

Алекса А. Јеликић*

Републички завод за заштиту
споменика културе – Београд

Војин Р. Николић

Републички завод за заштиту
споменика културе – Београд

Технологија израде зидних слика у цркви Благовештења манастира Крушедола

* aleksa.jelickic@heritage.gov.rs

¹ Тимотијевић 2008: 14.

² Тимотијевић 2008: 20.

³ Тимотијевић 2008: 9–11.

⁴ Тимотијевић 2008: 258–259.

⁵ Тимотијевић 2008: 263.

⁶ Тимотијевић 2008: 229.

⁷ Тимотијевић 2008: 249.

Апстракт: Физичко-хемијским анализама, применом инфрацрвене (FTIR), раманске и енергодисперзивне спектроскопије (SEM EDS), као и техника оптичке и електронске микроскопије, извршена је карактеризација пигмената, везива и других уобичајених материјала, утврђена стразиграфија слојева, анализиран однос структурних јединица и објашњен технолошки процес сликања сва три историјска слоја засиуљена у цркви Благовештења манастира Крушедола. Првобитно сликарство олтарна, наоса и припрате из XVI века по техници сликања је блиско зидним сликама егзонартекса из XVII века. Оба слоја настала су комбинованом техником, коришћењем фреско, мезофреско и секо начин сликања, док је новији живопис из XVIII века технолошки значајно различит.

Кључне речи: Крушедол, зидно сликарство, технологија сликања, фреско, мезофреско, секо, пигменти, везива

1. УВОД

Најзначајнији фрушкогорски манастир – Крушедол – задужбина је српских деспота Бранковића. Основао га је деспот Георгије Бранковић са својом мајком Ангелином.¹ Изграђен је између 1509. и 1516. године.² Временом, манастир је стекао статус меморијалног центра верског и националног идентитета и постао маузолеј светих деспота, архијереја, великана и династије Обреновић.³ Више слојева сликарства видљиво је на зидовима цркве посвећене Благовештењу. Приметне су три целине. Главна манастирска црква осликана је први пут средином пете деценије XVI века. Сликарство трема настало је половином XVII века. Првобитно сликарство олтарна је страдало четрдесетих година XVIII века. После презиђивања овог дела храма, живописана је полукалота апсиде, свод олтарског простора и спољна страна тријумфалног лука. Остале површине остале су неосликане јер су радови прекинути.⁴ Ново осликавање започето је почетком шесте деценије XVIII века живописањем припрате, олтарна и на крају наоса.⁵ Садашњи изглед и презентација, којом су откривени делови првобитног сликарства, последица је конзерваторских радова изведених у XX веку.⁶ На нижим деловима зидова припрате видљив је декоративно осликан сокл и доњи део стојећих фигура прве зоне првобитног сликарства. Поједини детаљи старијег слоја местимично су читљиви на оштећеним деловима новог сликарства. У наосу је новији слој уклоњен са пиластера који носе куполу. Старије зидне слике видљиве су и на отвореним конзерваторским сондама у певницама. Сликарство трема очувано је на западном зиду храма у представи *Страшног суда*, а откривено је у току конзерваторских радова 1962. године, јер је било прекречено у време обнове цркве.⁷

2. ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА

⁸ Тим Републичког завода за заштиту споменика културе – Београд, у саставу: Алекса Јеликић, дипл. хемичар, Војин Николић, дипл. инж. технологије, др Татјана Триповић, дипл. хемичар, Соња Послушни, сликар рестауратор, извео је део истраживачких радова који су предвиђени планом. Истраживања су координисана са носиоцима пројекта, стручњацима Покрајинског завода за заштиту споменика културе – Петроварадин из Новог Сада, предвођених д. и. а. Светланом Бакић и сликарем рестауратором Оливером Брдарић, као и са стручним тимом Технолошког факултета у Новом Саду, предвођеним проф. др Јањом Раногает. Задаци су тематски подељени између учесника, али се ипак део истраживања и хемијских анализа преклапао. У овом раду коришћени су искључиво резултати лабораторије Републичког завода за заштиту споменика културе – Београд. Средства за истраживачке радове одобрена су на конкурс Министарства културе и информисања Републике Србије за финансирање и суфинансирање пројеката из области истраживања, заштите и коришћења непокретног културног наслеђа 2016. године.

⁹ Конзерваторска испитивања обавила је мешовита екипа Покрајинског завода за заштиту споменика културе – Петроварадин, у саставу: руководилац Оливера Брдарић, сликар конзерватор саветник, Владимир Петровић, сликар конзерватор, Драгана Јелић Трбојевић, академски сликар, и тим конзерватора рестауратора Републичког завода за заштиту споменика културе – Београд, у саставу: Соња Послушни, сликар рестауратор саветник, Милодарка Коцев, сликар рестауратор саветник, и Драган Станојевић, сликар рестауратор саветник.

Главни циљ истраживачких радова на зидном сликарству цркве Благовештења манастира Крушедола јесте израда ефикасног програма конзерваторско-рестаураторских интервенција, како би се овај јединствени и сложени ансамбл зидних слика, који се на неким местима састоји од сукцесивних слојева сликарства, презентовао на најбољи могући начин. Сложени поступак истраживања сликарства и развој конзерваторско-рестаураторске методологије одвијао се фазно. Оформљен је интердисциплинарни тим, сачињен од више стручњака различитих профила: конзерватора рестауратора, фотографа, хемичара, технолога, архитеката и историчара уметности из неколико институција Републике Србије.⁸ После тога уследила су конзерваторска испитивања и израда документације са детаљним описом стања, евидентираним типовима оштећења, хемијских, физичких и биолошких промена, претходних рестаураторских интервенција и сл.⁹ Радови поверени физичко-хемијској лабораторији Републичког завода за заштиту споменика културе – Београд подељени су у четири засебне целине. Мерења влаге вршена су на свим зидовима цркве до висине до које се могло досегнути без коришћења скеле, након чега су израђене мапе топографске дистрибуције садржаја воде, док је присуство влаге у вишим зонама проверено термовизијом. Хиперспектрална снимања урађена су на репрезентативним композицијама, са којих је махом вршено узорковање и *in situ* анализа. Снимана је видљива, UV флуоросцентна и инфрацрвена фотографија, како би се прикупиле додатне информације битне за конзерваторско-рестаураторски поступак. Главни циљ је ипак била карактеризација коришћених материјала и структурних компоненти, утврђивање стратиграфије, технологије сликања и стања сликарства сва три историјска периода. Део анализа односи се и на рестаураторске материјале коришћене током интервенција у XX веку.

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО

3.1 Недеструктивне и неинвазивне анализе

За добијање прелиминарних информација, као и у случајевима када год је било могуће, примењене су недеструктивне аналитичке технике. UV флуоросцентном фотографијом добијене су информације о површини, евентуалним премазима који флуоросцеирају и пигментима подложним овом феномену. Термографском анализом дошло се до података о потклобучењима, пломбираним површинама, границама понтата и ђорната, скривеним архитектонским и градивним елементима, влажним зонама. Микроталасним методом квантификован је садржај влаге у зидовима. IR рефлектографија послужила је откривању цртежа, подслика и проби визуелизације првобитног пресликаног живописа. Снимања су вршена модификованом камером Canon 1000, осетљивом од 340–1200 nm, и сетом одговарајућих филтера. Елементарна анализа рађена је преносним рендгентским флуоросцентним спектрометром (XRF) Thermo Scientific Niton XL3t Gold, како би се избегло узимање великог броја узорака. Из истог разлога је коришћен и преносни рамански спектроскоп – модел B&W TEK Ramapex 1064 nm. Тиме је избегнуто оштећивање живописа, а број узетих фрагмената за анализу у лабораторији сведен на минимум.

3.2 Анализе узорака

¹⁰ ICOMOS-ови принципи за очување и конзервацију-реститурацију зидног сликарства 2013: 237–241.

Физичко-хемијска анализа и карактеризација материјала зидних слика вршена је двојачко. Иако су коришћене недеструктивне аналитичке технике, ипак се скоро читава студија ослања на анализи микрофрагмената припремљених у виду пресека. Резултати методолошки различитих техника рада су поређени међусобно, допуњавани и верификовани. Узорци су узимани из свих стратума сликарства захватајући подлогу, пигменте и везива припремних и сликаних слојева, па и накнадних сликарских интервенција до саме површине. Плански су одабране различите зоне у циљу одабира репрезентативних узорака и покривености целе палете боја (сл. 1). Вођено је рачуна о величини, минималној количини и захватању са већ оштећених места, како би читав процес био у најмањој мери инвазиван.¹⁰ Узето је шест узорака са сликарства XVI века (1–6), једанаест узорака са новијег сликарства из XVIII века (7–17) и шест узорака са сликарства егзонартекса из XVII века (18–23). Узорци су затапани у акрилатни полимер и полирани абразивима како би се добили пресеци, који су анализирани микроскопским и спектроскопским техникама. Светлосна микроскопија дозвољава прелиминарну карактеризацију материјала бојеног слоја и подлоге, као и преглед стратиграфије, увид у димензије слојева, величину и облик зрна пигмената, и пружа значајне податке о техници сликања путем разматрања текстуралних односа између различитих стратиграфских јединица. Микроскопске технике такође пружају општу индикацију о природи везива на основу оптичких и структурних карактеристика слојева, помоћу реакција бојења или посматрањем под различитим изворима светла. Узорци су проучавани микроскопом Olympus BX 51 TRF са дигиталном камером DP27. Раманска спектроскопија је молекуларна аналитичка техника, погодна за анализу неорганских материјала. Везивањем са микроскопом омогућава се идентификација компоненти изузетно малих димензија (до 1 µm). Пигменти свих слојева анализирани су на раманском микроскопу Thermo Scientific DXR коришћењем ласера 780 nm. Инфрацрвеном спектроскопијом (FTIR) идентификована су

1. Месџа са којих су узети узорци

1. Places from which samples were taken



органска везива инструментом Thermo Scientific Nicolet FTIR и S10 у АТТР моду. Скенирајућом електронском микроскопијом са енергодисперзивном спектроскопијом (SEM EDS) одређен је елементарни састав микрофрагмената сликаних слојева. Анализа је урађена у лабораторији Рударско-геолошког факултета у Београду на инструменту JEOL JSM-6610LV.

4. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Слојевитост сликарства унутрашњости храма приметна је и посматрањем припремљених пресека под микроскопом. Разликују се два јасно одвојена слоја: први, унутрашњи стратум првобитних зидних слика, и други, спољашњи слој новог сликарства. Првобитно сликарство унутрашњих целина цркве из XVI века је по техници сликања веома блиско сликарству егзонартекса из XVII века и зато су разматрана заједно, док је новије сликарство XVIII века у технолошком смислу значајно другачије.

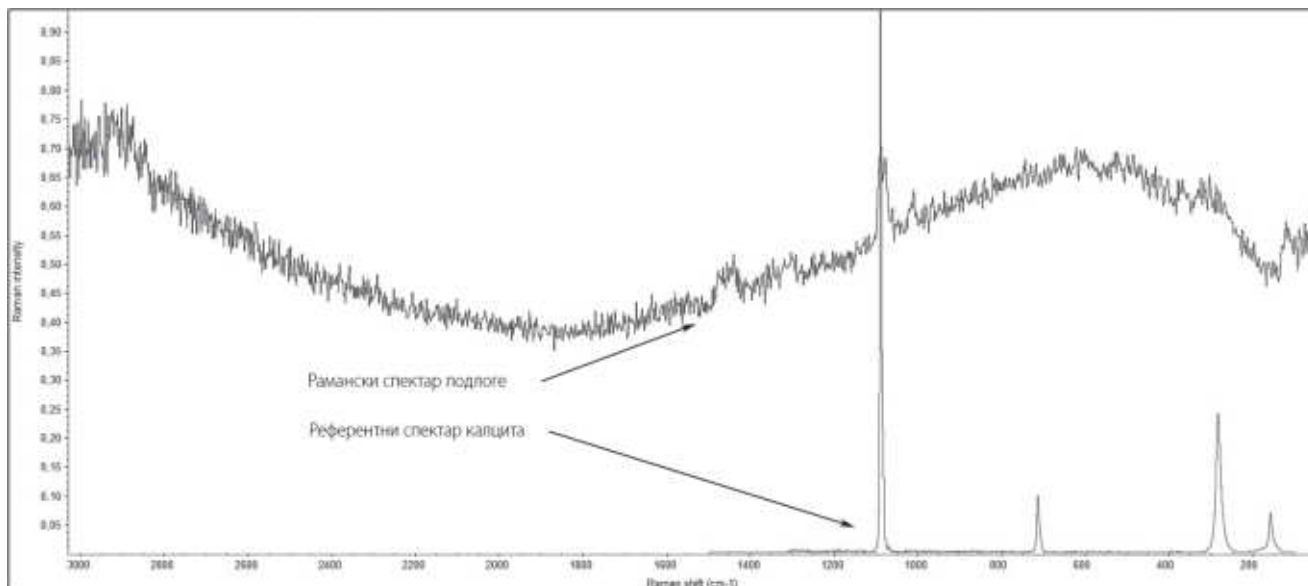
4.1. Сликарство XVI и XVII века

Спојеве малтера указују на примену технике понтата са хоризонталним и вертикалним трендом одвајања различитих сцена зидних слика. Спојеве различитих малтерних површина старијег слоја видни су термографски. Ново сликарство не ослања се у потпуности на распоред и димензије композиција старог сликаног слоја (сл. 2). Обичај је био да се слика од највиших зона ка поду. Вероватно је и овде примењен исти образац. Малтер је нанет у једном слоју. Не уочава се базни (аричо) и површински слој (интонако), иако је услед глачања приметна финија структура завршне подлоге. Цртежи сепијом или угљеноцрном не виде се на снимцима начињеним инфрацрвеном рефлектографијом. Могуће је да се поклапају са завршним сликаним линијама, па нису јасно изражени. На откривеним деловима нису запажене угребане линије цртежа на фреско-малтеру.

Малтер и пигменти су анализирани раманском и SEM EDS спектроскопијом. Анализе подлоге сликарства XVI и XVII века са различитих узорака, узетих са више сцена из наоса, припрате и егзонартекса, показују хемијски скоро идентичан састав. Главна компо-

2. a) Снимак композиције на северној страни припремљене под директним светлом; b) Термографски снимак исте сцене, на ком је видна линија, која се не поклапа са бордуrom сликарства из XVIII века
2. a) Photo of the composition on the north side of the narthex under direct light; b) Thermo visual image of the same scene. In the thermo visual image there is a visible pontata that does not coincide with the border of the 18th-century painting





3. Рамански сџектјар њодлоге и референтни сџектјар калција 3. Raman spectrum of the base and the reference spectrum of the calcite

нента је калцит (сл. 3). Поред калцијума, угљеника и кисеоника, детектовани су силицијум и гвожђе, услед присуства честица песка и оксида гвожђа (табеле 1–3). Подлога зидних слика првобитног сликарства је кречни малтер са пешчаним агрегатом и другим примесима, које су присутне у примарним изворима из којих је добијан креч.

Индиције о присутним пигментима, добијене XRF испитивањима, потврђене су раманском спектроскопијом и SEM EDS анализом. Палета мајстора првобитног сликарства ограничена је на пигменте грчке тетрахромије, отпорне у алкалној средини (табела 1).¹¹ Бојени слој чине угљеноцрна, кречнобела, хематит, окер и њихове мешавине. На сцени са које су узети узорци нема зелене земље, али је вероватно била присутна, пошто се визуелно опажа на ступцима у наосу. Могуће је да је поменути пигмент на неким местима прешао у свој црвени варијетет услед пожара и изложености високим температурама. Палета пигмената је нешто сужена у односу на раскош других значајних српских средњовековних цркава, али и у односу на сликарство егзонартекса, где се, осим поменутих, јављају и зелена земља, капут мортум и азурит (табела 2). Сви пигменти типични су за историјско фреско-сликарство.

¹¹ Hale 1966: 20.

Узорак	Слојеви на попречном пресеку	XRF	SEM EDS	Раманска спектроскопија	Пигмент	Начин сликања
1	(2) Црвена	Ca, Fe, K, S	Ca, O, C, Fe, K, Mg, Al, Si	$Fe_2O_3 \times H_2O$	Хематит	Секо
	(1) Подлога		Ca, O, Si	$CaCO_3$	Калцит	
2	(2) Бела	Ca, K, S	Ca, O, C	$CaCO_3$	Кречнобела	Фреско
	(1) Подлога		Ca, O, C	$CaCO_3$	Калцит	
3	(2) Црна	Ca, K, S	Ca, O, C	C, $CaCO_3$	Угљеноцрна	Мезофреско
	(1) Подлога		Ca, O, C	$CaCO_3$	Калцит	
4	(3) Бела	/	Ca, O, C, Al, Si, Cl	$CaCO_3$	Кречнобела	Мезофреско
	(2) Црвена		Ca, O, C, Fe, K, Mg, Al, Si	$Fe_2O_3 \times H_2O + C$	Хематит + угљеноцрна	
	(1) Подлога		Ca, O, C, Mg, Si, Fe	$CaCO_3$	Калцит	
5	(3) Калцијум-сулфат	/	Ca, O, C, S	$CaSO_4$	/	Секо
	(2) Црвена		Ca, O, C, Fe, K, Mg, Al, Si	$Fe_2O_3 \times H_2O + C$	Хематит + угљеноцрна	
	(1) Подлога		Ca, O, C, Mg, Si	$CaCO_3$		
6	(2) Црна	Ca, Fe, K, S	Ca, O, C, K, Mg, Al, Si, Cl	C, $CaCO_3$	Угљеноцрна, кречнобела	Фреско
	(1) Подлога		Ca, O, C, Mg, Al, Si,	$CaCO_3$	Калцит	

Табела 1. Хемијски састав њодлоге и бојеног слоја сликарства XVI века

Table 1. Chemical composition of the base and the painted layer of the 16th-century painting

Узорак	Слојеви на попречном пресеку	XRF	SEM EDS	Раманска спектроскопија	Пигмент	Начин сликања
18	(3) Бела	/	Ca, O, S, Si,	CaSO ₄	Калцијум-сулфат	
	(2) Жута	/	Ca, O, Fe, Al, Si,	FeOOH	Гетит-окер	Секо
	(1) Подлога	/	Ca, O, Al, Si, Mg	CaCO ₃	Калцит	
19	(2) Црвена	/	/	Fe ₂ O ₃ x H ₂ O + C	Капут мортум, угљеноцрна	Фреско
	(1) Подлога	/	/	CaCO ₃	Калцит	
20	(3) Плава	/	Ca, Cu, O, Al, Si,	Cu ₃ (CO ₃) ₂ (OH) ₂	Азурит	Секо
	(2) Црна	/	Ca, O, Al, Si, Mg, Fe	C + CaCO ₃	Угљеноцрна, кречнобела	Мезофреско
	(1) Подлога	/	Ca, O, Al, Si, Mg, Fe	CaCO ₃	Калцит	
21	(3) Зелена	/	/		Зелена земља	Секо
	(2) Црвена	/	/	Fe ₂ O ₃ x H ₂ O + C + CaCO ₃		Секо
	(1) Подлога	/	/	CaCO ₃	Калцит	
22	(3) Бела	/	/	CaCO ₃	Калцит	
	(2) Црна	/	/	C + CaCO ₃	Угљеноцрна, кречнобела	Мезофреско
	(1) Подлога	/	/	CaCO ₃	Калцит	
23	(3) Бела	/	/	CaSO ₄	Калцијум-сулфат	
	(2) Црвена	/	/	Fe ₂ O ₃ x H ₂ O	Хематит	Фреско
	(1) Подлога	/	/	CaCO ₃	Калцит	

Табела 2. Хемијски састав подлоге и бојеног слоја сликарства XVII века

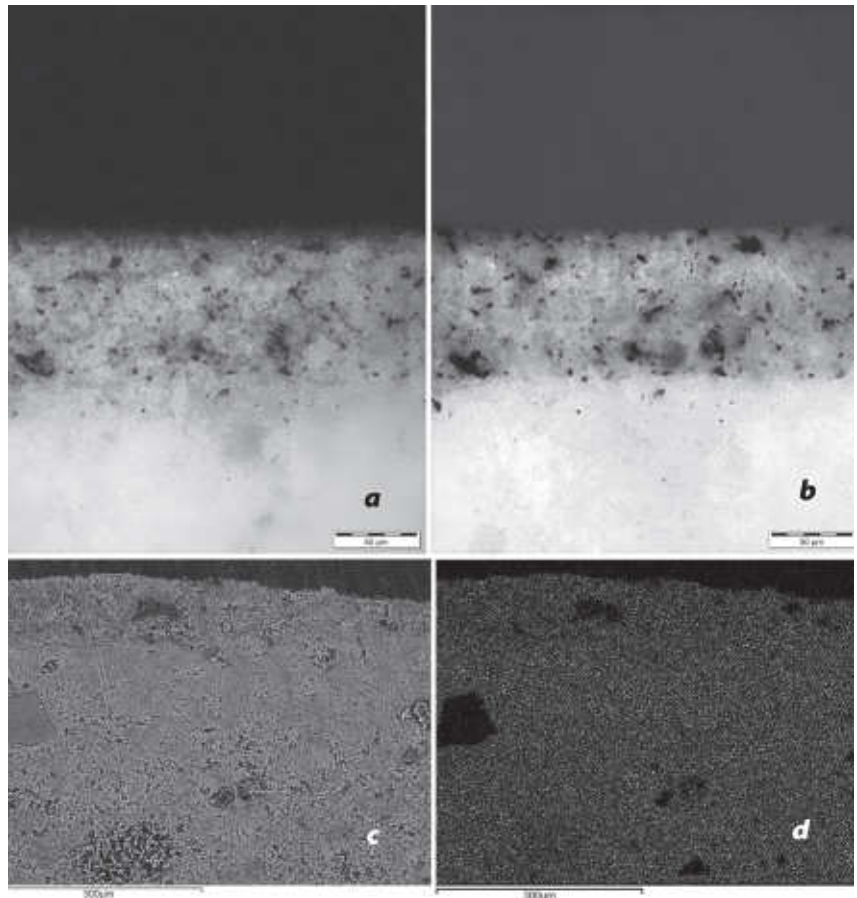
Table 2. Chemical composition of the base and the painted layer of the 17th-century painting

¹² Медић 1999: 257, 405.

Начин сликања је комбинован. Интересантно је да доминира секо-техника, иако је уобичајеније да је већи део површина изведен у фреско-техници. Присутни су делови сликани на свежем малтеру, док су жељени ликовни ефекти добијени досликавањем мезофреско-техником и секо-техником. У фрескобојеном слоју зрна пигмената различитих димензија су диспергована у површински слој креча и окружена честицама калцијум-карбоната, услед чега су постала део самог малтера. Њихов удео је променљив. Код узорака са површина сликаних фреско-техником линија раздвајања бојеног слоја и подлоге је нејасна због различите дифузије пигмената у танак површински слој малтера. Дебљине бојених слојева варирају у великој мери, што је изражено на узорцима 2, 6, 19, 23 и додатно потврђује фреско-начин доношења (сл. 4). Процес везивања угљен-диоксида и кратко време у којем је кречни малтер влажан нису дозвољавали извођење искључиво фреско-техником, већ су сликане површине довршаване мезофреско-техником (узорци 3, 4, 20, 22) и секо-техником (узорци 1, 4, 5, 18, 20, 21) (сл. 5). Специфични тонови, који се канонски сликају темпером, као што је азурноплава на црном подслику, такође су секо аплицирани.¹² Код секо-технике линија раздвајања подлоге и бојеног слоја је јасна и правилна, као што је у случају узорка 5 (сл. 6а). Кључни доказ је ипак присуство органског везива у бојеном слоју које флуоросцеира при излагању ултраљубичастом светлу (сл. 6б). Тон боје је често добијан мешавином угљеноцрне и кречнобеле у различитим односима са оксидима гвожђа. Светла и акценти су извођени доношењем кречнобеле на основну боју (сл. 6с). Подсликавање је видно код површина сликаних плавим азуром (7а), али и на другим местима, као што је случај на одори светитеља у егзонартексу, где је испод зелене подсликано комплементарном црвеном бојом (сл. 7б). Често се на површинском слоју узорака сликарства наоса и припрате налази танак и транспарентан беличасти депозит, за који је раманском спектроскопијом утврђено да је калцијум-сулфат и да се

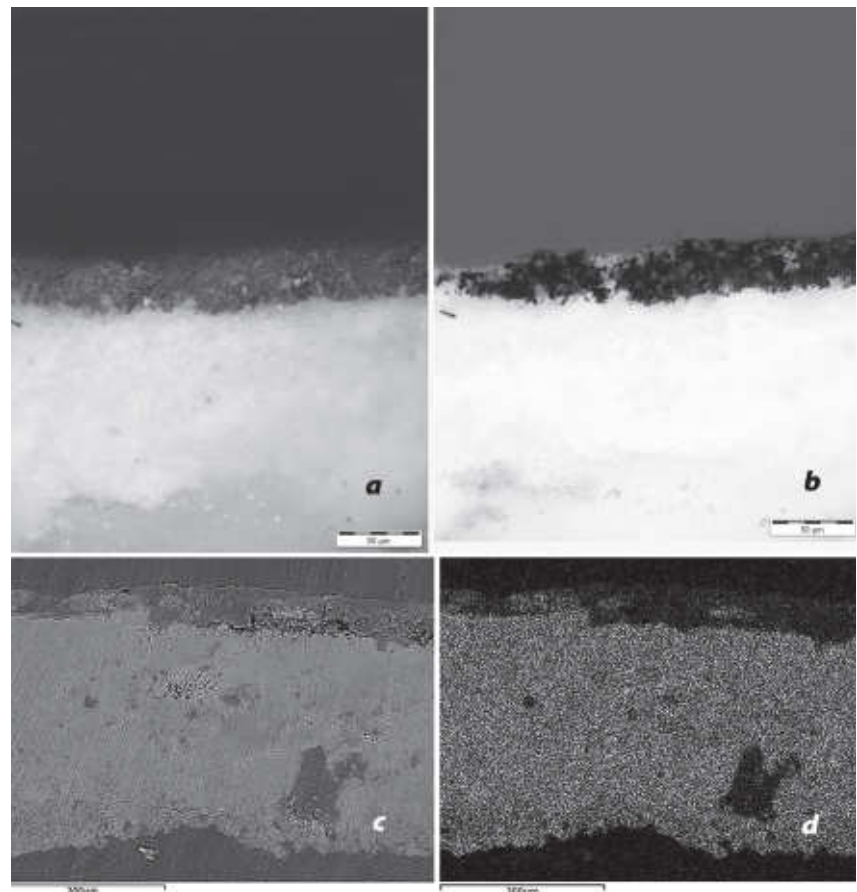
4. Микростратиграфија узорка бр. 6.
Пример фреско-начина сликања:
а) микроскопски снимак под
одбијеним светлом; б) снимак под
ултраљубичастим светлом;
в) снимак под електронским
микроскопом; д) дистрибуција
калцијума кроз слојеве пресека.
Линија раздвајања између бојеног
слоја и подлоге није правилна и
јасно уочљива. Приметна је велика
концентрација калцијума у бојеном
слоју

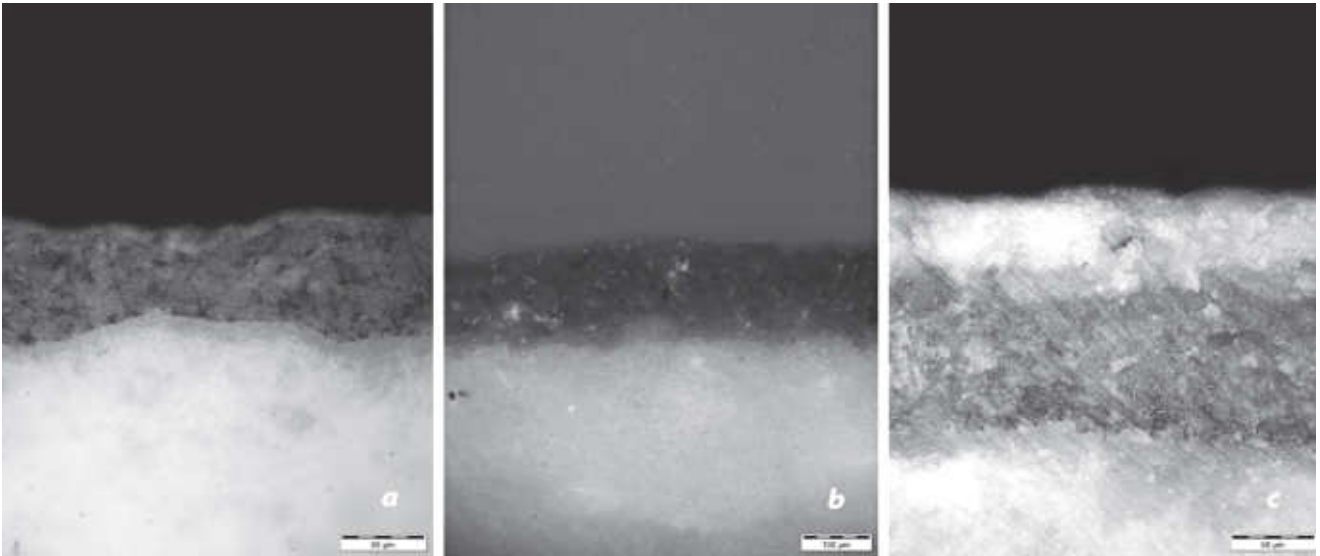
4. Microstratigraphy of sample no. 6.
Example of the fresco painting
technique; а) Microscopic image
under reflected light; б) Image
under the ultraviolet light; в) Image
under electronic microscope; д)
Distribution of calcium through the
layers of the cross-section. The
separation line between the painted
layer and the base is not regular
and is clearly visible. There is
noticeable high concentration of
calcium in the painted layer



5. Микростратиграфија узорка бр. 3.
Пример мезофреско-начина
сликања: а) микроскопски снимак
под одбијеним светлом; б) снимак
под ултраљубичастим светлом;
в) снимак под електронским
микроскопом; д) дистрибуција
калцијума кроз слојеве пресека.
Линија раздвајања између бојеног
слоја и подлоге је правилна и јасна,
али је видно присуство калцијума у
бојеном слоју

5. Microstratigraphy of sample no. 3.
Example of the mezzo-fresco
painting technique;
а) Microscopic image under
reflected light; б) Image under the
ultraviolet light; в) Image under
electronic microscope;
д) Distribution of calcium through
the layers of the cross-section. The
separation line between the painted
layer and the base is regular and
clear, but there is visible presence
of calcium in the painted layer



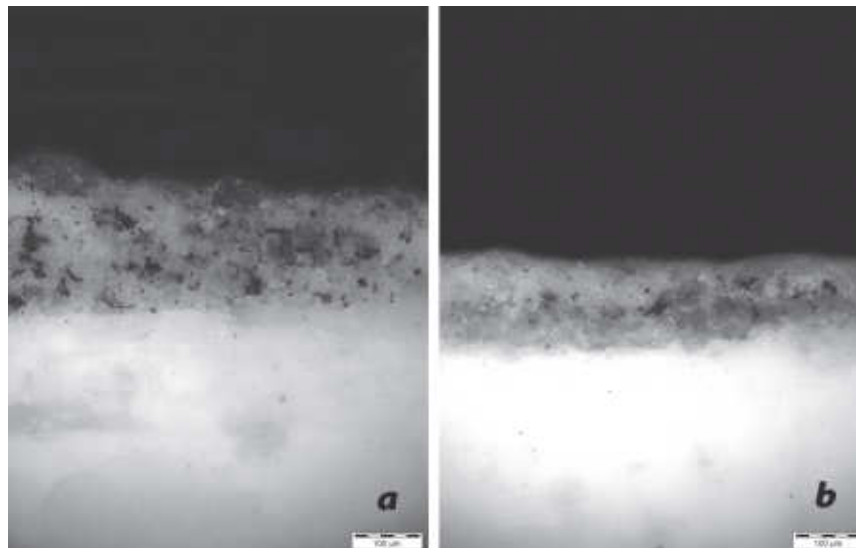


6. a) Микроскојски снимак под одбијеним светлом узорка бр. 6: линија раздвајања бојеног слоја и малтера је јасна и правилна, што је одлика секо-начина сликања; б) микроскојски снимак под ултраљубичастим светлом узорка бр. 18: кроз бојени слој флуоросцеирају остаци органског везива; с) микроскојски снимак под одбијеним светлом узорка бр. 4: пример извођења осветљења наношењем кречнобеле преко основне боје

6. a) Microscopic image under reflected light of sample no. 6. The separation line between the painted layer and the plaster is clear and regular which is a characteristic of the secco-fresco painting technique; b) Microscopic image under the ultraviolet light of sample no. 18. Remains of an organic binder fluoresce through the painted layer; c) Microscopic image under reflected light of sample no. 4. Example of creating a light effect by applying lime white over the basic colour

7. a) Микроскојски снимак под одбијеним светлом узорка бр. 20: плава подсликана црном; б) микроскојски снимак под одбијеним светлом узорка бр. 21: зелена подсликана црвеном

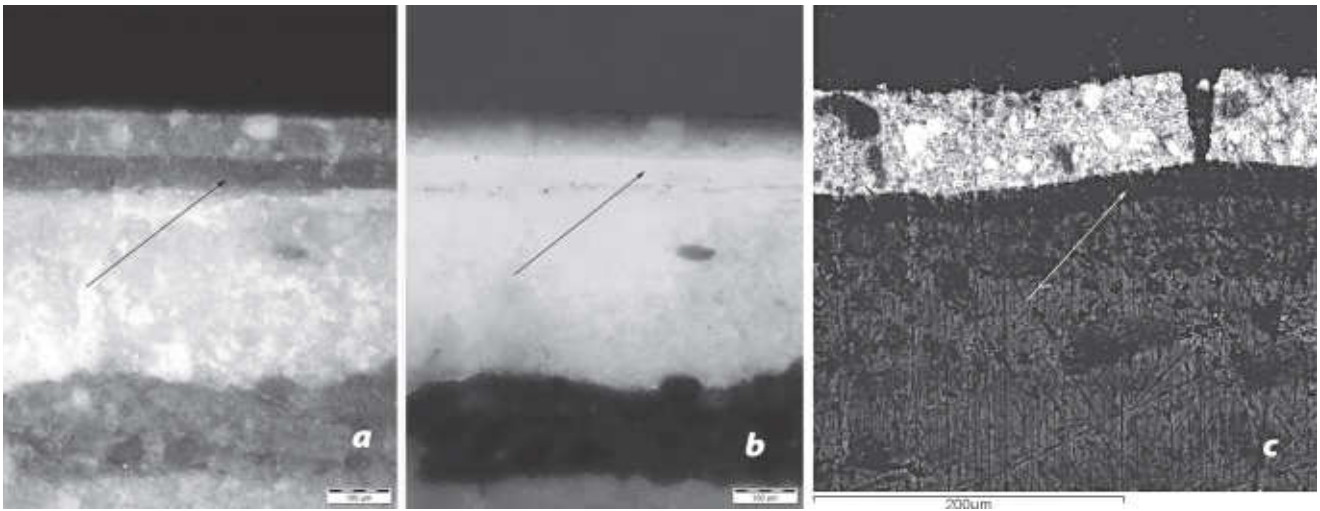
7. a) Microscopic image under reflected light of sample no. 20. Blue underpainted by black; b) Microscopic image under reflected light of sample no. 21. Green underpainted by red



јавља услед ефлоресценције присутних сулфата у зиду. На површини зидних слика трема уочен је танак слој калцита, што није необично с обзиром на чињеницу да је ово сликарство било прекречено у обнови цркве, па су резидуе калцијум-карбоната остале на површини и након конзерваторског уклањања кречног премаза.

4.2. Сликарство XVIII века

Сликарство настало у XVIII веку покрива првобитни живопис. Анализирани узорци (7–17) садрже све стратуме: од подлоге, преко првобитног бојеног слоја, закључно са завршним сликарством.



8. Микростратиграфија попречног пресека узорка бр. 14: а) микроскопски снимак под видљивим светлом; б) микроскопски снимак под ултраљубичастим светлом; в) снимак под електронским микроскопом. На сва три снимка црелицом је означен импрегнациони уникални слој између старог и новог сликарства

8. Microstratigraphy of the cross-section of sample no. 14: a) Microscopic image under the visible light; b) Microscopic image under the ultraviolet light; c) Image under electronic microscope. In all three images, the arrow marks the impregnation animal glue layer between the old and the new paintings

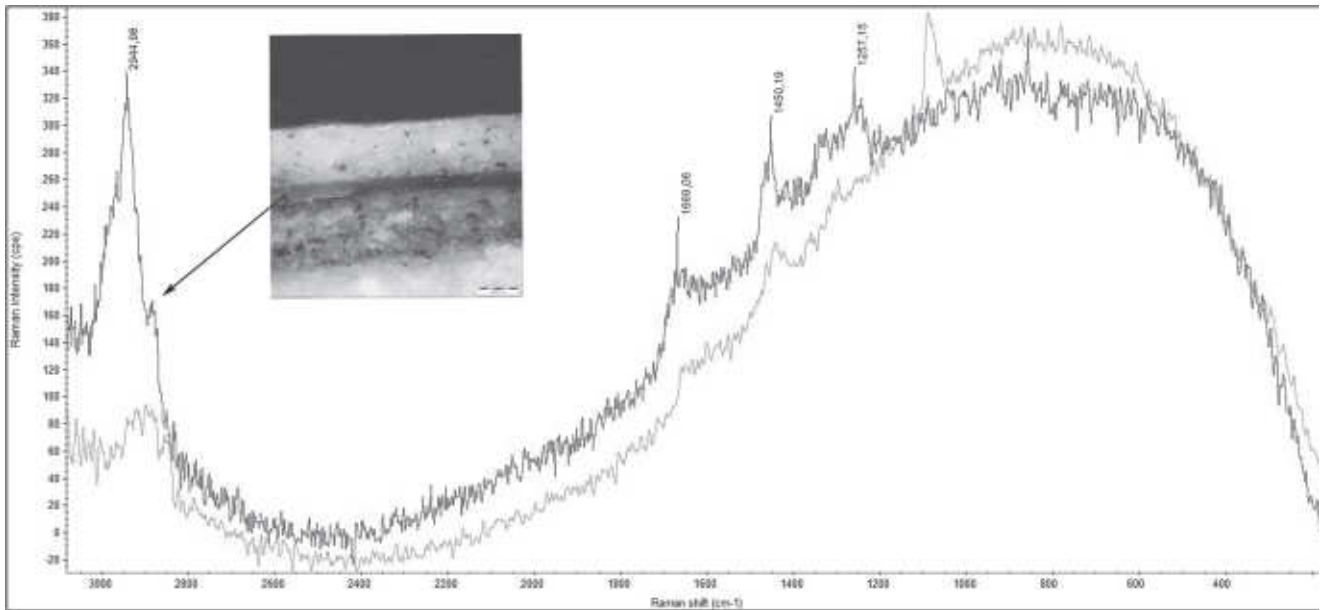
¹³ Mounier, Daniel, Bechtel 2009: 274.

¹⁴ Mayer 1951: 244.

Микростратиграфија новог слоја показује комплекснију грађу изведену секо-техником, углавном сукцесивним наносом боје, како би се добио коначни тон. Запажа се више фаза сликарског поступка, и то од имприматуре, подсликавања, сликања и наношења лазуре на појединим местима.

Преко првобитног сликарства аплициран је припремни импрегнациони слој (имприматура) како би се омогућило осликавање новим медијумом. Микроскопска анализа показује постојање међуслоја између старог и ново сликарства (сл. 8). У сликарским поступцима је уобичајено да се на порозну подлогу наноси темперни медијум да би се спречило продирање уљаног везива у поре кречног малтера. Некада се у овај слој додају пигменти или пунилац, али у овом случају нису видљива њихова зрна, па премаз у техничком смислу представља само импрегнацију зидне површине која ће се осликавати, без намере мајстора да њоме утиче на жељени тон. Излагањем ултраљубичастом светлу под микроскопом, имприматурни слој флуоросцеира плавичастом бојом (сл. 8b). Иако ова техника рада није строго специфична и не води крајњем закључку о хемијском саставу, она упућује на присуство материјала протеинске природе.¹³ Међутим, изузетно мала дебљина овог слоја (10 μm) не дозвољава успешну карактеризацију инфрацрвеном спектроскопијом (μFTIR), те је анализа урађена индиректно, SEM EDS и раманском спектроскопијом. Елементарни састав имприматуре одговара саставу протеина, док се рамански спектар добро поклапа са референтним спектром туткала (сл. 9). Присуство елемената Al, Si, Mg, Ca, K, Fe у траговима може да укаже на евентуално минимално додатку количину пуниоца, попут биркреде или каолина. Премазивање казеином или туткалом (ређе шелаком) био је уобичајени начин третирања површине код припреме за сликање уљаним бојама на зиду.¹⁴

За идентификацију хемијске природе везива изабран је мали узорак беле, узет са места где је дошло до подљускавања, под претпоставком да ће се одатле добити најрепрезентативнији IR спектар, који садржи апсорпционе траке само органског материјала и оловно-

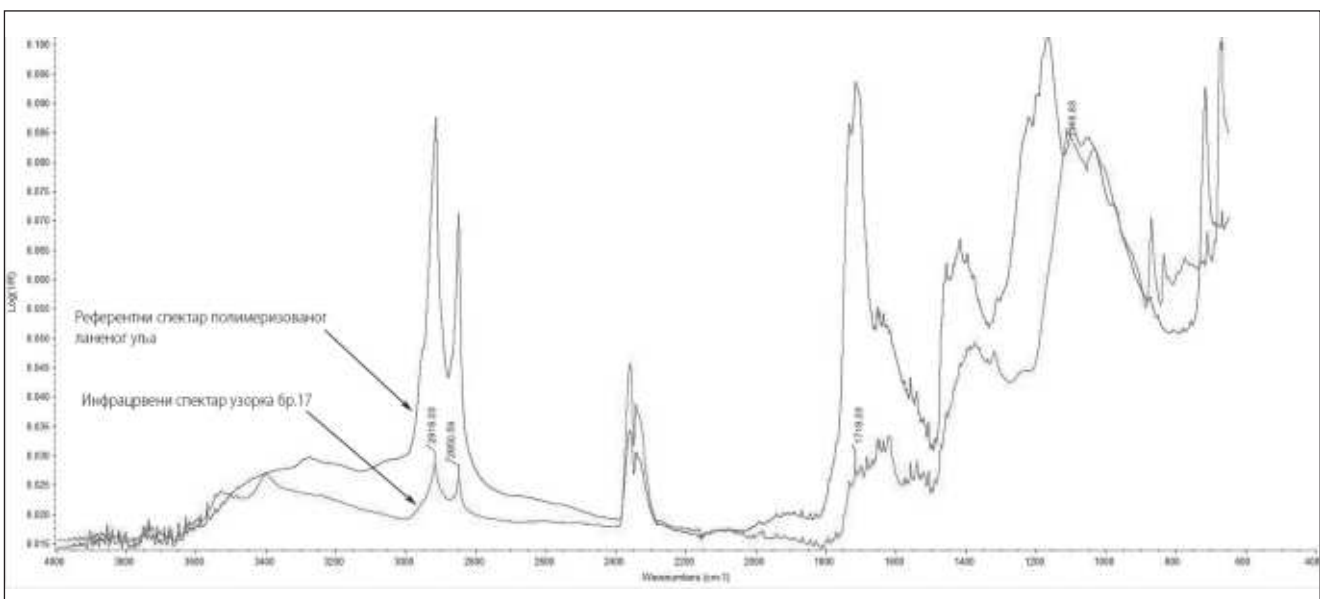


9. Рамански сјеќтар импрегнационог слоја и референјни сјеќтар кошћаног шћућкала

9. Raman spectrum of the impregnation layer and the reference spectrum of the bone glue

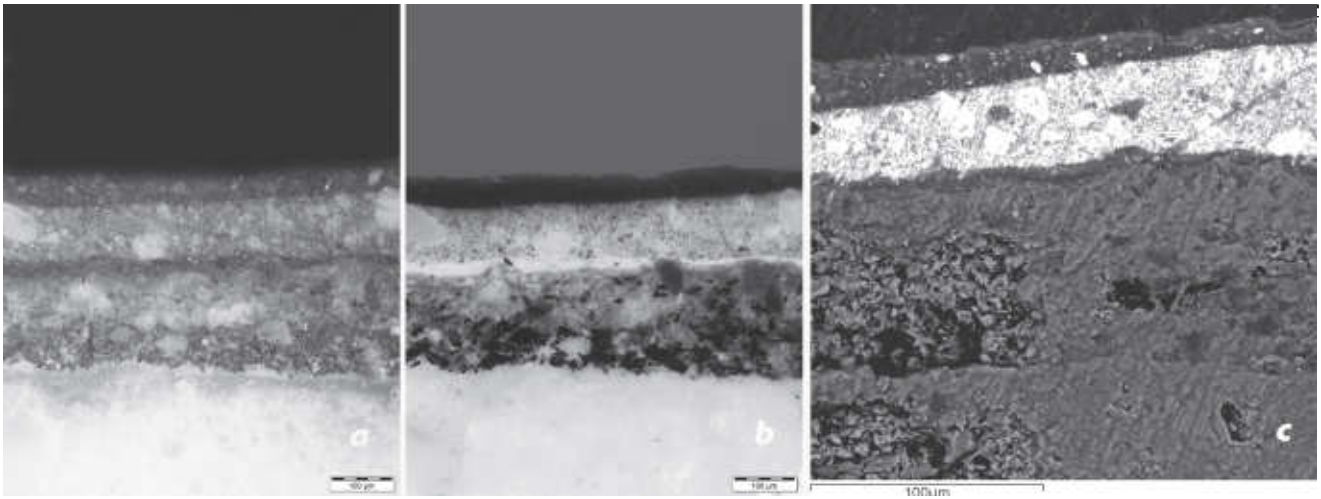
¹⁵ Socrates 2001: 333–336.

беле у односу на друге, сложеније узорке, које чине смеше везива и већег броја пигмената. Резултат показује да је употребљено везиво уљаног типа. У инфрацрвеном спектру узорка присутни су карактеристични пикови метилених група на 2850cm^{-1} и 2918cm^{-1} , апсорпциони максимум естарске групе на 1743cm^{-1} , као и максимум на 1112cm^{-1} , типичан за остарела сушива уља. Уочавају се пикови мањег интензитета на 1653cm^{-1} и 1559cm^{-1} , који се приписују протеинима (NH I, 1655cm^{-1} и NH II, 1565cm^{-1}), али се они вероватно јављају због присуства туткалне имприматуре у анализираном узорку.¹⁵ Инфрацрвени спектар показује добро слагање са референтним спектром лабораторијски припремљеног и остарелог узорка полимеризованог ланеног уља (сл. 10).



10. Инфрацрвени сјеќтар узорка бојеног слоја новог сликарсћива и референјни сјеќтар полимеризованог ланеног уља

10. Infrared spectrum of the sample of the painted layer of the new paintings and the reference spectrum of the polymerised linseed oil



11. Микростратиграфија појпречног пресека узорка бр. 11: а) микроскопски снимак под видљивим светлом; б) микроскопски снимак под ултраљубичастим светлом; с) снимак под електронским микроскопом

11. Microstratigraphy of the cross-section of sample no. 11: a) Microscopic image under the visible light; b) Microscopic image under the ultraviolet light; c) Image under electronic microscope

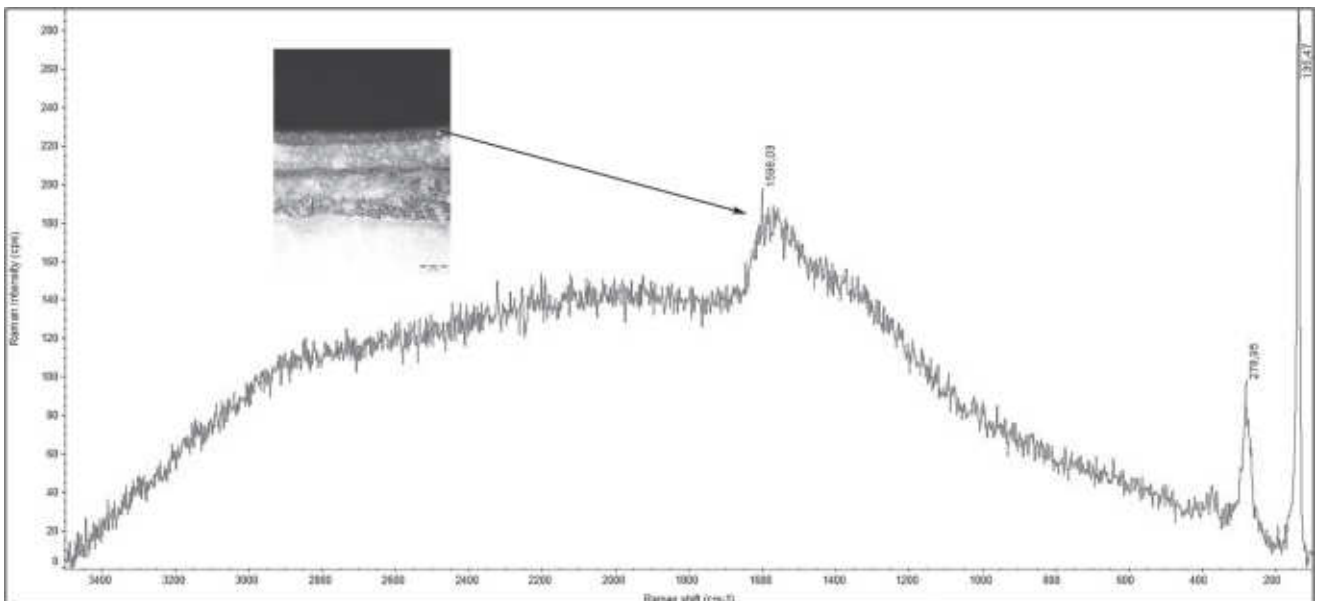
¹⁶ Conti, Striova, Aliatis, Possenti, Massonet, Muehlethaler, Poli, Positano 2014: 1186.

¹⁷ Kühn 1970: 33.

¹⁸ Conti, Striova, Aliatis, Possenti, Massonet, Muehlethaler, Poli, Positano 2014: 1191.

¹⁹ Kühn 1970 : 30.

Палета пигмената сликарства XVIII века није ограничена њиховом постојаношћу у алкалној средини, као што је случај са осталим живописом цркве. Она је шира и богатија. XRF, раманском и SEM EDS спектроскопијом идентификовани су оловнобела, вермилион, угљеноцрна, прускоплава, бакар-резинат, индиго, окер, хематит (табела 3). Пажњу скрећу прускоплава, синтетички пигмент, који је врло брзо нашао место на палети радионица крушедолских мајстора Јова Василијевића и Стефана Тенецког, с обзиром на то да је уведен 1724. године, и бакар-резинат, који се све више избегава од почетка XVIII века, због уочене особине дисколорације при изложености светлу.¹⁶ Бакар-резинат налази се у виду транспарентног лазура на површини пресека узорка 11, у којем нема видљивих зрна пигмента, већ се цео слој опажа као стакласти аморфни филм зелене боје (сл. 11).¹⁷ У лазурном филму је EDS анализом доказано присуство бакра, док у раманском спектру постоји пик на 1600 cm^{-1} , типичан за овај пигмент, који отклања сумњу у то да је у питању вердигрис у уљаном везиву (сл. 12).¹⁸ Површине сликане овим пигментом данас изгледају више смеђе него зелене услед његове склоности ка губитку колорита. При конзерваторско-рестаураторском третману треба нарочиту пажњу обратити на ове партије јер је пигмент осетљив на дејство киселина и база, али и растворан у већини органских растварача.¹⁹



12. Рамански спектар површинског лазурног слоја узорка 11, у којем је идентификован бакар-резинат

12. Raman spectrum of the surface glaze layer of sample 11 in which copper resinate was identified.

Узорак	Слојеви на попречном пресеку	XRF	SEM EDS	Раманска спектроскопија	Пигмент	Начин сликања
7	(4) Црвена	Pb, S, Hg, Ca, As, Fe	Pb, Hg, S, As, Ca, Al	HgS + 2PbCO ₃ ·Pb(OH) ₂	Вермилион, оловнобела	Секо
	(3) Импрегнација		C, O, Ca, Pb	Туткало	Импрегнација	
	(2) Црна		Ca, O, C	C + CaCO ₃	Угљеноцрна, кречнобела	Мезофреско
	(1) Подлога		Ca, O, C, Al, Si	CaCO ₃	Калцит	
8	(4) Плава	Pb, S, Fe, Ca, As	Pb, Fe, Ca, Al, Si, Mg, O, K, Cl	Fe ₄ [Fe(CN) ₆] ₃ ·xH ₂ O	Прускоплава	Секо
	(3) Импрегнација		C, O, Al, Si	Туткало	Импрегнација	
	(2) Црвена		Fe, Ca, Al, Si, Mg, O	Fe ₂ O ₃ x H ₂ O	Хематит	Секо
	(1) Подлога		Ca, O, C, Al, Si	CaCO ₃	Калцит	
9	(4) Сива	Pb, S, Fe, Ca, As, Ba	Pb, Ca, O	2PbCO ₃ ·Pb(OH) ₂ + C	Оловнобела, угљеноцрна	Секо
	(3) Импрегнација		Ca, C, O, Al, K, Mg, Fe Si, Pb	Туткало	Импрегнација	
	(2) Црвена		Ca, Fe, C, O, Al, K, Mg, Si,	Fe ₂ O ₃ x H ₂ O + C	Хематит, угљеноцрна	Секо
	(1) Подлога		C, O, Mg, Si, Ca	CaCO ₃	Калцит	
10	(2) Плава	Pb, S, Ca, As, Ba, Fe	/	Fe ₄ [Fe(CN) ₆] ₃ ·xH ₂ O	Прускоплава, оловнобела	Секо
	(1) Подлога		/	CaCO ₃	Калцит	
11	(6) Зелена	Pb, S, Cu, Ca, As, Ba, Fe, K	Cu, Pb, Ca, O	Cu (C ₁₉ H ₂₉ COO) ₂	Бакар-резинат	Секо
	(5) Плава		Pb, O, Ca, As	2PbCO ₃ ·Pb(OH) ₂	Индиго, оловнобела	Секо
	(4) Импрегнација		/	/	Импрегнација	
	(3) Црвена		Ca, O, Al, K, Si, Fe,	Fe ₂ O ₃ x H ₂ O + C	Хематит, угљеноцрна	Секо
	(2) Црна		Ca, C, O, Al, K, Mg Si, Fe, Cl	C + CaCO ₃	Угљеноцрна	Мезофреско
	(1) Подлога		/	CaCO ₃	Калцит	
12	(3) Плава	Pb, S, Fe, Cu, As, Ca	O, Al, Si, Ca, K, Mg, Fe, Cl, As, Pb, Na	/	Индиго, оловнобела	Секо
	(2) Црна		/	C + CaCO ₃	Угљеноцрна, кречнобела	Фреско
	(1) Подлога		/	CaCO ₃	Калцит	
13	(6) Инкарнат	Pb, S, Fe, Ca, As, Ba, Hg, K	Pb, O, C, Al, Si, Ca, Fe	2PbCO ₃ ·Pb(OH) ₂ + FeOOH + HgS, + C	Оловнобела, окер, вермилион, угљеноцрна	Секо
	(5) Зелена		Pb, O, Al, Si, Ca	/		
	(4) Плава		Pb, O, Al, Si,	2PbCO ₃ ·Pb(OH) ₂	Индиго, оловнобела	Секо
	(3) Импрегнација		C, O, Al, Si	Туткало	Импрегнација	
	(2) Браон		Ca, O, Al, Si, Fe,	Fe ₂ O ₃ x H ₂ O	Сиена	Секо
	(1) Подлога		/	CaCO ₃	Калцит	
14	(5) Плава	Pb, S, Fe, Ca, As, Ba	Ca, O, Si, Al, Mg, K, Fe, Pb	/	Прускоплава, оловнобела	Секо
	(4) Импрегнација		Pb, O, Ca, Mg	Туткало	Импрегнација	
	(3) Бела		Ca, O, Si	CaCO ₃	Кречнобела	Мезофреско
	(2) Црвена		Ca, O, Si, Al, K, Fe,	Fe ₂ O ₃ x H ₂ O + C	Хематит, угљеноцрна	Секо
	(1) Подлога		Ca, O, Si	CaCO ₃	Калцит	
15	(4) Жута	Pb, S, Fe, Ca, As, B	Pb, O, Ca, Si, Fe, Al	2PbCO ₃ ·Pb(OH) ₂	Окер, оловнобела	Секо
	(3) Импрегнација		/	Туткало	Импрегнација	
	(2) Црвена		/	Fe ₂ O ₃ x H ₂ O + C	Хематит, угљеноцрна	Фреско
	(1) Подлога		/	CaCO ₃	Калцит	
16	(6) Златни листић	Pb, S, Fe, Ca, Au, Ag, Cu	/		Златни листић	
	(5) Окер		/		Окер, оловнобела	Секо
	(4) Црвена		/		Болус	Секо
	(3) Смеђа		/		Сиена	Секо
	(2) Жута		/		Окер	Фреско
	(1) Подлога		/		Калцит	
17	(4) Бела	Pb, S, Ca, As,	/	2PbCO ₃ ·Pb(OH) ₂	Оловнобела	Секо
	(3) Импрегнација		/	Туткало	Импрегнација	
	(2) Црвена		/	Fe ₂ O ₃ x H ₂ O	Хематит	Секо
	(1) Подлога		/	CaCO ₃	Калцит	

Табела 3. Хемијски састав подлоге и бојених слојева сликарства XVIII века

Table 3. Chemical composition of the base and the painted layers of the 18th-century wall paintings

²⁰ Зековић 2012 : 196.

²¹ Арсен, у количини од 12%, детектован рендгенском флуоресцентном спектроскопијом на инкарнату руке светитеља упућује на могуће присуство једињења овог елемента.

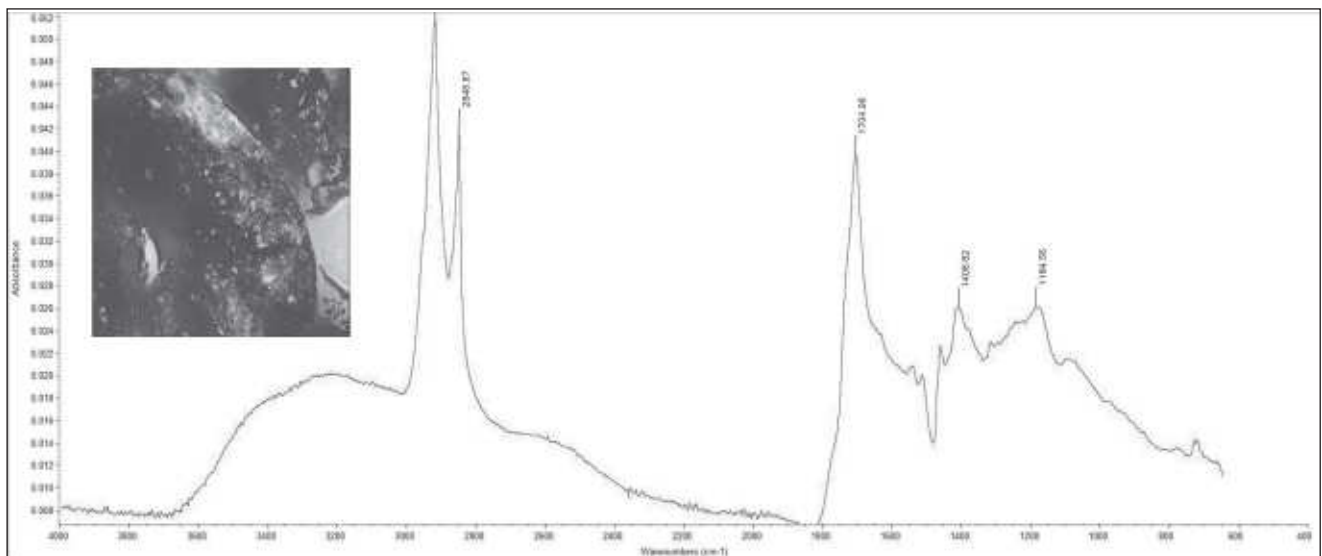
²² Брдарић 2017: 126.

²³ Петровић 2017: 105–114.

²⁴ Брдарић 2017: 127.

²⁵ Katsibiri 2003: 49–53.

Зидно сликарство Благовештењске цркве настало у XVIII веку изведено је техником уља на зиду. Ова техника дозвољава већу креативну слободу, стварање сјаја, полутонова, комбинацију сјајних и мат површина, лазурно и пастуозно наношење, али и примену оних пигмената који нису погодни за фреско-сликарство.²⁰ Уљано сликарство Крушедола настало је двојаким приступом. Тамо где се завршавало лазурима, сликано је у више слојева употребом прозирних и полупрозрачних тонова (узорци 11, 13), док је негде сликано пастуозније, само једном бојом, техником *al prima* (узорци 7, 9, 10, 15, 17). Цртежи нису видљиви на попречним пресецима. Могуће је да се одмах ишло на подсликавање уобичајено за ову врсту сликарства. На пресецима су видна подсликавања комплементарним и другим бојама. Боја инкарната добијана је мешавином оловнобеле, окера, угљеноцрне и вермилиона (узорак 13).²¹ Старењем сликарског медијума дошло је до тамњења и повећања кртости, што је узроковало појаве кракелура, љуспања и пулверизације, видљиве на неким деловима. Лакови, понекад наношени као заштитни премази, нису детектовани ни на једном узорку. Евентуални оригинални лак могао је бити уклоњен у претходним реставраторским интервенцијама.²² UV флуоресцентном фотографијом уочене су зоне накнадног лакирања.²³ Анализа узорка са површине композиције из друге зоне припрете инфрацрвеном спектроскопијом показује присуство рубин-шелака, који је највероватније коришћен као фиксатив пулверизованог бојеног слоја у реставрацији зидних слика рађеној у другој половини XX века (сл. 13).²⁴



13. Инфрацрвени спектар рубин-шелака, заосталог у виду депозиција на уљаном сликарству после претходне реставрације, изведене у XX веку

13. Infrared spectrum of the ruby shellac that has remained in the form of deposit over the oil paintings after the previous restoration carried out in the 20th century

Златни орнаменти на плавој одори Богородице на источном зиду припрете анализирани су XRF спектроскопијом. Удео сребра и бакра од око 16% води закључку да је коришћено злато чистоће мање од 24 карата. Злато је наношено у виду листића. За причвршћивање декорација по одорама употребљен је мурдент, иако није експлицитно доказано. На то упућује мат изглед златних украса.²⁵ На попречном пресеку узорка са ореола светитеља из јужне певнице запажају се два раздвојена слоја окер боје. Доњи слој потиче од првобитног сликарства, док је површински слој изведен уљаном техником. Између њих је приметна смеђа импрегнација. Присутни су гвожђе, калцијум, калијум, силицијум и злато. То су елементи типични за минерале гетит и лепидокроцит, хидратисане оксиде гвожђа (FeOOH), у сликарству познатије као окер пигмент, којим се сликају ореоли. Стратиграфска анализа показује да је ореол новог сликарства био позлаћен.

5. ЗАКЉУЧАК

Истраживање материјалног аспекта сложене структуре зидног сликарства у цркви Благовештења манастира Крушедола спроведено је физичко-хемијским анализама, применом инструменталних аналитичких техника инфрацрвене (FTIR), раманске и енергодисперзивне спектроскопије (SEM EDS), оптичке и електронске микроскопије. На основу добијених резултата изводи се неколико закључака. Сликарство XVI века, заступљено у олтару, наосу и припрати, као и сликарство егзонартекса, настало је комбинованом техником. Основни тонови сликани су на влажном кречном малтеру (фреско), док су досликавања вршена додавањем пигмената у кречну воду или кречно млеко (мезофреско). Наглашене линије и завршни потези изведени су секо-техником, највероватније пигментима у јајчаном везиву. Палета употребљених пигмената је скромна и типична за средњовековно фреско-сликарство. Заступљени су кречнобела, угљеноцрна, хематит, окер и њихове мешавине. У зидним сликама трема присутни су још азурит, капут мортум и зелена земља. Колорит откривеног првобитног сликарства у доњем делу првих зона у припрати одликује једноличан сепија тон. Могуће је да је ово сликарство претрпело промене услед пожара и високих температура. На површини је кристализован танак слој сулфата, који додатно умањује колорит, док је у егзонартексу по површинском слоју идентификован калцит у траговима као последица непотпуног уклањања кречног премаза у ранијим конзерваторским радовима.

Сликарство којим је у XVIII веку прекривен првобитни живопис рађено је уљаном техником. Евидентна је употреба шире палете пигмената, укључујући и оне некомпатибилне у алкалној средини. Детектовани су оловнобела, вермилион, угљеноцрна, прускоплава, бакар-резинат, индиго, окер и хематит. Кречна подлога импрегнирана је туткалом како би се смањила упијајућа моћ кречног малтера и омогућило сликање техником уља на зиду. Приметно је сликање у једном слоју, али и грађење подсликавањем и наношењем лазура до финалног тона. Услед неодговарајућих амбијенталних услова, али и тока времена, местимично је дошло до оштећења бојеног слоја типично за уљано сликарство у виду кракелура, љуспања и пулверизације. Поменути деградациони процеси потпомогнути су супфлуоресценцијом сулфата испод бојеног слоја. За аплицирање украса по одеждама и ореолима светитеља коришћено је злато у виду листића, причвршћено на подлогу, највероватније мурдентом, због мат изгледа. Оригинални лак није примећен на површини пресека, али јесте присуство рубин-шелака, који је коришћен за фиксирање бојеног слоја у конзерваторским радовима извођеним у XX веку.

Литература

- Брдарић О. 2017, *Методологија и резултати истраживања на зидном сликарству цркве манастира Крушедол*, Грађа за проучавање споменика културе Војводине XXX, 115–134.
- Зековић З. 2012, *Саборна црква у Београду – конзервација и рестаурација зидног сликарства*, Наслеђе XIII, 195–207.
- ICOMOS-ови принципи за очување и конзервацију-рестаурацију зидног сликарства 2013, Модерна конзервација 1, Београд, 237–241.
- Медић М. 1999, *Стиари сликарски инструменти I*, Београд.
- Петровић В. 2017, *Примена фотোগрафије у ултраљубичастом светлу у истраживачким радовима на зидним сликама манастира Крушедол*, Грађа за проучавање споменика културе Војводине XXX, 105–114.
- Тимотијевић М. 2008, *Манастир Крушедол I*, Београд.

*

- Conti. C, Striova J., Aliatis I., Possenti E., Massonet G., Muehlethaler C., Poli T., Positano M. 2014, *The detection of copper resinate pigment in works of art: contribution from Raman spectroscopy*, Journal of Raman spectroscopy 45/11–12, 1186–1196.
- Hale G. 1966, *The technique of fresco painting*, New York.
- Katsibiri O. 2003, *Investigation of the technique and materials used for mordant gilding on byzantine and post-byzantine icons and wall paintings*, Doctoral thesis, Northumbria University.
- Kühn H. 1970, *Verdigris and Copper Resinate*, Studies in Conservation 15/1, 12–36.
- Mayer R. 1951, *The artist's handbook of materials and techniques*, London.
- Mounier A., Daniel F., Bechtel F. 2009, *Gilding techniques in mural paintings: three examples in the romanesque period in France*, Proceedings of the 37th International Symposium on Archaeometry, Sienna, 274–278.
- Socrates G. 2001, *Infrared and Raman characteristic group frequencies – Tables and charts*, Chichester, 1–340.

Aleksa A. Jelikić
Vojin R. Nikolić

TECHNOLOGY USED FOR THE CREATION OF THE WALL PAINTINGS IN THE CHURCH OF ANNUNCIATION OF KRUŠEDOL MONASTERY

Krušedol Monastery, the endowment of the Serbian despots from the Branković family, was built between 1509 and 1516. The church contains wall paintings from three historical periods. The original wall paintings of the main sections of the temple were done around the middle of the 16th century. The painting of the exonarthex was done a century later, while the original wall paintings were covered by the new ones in the 18th century. In order to prepare a project for conservation and restoration works on this complex painting ensemble, surveying works have been conducted. By using the physical and chemical analyses, by applying the infrared (FTIR), Raman and energy-dispersive (SEM EDS) spectroscopies, and by using the optical and electronic microscopy, we have done the characterisation of the pigments, binders and other used materials, and have established the stratigraphy of the layers and analysed the relation between the structural units. We have also explained the technological procedure for creating the paintings in all three historical layers present at the Church of Annunciation of Krušedol Monastery. We have used non-destructive analytical techniques whenever it was feasible. In this way we have obtained preliminary information and indications, but most data have nonetheless been obtained through an analysis of the taken micro fragments. The analysis of the base layer of the 16th and 17th-century painting from different samples taken from several scenes in the naos, narthex and exonarthex shows that the main component is calcite. Therefore, this means we are dealing with lime plaster with sand. In the painted layer of the 16th-century frescoes, we have detected pigments of Greek tetrachromia: charcoal black, lime white, hematite, ochre and their mixtures, while in the porch in addition to these mentioned colours there are also green earth, caput mortuum and azurite, the pigments typical of the historic fresco painting. By the painting technique, the original 16th-century wall paintings in the sanctuary, naos and narthex are close to the 17th-century wall paintings from the exonarthex. Both layers were made using a combined technique. There are fresco batches that were done on

fresh plaster, while the desired painting effects were achieved through additional painting using mezzofresco and fresco-secco techniques. The specific pigments and tones that are canonically painted using tempera, such as azure blue on black underpainting, are applied using the fresco-secco technique. On the surface of the old wall painting in the interior of the church, there is an often visible thin transparent layer of calcium sulphate created through salt efflorescence, while on the wall painting in the porch there are thinner layers of calcium carbonate. The newer wall paintings from the 18th century, created by painting over the original, are technologically significantly different since they were done using oil paints. Over the original wall paintings, a preparatory impregnation layer was applied for which it was established to be animal glue that enables painting with a new medium. The infrared spectrum shows presence of all absorbent ribbons typical of dryable oils. An oil-type binder was used. The palette of the painter of the 18th-century layer is broader and more abundant in comparison to the previous painting. Through the XRF, Raman and SEM EDS spectroscopies, we have identified: lead white, vermilion, charcoal black, prussian blue, copper resinates, indigo, ochre and hematite. In some places, the painting was done in layers using transparent and translucent tones, while in other places the painting was done more pastosely, using only one colour. In the cross-sections it is possible to see underpainting done in complementary and other colours.