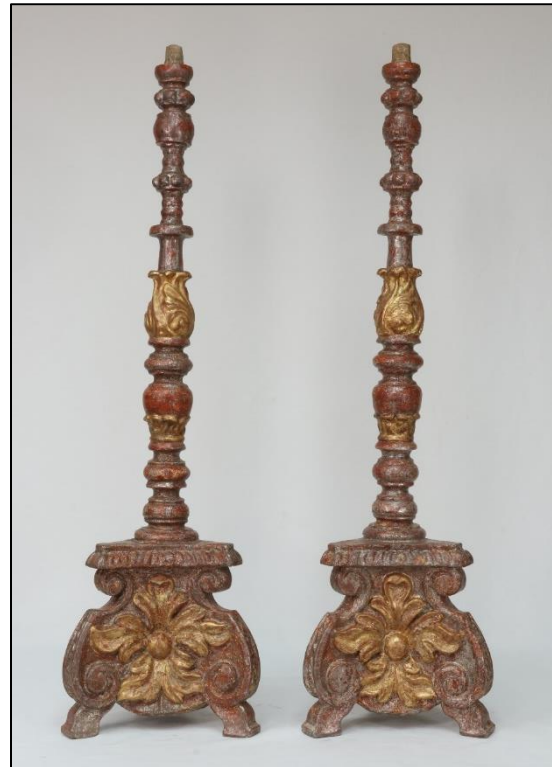
Srebrni listići su patinirani patinom Idea, a kemijska reakcija je zaustavljena s *white spirit*-om. Naknadno su retuširani vodenim bojama i bijelim gvašem, a zaštićeni su voskom u pasti od oksidiranja. Zlatni listići patinirani su vodenim bojama i bijelim gvašem. Naknadno su po potrebi oštećeni medicinskim skalpelom i čeličnom vunicom finoće 0000.

Retuš drvenog nosioca, na poledini svijećnjaka, izveden je vodenim bojama te gvaš bijelom kao pokrivnim medijem. Novo tokareni članak na vrhu izvorno nije krediran niti posrebrn. Najprije se izolirao s gotovim 15%-tnom otopinom šelaka te je nanesen u dva vrlo obilna sloja. Nakon što se drvo osušilo, započet je retuš vodenim bojama i bijelim gvašem. Članak na svijećnjaku br. 2 imao je tragove osnove te je odlučeno da se razrijeđena 7%-tna kredno-tutkalna osnova nanese u segmentima zbog vjerodostojnosti.

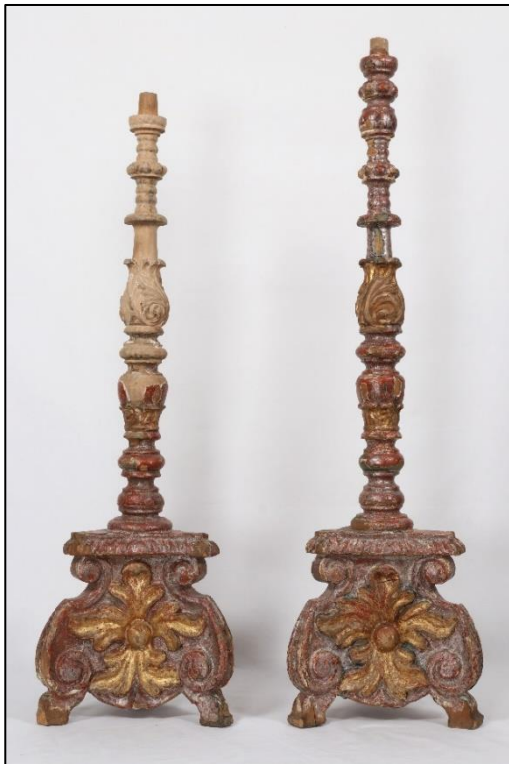
Svijećnjaci su dokumentirani fotogrametrijskim snimanjem tijekom zatečenog stanja, rekonstrukcije drvenog nosioca, rekonstrukcije osnove, rekonstrukcije polimenta i nakon završetka svih radova svijećnjaka. Za obradu fotografija korištena je aplikacija Polycam koja izradi 3D model s teksturom, te u aplikaciji su dodatno orijentirani i rezani 3D modeli. 3D modeli svijećnjaka su zatim skinuti na računalo u GLTF formatu i otvoreni u aplikaciji Blender za dodatno preciznije rezanje modela. Pri završetku su pretvoreni također u GLTF formatu te su bili spremni za prezentaciju ili 3D printanje.



Slika 94. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, inv. br. OKIRU 456, zatečeno stanje, cjelina, lijeva strana svijećnjaka



Slika 95. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, inv. br. OKIRU 456, nakon radova, cjelina, lijeva strana svijećnjaka



Slika 96. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, inv. br. OKIRU 456, zatečeno stanje, cjelina, desna strana svijećnjaka



Slika 97. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, inv. br. OKIRU 456, nakon radova, cjelina, desna strana svijećnjaka



Slika 98. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, inv. br. OKIRU 456, zatečeno stanje, cjelina, stražnja strana svijećnjaka



Slika 99. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, inv. br. OKIRU 456, zatečeno stanje, cjelina, stražnja strana svijećnjaka



Slika 100. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, inv. br. OKIRU 456, zatečeno stanje, cjelina, stražnja strana svijećnjaka



Slika 101. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, inv. br. OKIRU 456, nakon radova, cjelina, stražnja strana svijećnjaka



Slika 102. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, inv. br. OKIRU 456, cjelina, zatečeno stanje, desna strana, rekonstrukcija drvenog nosioca, novi sloj osnove, novi sloj polimenta, novi sloj pozlate i posrebrenja, retuš



Slika 103. Prikaz 3D modela svijećnjaka br. 1, desna strana, zatečeno stanje, rekonstrukcija drvenog nosioca, novi sloj osnove, novi sloj polimenta i retuš svijećnjaka



Slika 104. Prikaz 3D modela svijećnjaka br. 2, desna strana, zatečeno stanje, rekonstrukcija drvenog nosioca, novi sloj osnove, novi sloj polimenta i retuš svijećnjaka

7. ZAKLJUČAK

Cilj ovog diplomskog rada bio je konzervirati i restaurirati svijećnjake iz Muzeja za umjetnost i obrt te na njihovom primjeru pokazati i promovirati upotrebu fotogrametrije kao inovativne digitalne dokumentacije koja se razvija u svijetu.

Detaljno su prikazani procesi istraživanja i restauracije svijećnjaka, s raznom problematikom koja se pojavila tijekom rada. Uspjelo se demonstrirati učinkovitost fotogrametrije u očuvanju kulturne baštine, ističući njene prednosti u snimanju i dokumentiranju složenih oblika i tekstura. Rezultati su pokazali da fotogrametrija ne samo da omogućava visoku kvalitetu digitalnih prikaza, već i olakšava proces konzervacije i restauracije, pružajući trajne zapise koji mogu poslužiti za buduća istraživanja i edukaciju.

Iako su fotogrametrijska snimanja i upotreba 3D modela u ovom radu izvedeni na amaterskoj razini, u usporedbi s naprednijim metodama koje postoje u svijetu, smatra se da otvaraju vrata za razvoj 3D tehnologije u očuvanju i prezentaciji kulturne baštine na Odsjeku za konzerviranje i restauriranje umjetnina, kao i u Hrvatskoj, te potiče njihovu integraciju u standardne procedure očuvanja i prezentacije kulturne baštine.

Unatoč određenim ograničenjima koja su se pojavila tijekom istraživanja, rezultati ovog rada su značajni i otvaraju nove mogućnosti za primjenu fotogrametrije u različitim aspektima konzervacije i restauracije.




Na kraju, ovaj će rad potaknuti daljnje istraživanje i raspravu o upotrebi digitalnih tehnologija u očuvanju kulturne baštine, čime će se doprinijeti održivosti i dostupnosti umjetničkih i kulturnih ostavština.

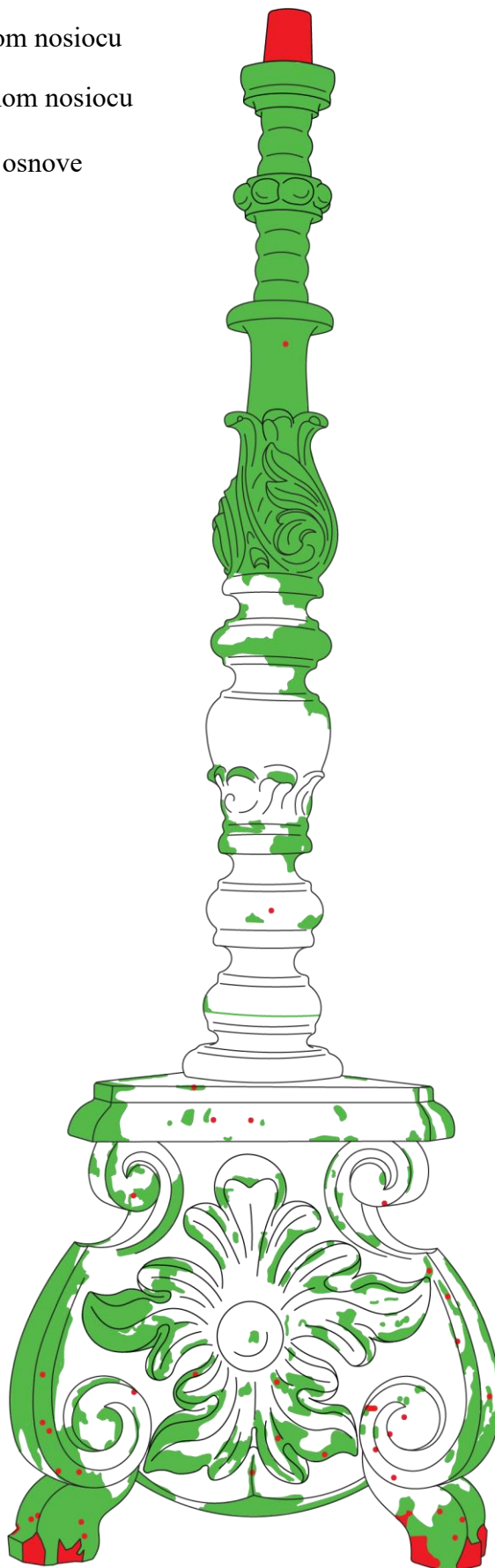
8. ŽIVOTOPIS

Karlo Krekić rođen je 04. svibnja 1998. godine u Zagrebu. Osnovnu školu završava 2013. godine. Iste godine upisuje Školu primijenjene umjetnosti i dizajna u Zagrebu. Nakon prve godine srednjoškolskog obrazovanja opredjeljuje se za smjer dizajn metala. Godine 2017. osvaja 1. mjesto na državnom natjecanju učenika srednjih škola iz područja umjetnosti i dizajna, uz mentorstvo profesora Mateja Pašalića.




Nakon završetka srednje škole, 2019. godine upisuje integrirani preddiplomski i diplomski studij konzerviranja i restauriranja umjetnina – smjer kiparstvo na Akademiji likovnih umjetnosti Sveučilišta u Zagrebu. Na prvoj godini obrazovanja osvaja Rektorovu nagradu za veliki timski znanstveni i umjetnički rad te dobiva pohvalnicu za uspješan rad akademske godine 2019./2020.. Godine 2020./2021. sudjeluje na međunarodnom projektu *Conservation of Art in Public Spaces*, te godine 2021. sudjeluje u organizaciji na *International Conferance of Conservation–Restoration Studies*, održanoj u Zagrebu. Iste godine sudjeluje na međunarodnom projektu *ERASMUS+ Re/Forma Viva: Reformation of education on wood preservation* te dobiva pohvalnicu za uspješan rad u akademskoj godini 2021./2022.. Ponovno osvaja Rektorovu nagradu za timski znanstveni i umjetnički rad u akademskoj godini 2022./2023..

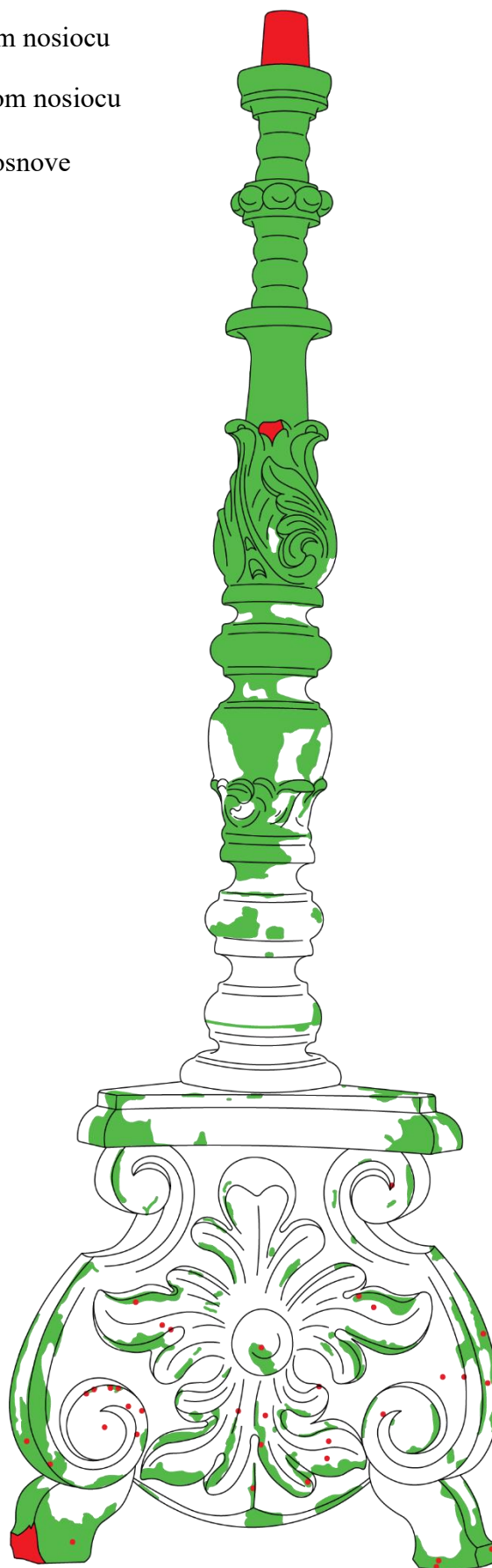
9. PRILOZI

-  Pukotine u drvenom nosiocu
-  Oštećenja u drvenom nosiocu
-  Oštećenja u sloju osnove






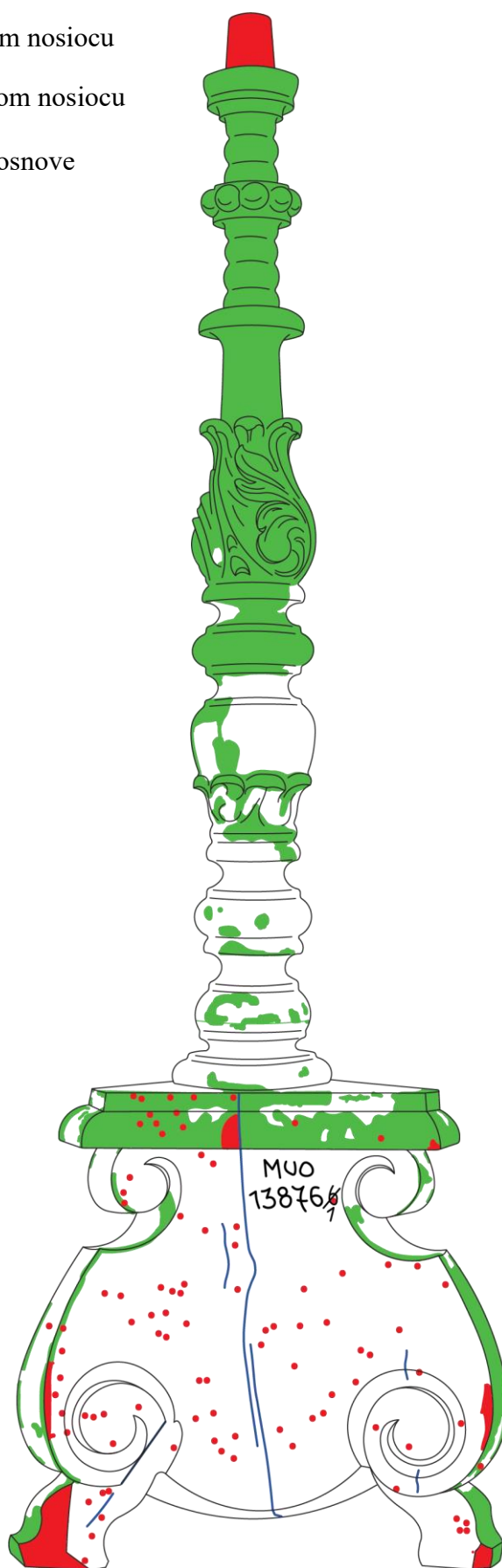
Slika 105. Grafički prikaz svijećnjaka br. 1 s oštećenjima, lijeva strana

-  Pukotine u drvenom nosiocu
-  Oštećenja u drvenom nosiocu
-  Oštećenja u sloju osnove



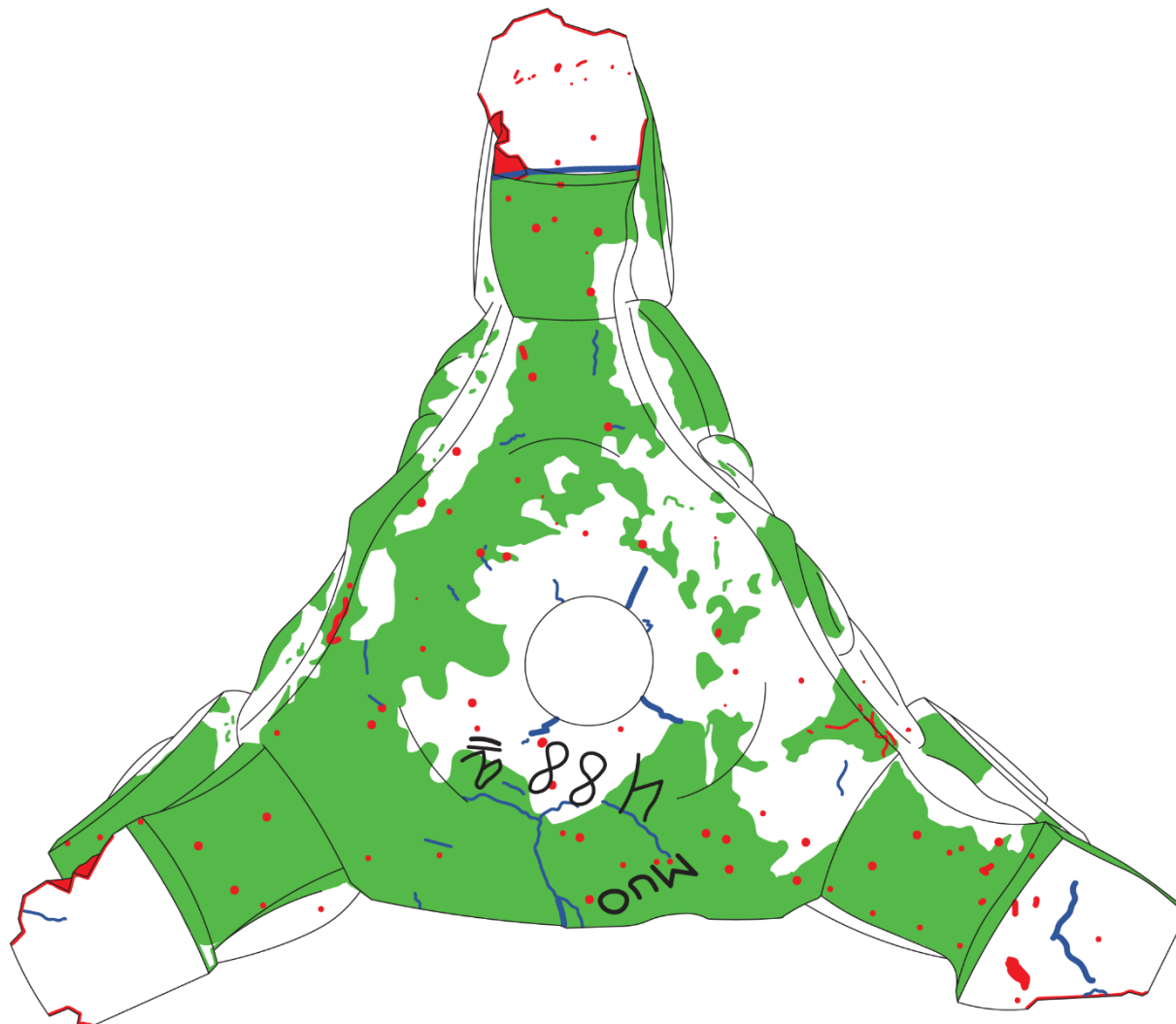
Slika 106. Grafički prikaz svijećnjaka br. 1 s oštećenjima, desna strana

-  Pukotine u drvenom nosiocu
-  Oštećenja u drvenom nosiocu
-  Oštećenja u sloju osnove






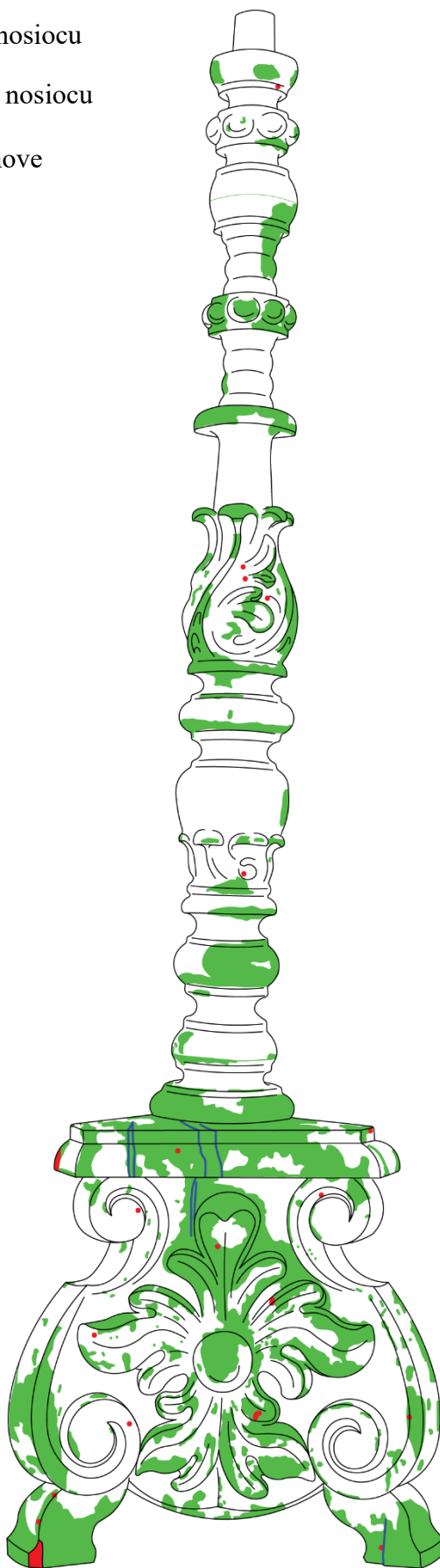
Slika 107. Grafički prikaz svijećnjaka br. 1 s oštećenjima, stražnja strana

- Pukotine u drvenom nosiocu
- Oštećenja u drvenom nosiocu
- Oštećenja u sloju osnove






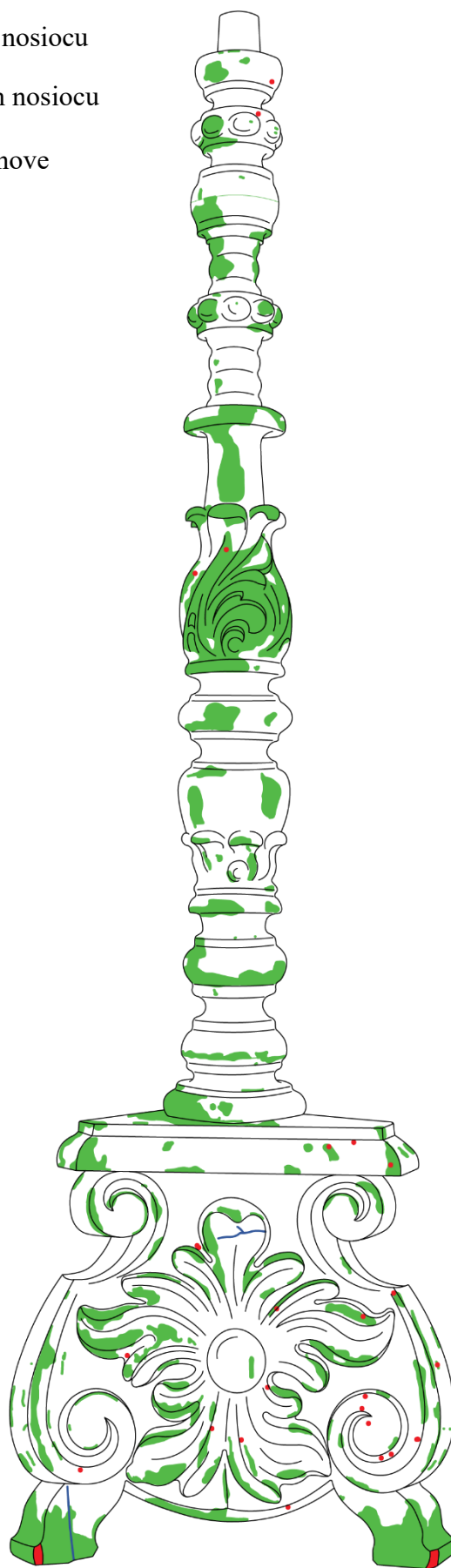
Slika 108. Grafički prikaz svijećnjaka br. 1 s oštećenjima, donja strana

-  Pukotine u drvenom nosiocu
-  Oštećenja u drvenom nosiocu
-  Oštećenja u sloju osnove



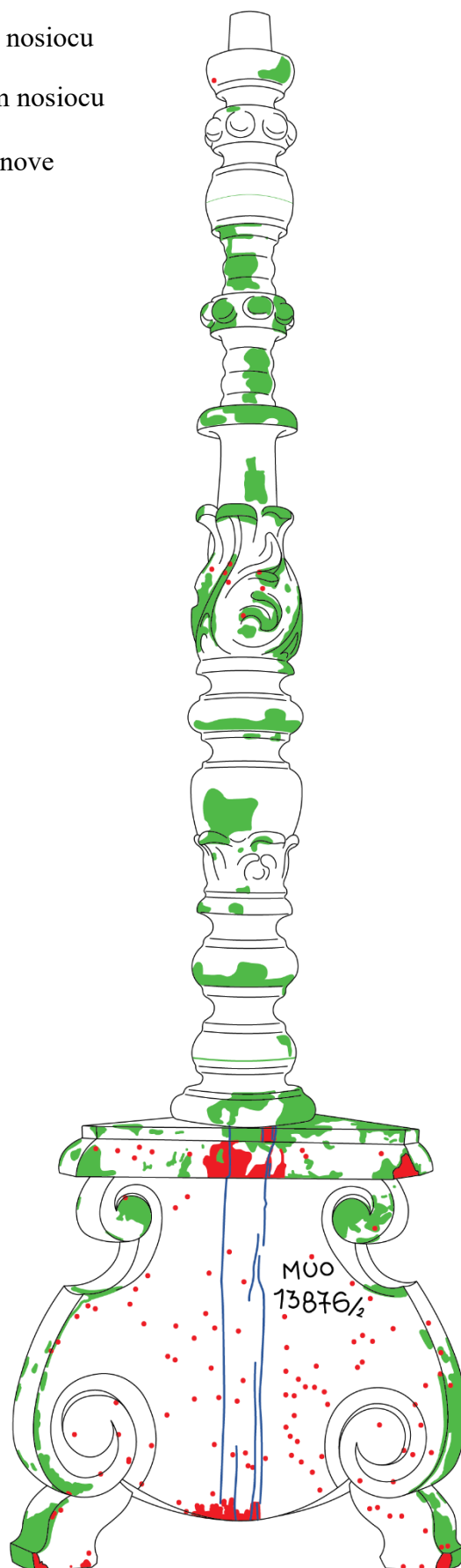
Slika 109. Grafički prikaz svijećnjaka br. 2 s oštećenjima, lijeva strana

-  Pukotine u drvenom nosiocu
-  Oštećenja u drvenom nosiocu
-  Oštećenja u sloju osnove






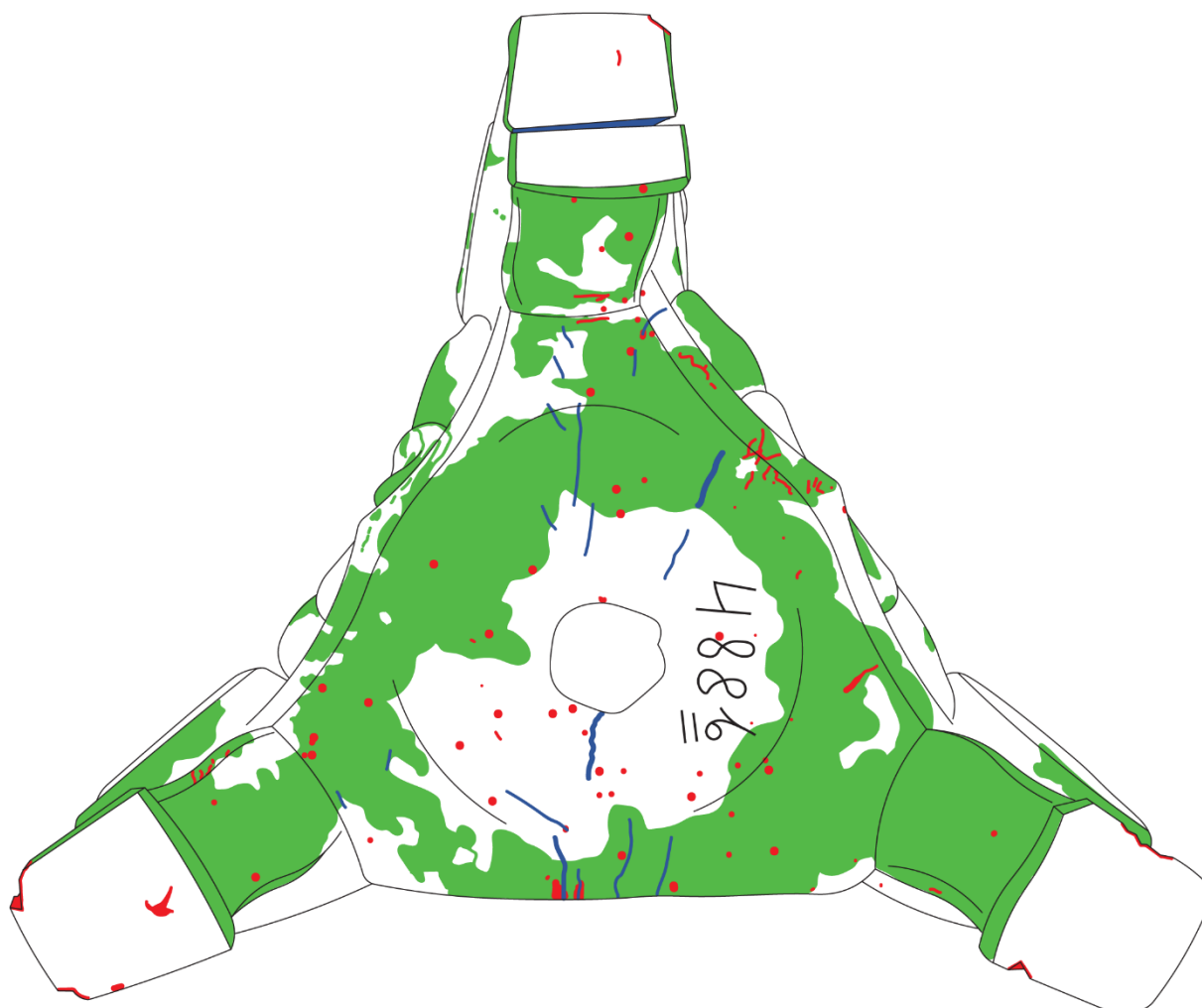
Slika 110. Grafički prikaz svijećnjaka br. 2 s oštećenjima, desna strana

- Pukotine u drvenom nosiocu
- Oštećenja u drvenom nosiocu
- Oštećenja u sloju osnove



Slika 111. Grafički prikaz svijećnjaka br. 2 s oštećenjima, stražnja strana

-  Pukotine u drvenom nosiocu
-  Oštećenja u drvenom nosiocu
-  Oštećenja u sloju osnove



Slika 112. Grafički prikaz svijećnjaka br. 2 s oštećenjima, donja strana

10. POPIS SLIKA

- **Slika 1. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, druga četvrtina 18. st., pozlaćeno i posrebrano tokareno i rezbareno drvo, 71.5cm i 78.5cm, inv. br. OKIRU 456, zatečeno stanje, cjelina, lijeva strana svijećnjaka, str. 4**
- **Slika 2. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, druga četvrtina 18. st., pozlaćeno i posrebrano tokareno i rezbareno drvo, 71.5cm i 78.5cm, inv. br. OKIRU 456, zatečeno stanje, cjelina, desna strana svijećnjaka, str. 4**
- **Slika 3. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, druga četvrtina 18. st., pozlaćeno i posrebrano tokareno i rezbareno drvo, 71.5cm i 78.5cm, inv. br. OKIRU 456, zatečeno stanje, cjelina, prednja strana svijećnjaka, str. 4**
- **Slika 4. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, druga četvrtina 18. st., pozlaćeno i posrebrano tokareno i rezbareno drvo, 71.5cm i 78.5cm, inv. br. OKIRU 456, zatečeno stanje, cjelina, stražnja strana svijećnjaka, str. 4**
- **Slika 5. Grafički prikaz svijećnjaka br. 2 s imenima dijelova svijećnjaka, str. 5**
- **Slika 6. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-2837*, 18. st., polikromirano, pozlaćeno i posrebrano tokaren i rezbareno drvo, (?)cm, str. 7**
- **Slika 7. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-4457*, prva polovica 18. st., kovani pozlaćeni lim sa staklenim draguljem, 87cm, str. 7**
- **Slika 8. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, druga četvrtina 18. st., pozlaćeno i posrebrano tokareno i rezbareno drvo, 71.5cm, fotografija svijećnjaka br. 1. s repozitorija MUO, fotografirao Srećko Budek, str. 9**
- **Slika 9. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, druga četvrtina 18. st., pozlaćeno i posrebrano tokareno i rezbareno drvo, 71.5cm, fotografija svijećnjaka br. 2. s repozitorija MUO, fotografirao Srećko Budek, str. 9**
- **Slika 10 . Grafički prikaz a) dijelovi izrade svijećnjaka b) visine svijećnjaka, str. 15**
- **Slika 11. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456, cjelina, zatečeno stanje, donji dio postolja, str. 16**
- **Slika 12. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, inv. br. OKIRU 456, cjelina, zatečeno stanje, donji dio postolja, str. 16**
- **Slika 13. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, inv. br. OKIRU 456, prikaz svijećnjaka omotanih u zaštitnu sintetsku prozračnu tkaninu i zatim u PVC *buffer* foliju, str. 19**
- **Slika 14. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456, detalj, zatečeno stanje, stražnja strana postolja, str. 20**
- **Slika 15. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456, detalj, zatečeno stanje, donja strana postolja, prikaz crvenog natpisa, str. 20**
- **Slika 16. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, inv. br. OKIRU 456, detalj, zatečeno stanje, lijeva strana trostranog kata, prikaz radijalnih pukotina, str. 21**
- **Slika 17. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, inv. br. OKIRU 456, detalj, zatečeno stanje, desna strana postolja, prikaz pukotine na zlatnom cvijetu, str. 21**
- **Slika 18. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, inv. br. OKIRU 456, detalj, zatečeno stanje, srednja noga postolja, prikaz pukotine, str. 22**
- **Slika 19. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, inv. br. OKIRU 456, detalj, zatečeno stanje, stražnja strana postolja, str. 22**
- **Slika 20. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, inv. br. OKIRU 456, detalj, zatečeno stanje, donja strana postolja, prikaz crvenog natpisa, str. 22**
- **Slika 21. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456, detalj, zatečeno stanje, stražnja strana tijela, str. 23**
- **Slika 22. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, inv. br. OKIRU 456, detalj, zatečeno stanje, prikaz crno plavo obojane osnove, str. 23**
- **Slika 23. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456, detalj, zatečeno stanje, prikaz izlizanosti srebra, str. 24**

- **Slika 24. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456**, detalj, zatečeno stanje, desna strana postolja, srednja noga, str. 24
- **Slika 25. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, inv. br. OKIRU 456**, detalj, zatečeno stanje, prikaz oštećenja bolusa, str. 25
- **Slika 26. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, inv. br. OKIRU 456**, detalj, zatečeno stanje, prikaz bijelog i crno plavog preslika, str. 25
- **Slika 27. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, inv. br. OKIRU 456**, detalj, zatečeno stanje, prikaz kapljica voska na desnom cvijetu, str. 25
- **Slika 28. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, inv. br. OKIRU 456**, cjelina, zatečeno stanje, desna strana, str. 28
- **Slika 29. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, inv. br. OKIRU 456**, cjelina, zatečeno stanje, lijeva strana, str. 28
- **Slika 30. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, inv. br. OKIRU 456**, cjelina, zatečeno stanje, stražnja strana, str. 29
- **Slika 31. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, inv. br. OKIRU 456**, cjelina, zatečeno stanje, prednja strana, str. 29
- **Slika 32. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/2-1*, inv. br. OKIRU 456**, cjelina, zatečeno stanje, stražnja strana, standardno osvjetljenje, str. 30
- **Slika 33. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/2-1*, inv. br. OKIRU 456**, cjelina, zatečeno stanje, stražnja strana, UV osvjetljenje, str. 30
- **Slika 34. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/2-1*, inv. br. OKIRU 456**, cjelina, zatečeno stanje, desna strana, UV osvjetljenje, str. 31
- **Slika 35. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/2-1*, inv. br. OKIRU 456**, cjelina, zatečeno stanje, lijeva strana, UV osvjetljenje, str. 31
- **Slika 36. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, inv. br. OKIRU 456**, detalj, zatečeno stanje, desna strana postolja, zlatni cvijet pod standardnom rasvjetom, str. 31
- **Slika 37. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/2*, inv. br. OKIRU 456**, detalj, zatečeno stanje, desna strana postolja, zlatni cvijet pod UV rasvjetom, str. 31
- **Slika 38. Infracrveni spektar FT-IR 1.- grebana osnova sa svijećnjaka br. 2 (crna krivulja)**, gips odnosno kalcijev sulfat (plava krivulja) i borova smola (crvena krivulja), str. 39
- **Slika 39. Infracrveni spektar FT-IR 2.- grebani crni preslik sa svijećnjaka br. 2 (crna krivulja) i gips** odnosno kalcijev sulfat (plava krivulja), str. 39
- **Slika 40. Infracrveni spektar FT-IR 3.- otpali dio osnove sa svijećnjaka br. 1 (crna krivulja)**, vezivo životinjskog porijekla (crvena krivulja) i gips odnosno kalcijev sulfat (plava krivulja), str. 37
- **Slika 41. Infracrveni spektar FT-IR 4.- uzorak srebra na bolusu sa svijećnjaka br. 1 (crna krivulja)**, umbra s primjesama silikata (crvena krivulja) i mineralni vosak (plava krivulja), str. 37
- **Slika 42. Infracrveni spektar FT-IR 5.- uzorak crnog preslika sa svijećnjaka br. 2 (crna krivulja)**, bitumen (crvena krivulja) i kalcijev karbonat (plava krivulja), str. 38
- **Slika 43. Infracrveni spektar FT-IR 5.- uzorak crnog preslika sa svijećnjaka br. 2 (crna krivulja) i olovno** bijela (plava krivulja), str. 38
- **Slika 44. Infracrveni spektar FT-IR 6.- uzorak bijelog preslika (crna krivulja)**, olovni sulfat (plava krivulja) i kalcijev karbonat s primjesama (plava krivulja), str. 39
- **Slika 45. Infracrveni spektar FT-IR 7.- kapljica voska s desne strane zlatnog cvijeta na svijećnjaku br. 2** (crna krivulja) i pčelinji vosak (crvena krivulja), str. 39
- **Slika 46.. Infracrveni spektar FT-IR 8.- uzorak bolusa sa svijećnjaka br. 2 (crna krivulja) i životinjsko** vezivo (crvena krivulja), str. 40
- **Slika 47. Snimak poprečne površine uzorka lipovine iz ksiloteke pod stereo povećalom**, str. 40
- **Slika 48. Snimak radijalne površine uzorka lipovine iz ksiloteke pod stereo povećalom**, str. 40
- **Slika 49. Snimak površine poprečnog presjeka uzorka drva sa svijećnjaka br. 1 pod stereo povećalom**, str. 41
- **Slika 50. Snimak uzdužne površine uzorka drva sa svijećnjaka br. 1 pod stereo**, str. 41

- **Slika 51.** Snimak uzdužne površine uzorka drva sa svijećnjaka br. 1 pod stereo povećalom, povećani plavi pravokutnik sa slike 50, plave strelice pokazuju spiralna zadebljanja članka traheja, str. 41
- **Slika 52.** Snimak uzdužne površine uzorka drva sa svijećnjaka br. 1 pod stereo povećalom, povećani plavi pravokutnik sa slike 50, plava strelica pokazuje spiralna zadebljanja članka traheja, str. 41
- **Slika 53. Nepoznati autor, Svijećnjaci MUO-13876/1-2, inv. br. OKIRU 456,** podljepljivanje nestabilnih i odignutih slojeva, diplomant Karlo Krekić, str. 44
- **Slika 54. Nepoznati autor, Svijećnjak MUO-13876/2, inv. br. OKIRU 456,** detalj, lijeva strana, podljepljivanje nestabilnih slojeva na zlatnom cvijetu, str. 45
- **Slika 55. Nepoznati autor, Svijećnjak MUO-13876/2, inv. br. OKIRU 456,** detalj, desna strana, spuštanje odignutih slojeva toplinskom špahtlom preko Melinex folije, str. 45
- **Slika 56. Nepoznati autor, Svijećnjak MUO-13876/1, inv. br. OKIRU 456,** detalj, desna noga, konsolidacija drvenog nosioca s 5%-tnim Paraloidom B72, str. 45
- **Slika 57.** Prikaz pamučne vaticice nakon skidanja crnog preslika s acetonom, str. 46
- **Slika 58. Nepoznati autor, Svijećnjak MUO-13876/2, inv. br. OKIRU 456,** detalj, lijeva strana, uklanjanje bijelog preslika pomoću medicinskog skalpela, str. 46
- **Slika 59. Nepoznati autor, Svijećnjak MUO-13876/2, inv. br. OKIRU 456,** detalj kontrasonde na stražnjem dijelu trostranog kata, str. 46
- **Slika 60. Nepoznati autor, Svijećnjak MUO-13876/2, inv. br. OKIRU 456,** detalj lista s crnim i bijelim preslikom, lijeva strana postolja, a) crni i bijeli preslik, b) crni preslik uklonjen, c) pola bijelog preslika uklonjeno, d) u potpunosti uklonjen preslik, str. 46
- **Slika 61. Nepoznati autor, Svijećnjak MUO-13876/2, inv. br. OKIRU 456,** detalj, srednja noga, zalijepljena noga s Drvofix-om i učvršćena stegama, str. 47
- **Slika 62. Nepoznati autor, Svijećnjak MUO-13876/2, inv. br. OKIRU 456,** detalj, stražnja strana, zapunjavanje rupica od crvotočine Grillith kitom, str. 47
- **Slika 63. Nepoznati autor, Svijećnjak MUO-13876/1, inv. br. OKIRU 456,** detalj, stražnja strana, desna noga s drvenim štapićima, str. 47
- **Slika 64. Nepoznati autor, Svijećnjak MUO-13876/1, inv. br. OKIRU 456,** detalj, stražnja strana, rekonstruirana desna noga s Grillith kitom, str. 47
- **Slika 65.** Prikaz 3D modela s teksturom sa članka svijećnjaka br. 2 u aplikaciji Polycam, str. 48
- **Slika 66. Nepoznati autor, Svijećnjak MUO-13876/1, inv. br. OKIRU 456,** detalj, 3D printani članak postavljen na svijećnjak, str. 48
- **Slika 67.** Tokarenje novog članka za svijećnjak br. 1 na tokarskom stroju, str. 49
- **Slika 68.** Bušenje rupe na dnu novog članka na tokarskom stroju s borerom, str. 49
- **Slika 69.** Tokareni i rezbareni novi članak za svijećnjak br. 1, str. 49
- **Slika 70.** Lijepljenje novog članka na svijećnjak br.1 s Drvofix-om pomiješan s piljevinom od lipovine granulacije 40, str. 49
- **Slika 71. Nepoznati autor, Svijećnjak MUO-13876/1, inv. br. OKIRU 456,** impregnacija drvenog nosioca 10%-tnim zečijim kožnim tutkalom, str. 50
- **Slika 72. Nepoznati autor, Svijećnjak MUO-13876/1, inv. br. OKIRU 456,** nanošenje 7%-tne kredno-tutkalne osnove, str. 51
- **Slika 73. Nepoznati autor, Svijećnjak MUO-13876/1, inv. br. OKIRU 456,** impregnacija kredno-tutkalne osnove 5%-tnom otopinom šelaka, str. 51
- **Slika 74.** Probe različitih bolusa, 1.) crveni LeFranc, 2.) žuti i crveni LeFranc, 3.) Armenski Kolner, 4.) žuti Lefranc i Armenski Kolner, 5.) Armenski Kolner i crveni LeFranc, 6.) crveni Maimeri, 7.) crveni Renesans, 8.) crveni Renesans, 9.) oxyrot Kolner, 10.) oxyrot Kolner, 11.) crveni Lefranc s kadmij narančastim pigmentom, 12.) crveni Lefranc s krom crvenim pigmentom, 13.) crveni Lefranc s krom crvenim pigmentom, 14.) crveni Armenski u grumenu, 15.) žuti i crveni Armenski u grumenu, str. 52
- **Slika 75. Nepoznati autor, Svijećnjak MUO-13876/1, inv. br. OKIRU 456,** nanošenje žutog bolusa, str. 56
- **Slika 76. Nepoznati autor, Svijećnjak MUO-13876/1, inv. br. OKIRU 456,** nanošenje crvenog bolusa, str. 56

- **Slika 77.** Probe boja različitih vrsta zlatnih listića, 1.) Dukaten dopel gold 23K, 2.) Rosenoble dopel gold 23.75K, 3.) Versailles gold extra dunkel 23K, 4.)Dukaten antik gold P1 23.6K, str. 56
- **Slika 78. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456,** nanošenje zlatnih listića na crveni bolus, str. 57
- **Slika 79. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456,** nanošenje srebrnih listića na crveni bolus, str. 57
- **Slika 80.** Probe patiniranja i postarivanja srebrnih listića, str. 57
- **Slika 81.** Prikaz 3D printanog članka svijećnjaka u svim fazama rada, 1.) 3D printani članak, 2.) bijeli poliment, 3.) žuti poliment, 4.) crveni poliment, 5.) zlatni i srebrni listići, 6.) patiniranje i postarivanje, str. 61
- **Slika 82. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456,** patiniranje srebrnih listića, str. 62
- **Slika 83. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456,** oštećivanje zlatnih listića s medicinskim skalpelom, str. 62
- **Slika 84. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456,** retuš novog članka s vodenim bojama, str. 62
- **Slika 85.** Prikaz improviziranog fotografskog studija, str. 71
- **Slika 86. Nepoznati autor, *Svijećnjak MUO-13876/1*, inv. br. OKIRU 456,** primjer kutova pod kojim je sniman svijećnjak, str. 72
- **Slika 87. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, inv. br. OKIRU 456,** prikaz snimanja zmiastim obrascem, str. 72
- **Slika 88.** Stalak za svijećnjak, str. 73
- **Slika 89.** Primjer a) jako zaprljane teksture, b) malo zaprljane teksture, str. 73
- **Slika 90.** Prikaz izgleda kartice u aplikaciji Polycam kada se učitavaju fotografije i odabire kvaliteta 3D modela, str. 75
- **Slika 91.** Prikaz dodatnih opcija u aplikaciji Polycam nakon što je program napravio 3D model, str. 75
- **Slika 92.** Prikaz kartice različitih vrsta formata u aplikaciji Polycam, str. 75
- **Slika 93.** Prikaz uklanjanja metalne šipke sa svijećnjaka u aplikaciji Blender, str. 76
- **Slika 94. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, inv. br. OKIRU 456,** zatečeno stanje, cjelina, lijeva strana svijećnjaka, str. 81
- **Slika 95. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, inv. br. OKIRU 456,** nakon radova, cjelina, lijeva strana svijećnjaka, str. 81
- **Slika 96. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, inv. br. OKIRU 456,** zatečeno stanje, cjelina, desna strana svijećnjaka, str. 81
- **Slika 97. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, inv. br. OKIRU 456,** nakon radova, cjelina, desna strana svijećnjaka, str. 81
- **Slika 98. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, inv. br. OKIRU 456,** zatečeno stanje, cjelina, stražnja strana svijećnjaka, str. 82
- **Slika 99. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, inv. br. OKIRU 456,** zatečeno stanje, cjelina, stražnja strana svijećnjaka, str. 82
- **Slika 100. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, inv. br. OKIRU 456,** zatečeno stanje, cjelina, stražnja strana svijećnjaka, str. 82
- **Slika 101. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, inv. br. OKIRU 456,** nakon radova, cjelina, stražnja strana svijećnjaka, str. 82
- **Slika 102. Nepoznati autor, *Svijećnjaci MUO-13876/1-2*, inv. br. OKIRU 456,** cjelina, zatečeno stanje, desna strana, rekonstrukcija drvenog nosioca, novi sloj osnove, novi sloj polimenta, novi sloj pozlate i posrebrjenja i retuš svijećnjaka, str. 83
- **Slika 103.** Prikaz 3D modela svijećnjaka br. 1, desna strana, zatečeno stanje, rekonstrukcija drvenog nosioca, novi sloj osnove, novi sloj polimenta i retuš svijećnjaka, str. 84
- **Slika 104.** Prikaz 3D modela svijećnjaka br. 2, desna strana, zatečeno stanje, rekonstrukcija drvenog nosioca, novi sloj osnove, novi sloj polimenta i retuš svijećnjaka, str. 84

- **Slika 105.** Grafički prikaz svijećnjaka br. 1 s oštećenjima, lijeva strana, str. 90
- **Slika 106.** Grafički prikaz svijećnjaka br. 1 s oštećenjima, desna strana, str. 91
- **Slika 107.** Grafički prikaz svijećnjaka br. 1 s oštećenjima, stražnja strana, str. 92
- **Slika 108.** Grafički prikaz svijećnjaka br. 1 s oštećenjima, donja strana, str. 93
- **Slika 109.** Grafički prikaz svijećnjaka br. 2 s oštećenjima, lijeva strana, str. 94
- **Slika 110.** Grafički prikaz svijećnjaka br. 2 s oštećenjima, desna strana, str. 95
- **Slika 111.** Grafički prikaz svijećnjaka br. 2 s oštećenjima, stražnja strana, str. 96
- **Slika 112.** Grafički prikaz svijećnjaka br. 2 s oštećenjima, donja strana, str. 97

11. POPIS TABLICA

- **Tablica 1.** Prijepis iz rukopisno vođene inventarne knjige *IK-10*, str. 8
- **Tablica 2.** Prijepis iz digitalno pisane dokumentacije, *Dokumentacija oltarni svijećnjaci MUO-13876 – 1,2 u ALU*, tablica prikazuje stratigrafiju svijećnjaka br.2, prije radova – dio svijećnjaka s preslikom, str. 10
- **Tablica 3.** Prijepis iz digitalno pisane dokumentacije, *Dokumentacija oltarni svijećnjaci MUO-13876 – 1,2 u ALU*, tablica prikazuje stratigrafiju svijećnjaka br.1, slikani sloj na preslikanom postolju i na prva četiri prstena svijećnjaka, str. 11
- **Tablica 4.** Prijepis iz digitalno pisane dokumentacije, *Dokumentacija oltarni svijećnjaci MUO-13876 – 1,2 u ALU*, tablica prikazuje stratigrafiju svijećnjaka br.1, slikani sloj na drugom nodusu svijećnjaka, str. 12
- **Tablica 5.** Prijepis iz digitalno pisane dokumentacije, *Dokumentacija oltarni svijećnjaci MUO-13876 – 1,2 u ALU*, tablica prikazuje stratigrafiju svijećnjaka br.1, slikani sloj gornjih preslikanih prstena, iznad drugog nodusa svijećnjaka, str. 13
- **Tablica 6.** Izvorna stratigrafija svijećnjaka, str. 18
- **Tablica 7.** Stratigrafija svijećnjaka u zatečenom stanju, str. 26
- **Tablica 8.** Rezultati mjerenja provedenih analizom rendgenske fluorescencije. U stupcu „detektirani elementi“ podebljani su elementi s najjačim intenzitetom (proporcionalno njihovoj koncentraciji), obično su navedeni ostali elementi, a u zagradama su navedeni elementi koji su detektirani samo u tragovima. Spektri su prikazani u linearnoj skali, str. 33 i 34

12. POPIS LITERATURE

PISANA LITERATURA:

1. BADURINA ANĐELKO, *Leksikon ikonografije, liturgike i simbolike zapadnog kršćanstva*, Sveučilišna naklada Liber Kršćanska sadašnjost Institut za povijest umjetnosti, Zagreb, 1979.
2. COSENTINO ANTONIO, *Practical notes on ultraviolet technical photography for art examination*, Conservar Património, br. 21, lipanj 2015., str. 53.-62.
3. DESNICA VLADAN, *Instrumentalna analiza*, skripta, Zagreb, 2012.
4. GANCI GIUSEPPE, *Basics of Photogrammetry*, Geodetic Services Inc., 2019.
5. KNIEWALD DRAGUTIN, *Liturgika*, Tipografija d. d., Zagreb, 1937.
6. PAVIČIĆ SNJEŽANA, *Sakralno kiparstvo*, Hrvatski povijesni muzej, Zagreb 2003.
7. POTOČIĆ ZVONIMIR, *Šumarska enciklopedija II. izdanje*, Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb 1980.-87.
8. RICHTER H.G., DALLWITZ M.J., *Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval*, 9th April 2019., delta-intkey.com, <https://www.delta-intkey.com/wood/en/www/tilti-li.htm>, pristupljeno kolovoz 2024.
9. SAIF WAHIB, *Photogrammetry: a brief historical overview*, ResearchGate, studeni 2022.
10. SCHULTE, AUGUSTIN JOSEPH, *Altar Candles*, The Catholic Encyclopedia, vol. 1., New York: Robert Appleton Company, 1907., <http://www.newadvent.org/cathen/01347a.htm>, pristupljeno kolovoz 2024.
11. THURSTON, HERBERT, *Candles*, The Catholic Encyclopedia, vol. 3., New York, Robert Appleton Company, 1908. <http://www.newadvent.org/cathen/03246a.htm>, pristupljeno kolovoz 2023.
12. THURSTON, HERBERT, *Candlesticks*, The Catholic Encyclopedia, Vol. 3., New York: Robert Appleton Company, 1908., <http://www.newadvent.org/cathen/03248a.htm>, pristupljeno kolovoz 2024.
13. WU BO, *Photogrammetry: 3D-from imagery*, The Hong Kong Polytechnic University, China 2017.
14. LACHAMBRE S., LAGARDE S., JOVER C., *Photogrammetry workflow*, Rendering Research, 2017.

INTERNET STRANICE:

1. Hrvatska enciklopedija, <https://www.enciklopedija.hr/clanak/baricevic-doris>, pristupljeno: kolovoz 2024.
2. Wikipedia the free encyclopedia, https://hr.wikipedia.org/wiki/Gup%C4%8Deva_lipa, pristupljeno kolovoz 2024.

12. ZAHVALA

Posebno zahvaljujem svom mentoru prof. mr. art. Andreju Aranickom i komentoru prof. dr. sc. Denisu Vokiću na trudu, strpljenju, prenesenom znanju i podršci tijekom studija. Također zahvaljujem prof. dr. sc. Vladanu Desnici na izradi XRF analiza, izv. prof. dr. sc. Domagoju Šatoviću u izradi FT-IR analiza te prof. dr. sc. Jeleni Trajković na izradi analize drva. Zahvaljujem se i prof. Tajani Vrhovec Škalamera na pomoći oko potražnje literature i povijesne upotrebe svijećnjaka. Također bih se želio zahvaliti kolegicama iz Muzeja za umjetnost i obrt Jasmini Fučkan i Jasminki Podgorski na povjerenju te što su također pomogle u istraživanju literature, povijesno umjetničke analize i povijesti svijećnjaka. Zahvaljujem se profesoricama Ani Božičević, Maji Sučević Miklin, Barbari Horvat Kavazović, i Tamari Ukrainčik na svim savjetima i udijeljenim materijalima za izradu ovog diplomskog rada. Zahvaljujem svim profesorima ALU koji su mi tijekom studija prenijeli znanje koje ću koristiti u svom profesionalnom životu.

Zahvaljujem se teti Štefici i teti Veri na otključavanju fakulteta u 6 ujutro, na svim ispečenim palačinkama, skuhanim kavama i najljepšim dobrodošlicama. Također se zahvaljujem Krešimiru Budiseliću koji je uvijek uskakao u pomoć, bez njih Odsjek za konzerviranje i restauriranje umjetnina bio bi kao i svaki drugi fakultet, a oni su ga učinili kao da smo kod kuće.

Naročito sam zahvalan svojim kolegama Luki Domladovcu, Sari Knežević, Filipu Brajkoviću, Ana Mariji Musić i Klari Kundich koji su bili veliki oslonac tijekom studiranja, kao i ostalim kolegama s kojima sam studirao. Također sam zahvalan Josipu Simonu na pomoći oko prvih fotogrametrijskih snimaka i printanju 3D modela, te Deniju Vidanu na pomoći oko izrada 3D animacija.

Naposljetku, želim zahvaliti svojoj obitelji, majci Boženki, ocu Zoranu, bratu Kristijanu i djevojci Kali na svim podrškama tijekom studiranja te na njihovoj vjeri u moje sposobnosti i poticanju da budem što uspješniji.

13. IZJAVA O AUTORSTVU

Izjava o autorstvu:

Na temelju članka 74. statuta Sveučilišta u Zagrebu, izjavljujem da sam autor diplomskog rada pod naslovom Konzervatorsko-restauratorski radovi na pozlaćenim i posrebrenim baroknim svijećnjacima iz Muzeja za umjetnost i obrt u Zagrebu te uporaba fotogrametrijskog snimanja u svrhu dokumentacije i prezentacije kulturne baštine.

Karlo Krekić, u Zagrebu 18. rujna 2024.

Potpis: