



Душан Пејчев¹, Лидија Робева Чуковска²

МУЛТИАНАЛИТИЧКО ИСПИТУВАЊЕ НА ТРИ УМЕТНИЧКИ ДЕЛА ОД АВТОРОТ ВАНГЕЛ КОЦОМАН

Клучни зборови: маслени слики, визуелни анализи, пигменти, FTIR

Апстракт: Во трудот се презентирани експериментални истражувања на сликите: „Портрет на маж“, „Портрет на жена“ и „Пејзаж“, коишто беа спроведени во рамките на магистерската работа „Реставрација и конзервација на три маслени слики од Вангел Коцоман“, одбранета на ФЛУ Скопје во 2018 година. Истражувањата се изведени со примена на повеќе аналитички техники, вклучувајќи рендгенска радиографија, УВ флуоресцентна фотографија, оптичка микроскопија и спектроскопски техники, рендгенска флуоресценција (XRF) и инфрацрвена спектроскопија (FTIR). Во аналитичкиот дел од трудот се прикажани рендгенограми, флуоресцентни фотографии и микро-стратиграфски прикази кои дефинираат состојби на сликите што не се забележуваат со голо око, како и резултати од испитувањата на употребените материјали (пигменти, врзивен медиум, платно и реставраторски интервенции), извршени со комбинација на класични и инструментални методи за анализа. Во интерпретацијата на резултатите е истакната релевантноста на мултианалитичкото испитување и значајноста на комплементарните информации во интерес на карактеризацијата на сликите од техничко-технолошки аспект.

1. ВОВЕД

Во овој научен труд се презентирани резултатите од експерименталните испитувања на сликите „Портрет на маж“, „Портрет на жена“ и „Пејзаж“ од авторот Вангел Коцоман (1904-1994) кој

претставува еден од основоположниците на македонската модерна уметност (Величковски, 2004; Вангел Коцоман, ретроспектива, 1976). Истражувачките работи, со својот интердисциплинарен карактер, беа спроведени во рамките на магистерскиот труд „Реставрација и конзервација на три маслени слики од Вангел Коцоман“, под менторство на проф. Благоја Кузмановски, а одбранет во 2018 година на Факултетот за ликовни уметности при Универзитетот „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје. Целокупните истражувачки работи беа водени според претходно утврдена методологија на истражување, која вклучи анализи од ликовен и историографски аспект, анализа на техниката и состојбата на делата, како и физичко-хемиски анализи кои се овде презентирани.

Овие анализи во најголем дел се изведувани во специјализираната лабораторија за испитување на културното наследство: Централна физичко-хемиска лабораторија при НУ Национален конзерваторски центар – Скопје (НКЦ). Дел од анализите се изведувани во Фотолабораторијата при НКЦ, како и во Универзитетскиот институт за радиологија, Клинички центар – Скопје.

Мултианалитичкиот пристап кон испитувањето на сликаните дела беше наметнат како неопходен начин за да се добијат комплементарни аналитички информации во функција на идентификација на употребените сликарски материјали, но и дефинирање на промените што се предизвикани од различни причинители. Имено, како што беше согледано во текот на изведбата на анализите и интерпретацијата на резултатите, идентификацијата на сликарските материјали (пигменти, врзива, полнителите и сл.) не е едноставна постапка. Како главни фактори кои влијаат на веродостојноста на резултатите може да се издвојат: природното стареење на супстанциите, долговремените хемиски реакции помеѓу сликарските материјали, како

¹ Факултет за ликовни уметности, Универзитетот „Св. Кирил и Методиј“ Скопје, Р. Македонија.

² НУ Национален конзерваторски центар - Централна физичко-хемиска лабораторија Скопје, Р. Македонија.



Слика 1. Шематски приказ на аналитичката методологија применета во овие истражувања

и интеракција со материјалите што потекнуваат од дополнителни сликарски интервенции. Сите овие фактори, со текот на времето придонесуваат кон промена на идентитетот на материјалите што биле применети при создавањето на сликите. Од таа причина, примената на комплементарните аналитички техники е од особено значење.

Аналитичките методи и техники што беа применети при овие истражувања се споредливи со оние кои се применуваат во сродни конзерваторско-хемиски лаборатории во други земји во Европа и пошироко (Mairinger, 2004; Stuart, 2007; Pinna, 2009; Domenech-Carbo, 2009). Станува збор за визуелните техники: оптичка микроскопија (OM), ултравиолетова флуоресцентна фотографија (UVF, UV Fluorescence Photography) и рендгенска радиографија (XRR, X-Ray Radiography), класични микро-аналитички методи за анализа на материјали, но и инструментални, како што е рендгенска флуоресценција (XRF, X-Ray Fluorescence) и Фуриерова трансформирана инфрацрвена спектроскопија (FTIR, Fourier Transform Infrared Spectroscopy).

Непосредните истражувања дадоа информации за микро-стратиграфската структура на сликите, појавите на деструкции, палетата на пигменти, сликарската техника, како и сознанија во врска со претходни реставраторски зафати. Резултатите од анализите одредија дека сите три слики се изведени со маслена сликарска техника, со употреба на пигменти карактеристични за современото сликарство (Kraigher-Hozo, 1991; Кузмановски, 2011; Jankovic, 2019). Влијанието на надворешните фактори, но и природното стареење на материјалите довеле до појава на различни деструкции, коишто

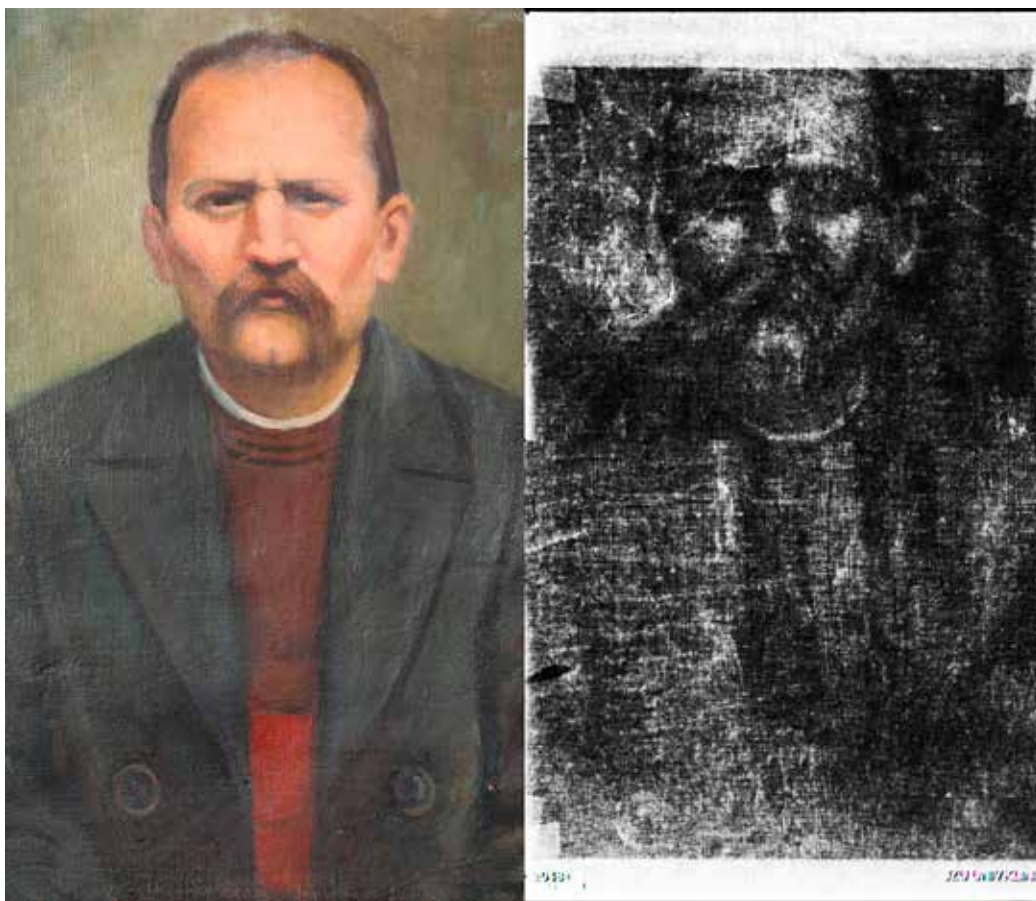
беа предмет на решавање со понатамошните реставраторско-конзерваторски зафати.

Значајноста на овој труд е што тој претставува прва публикувана научно-истражувачка работа на сликарските материјали во дела од авторот В. Коџоман. Истражувањата овозможуваат карактеризација на делата од техничко-технолошки аспект и дадоа придонес во непосредните интервенции за заштита на сликите, во смисла, избор на компатибилни реставраторско-конзерваторски материјали и соодветни постапки за отстранување на деструкциите.

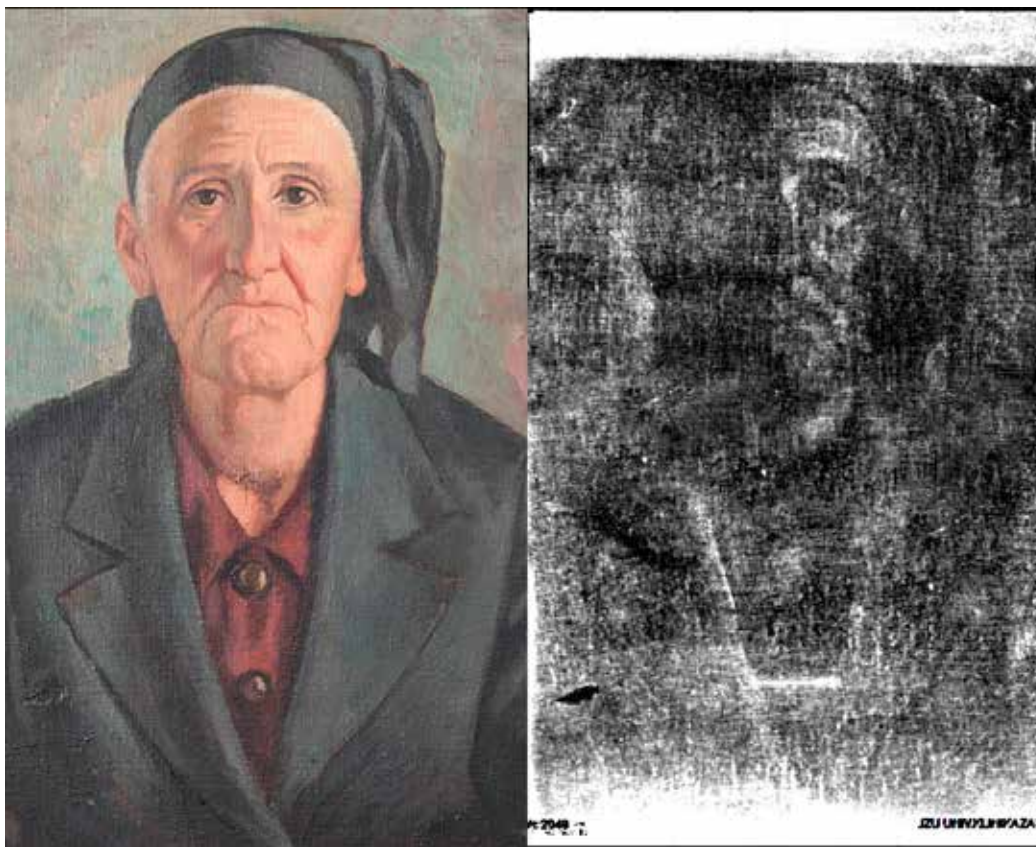
2. ИСТОРИСКИ ПОДАТОЦИ ЗА СЛИКИТЕ

За историјата на сликите дознавме единствено преку информациите што беа добиени од страна на сопствениците - семејството Шутоски. Според нивното кажување, сликите „Портрет на маж“ и „Портрет на жена“ биле направени по нарачка во 1945 година. Портретите биле сликани според фотографија, а потврда за тоа е натписот на задната страна од платната каде што со сини букви е испишано „Работано по фотографија“ со годината на изработка „1945“. Сликата „Пејзаж“ е насликана во 1935 година, а основен мотив се далјаните во Струга. Во 1937 год. сликата станува сопственост на Л. Шутоски, кој ја добил како негов свадбен подарок.

Сликите со мотив на портрет биле изложени на сид до 2000 година, а сликата „Пејзаж“ до 2009 година. Оттогаш па до 2016 година, кога сопствениците изразуваат желба за конзервација на сликите и истите стануваат предмет на овие истражувања, тие биле чувани во темна просторија.



Слика 2. Споредба на сликата „Портрет на маж“ со снимениот рендгенограм



Слика 3. Споредба на сликата „Портрет на жена“ со снимениот рендгенограм

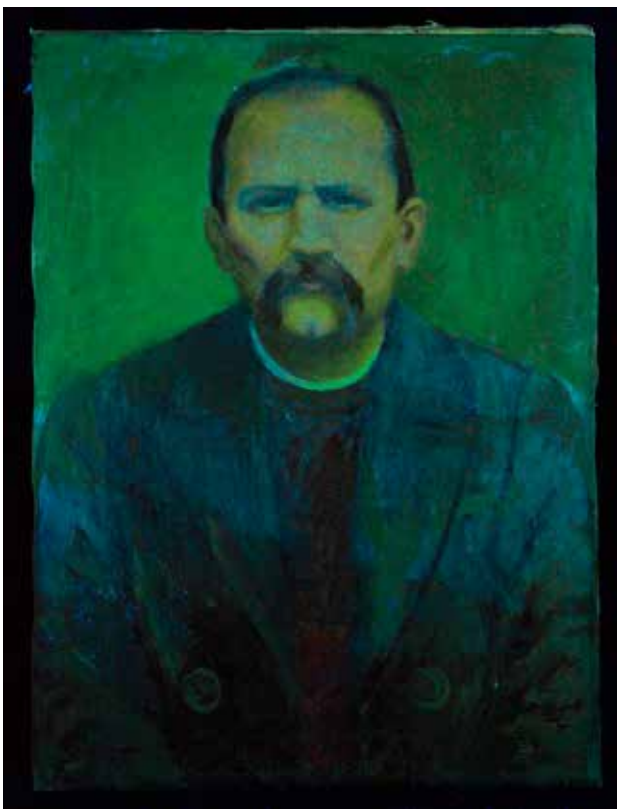


Слика 4. Споредба на сликата „Пејзаж“ со снимениот рендгенограм.

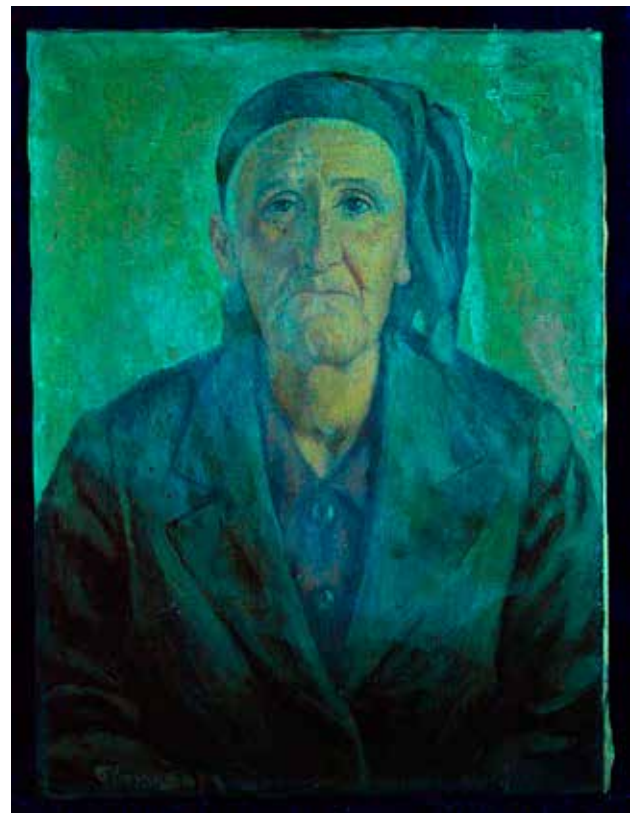
Преку остварената комуникација, дознаваме дека во изминатиот период биле изведувани одредени реставраторски зафати на сликите, и тоа од страна на самиот автор В. Коџоман. Слика-рските интервенции биле вршени во ателјето на авторот во Скопје, но не е познато точно во кој период. Она што може со сигурност да се каже е дека по смртта на Коџоман не се извршени никакви заштитни интервенции. Според ова, може да се заклучи дека сликите не биле реставрирани најмалку 25 години.

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЕН ДЕЛ

Експерименталното испитување на трите слики беше изведено согласно аналитичката методологија која е развиена во Р. Македонија при анализа на уметнички дела што се дел од нашето културно наследство (Сл. 1). Оваа методологија вообичаено се применува при непосредните испитувања на разни сликарски дела кои се предмет на истражување во рамките на магистерските



Слика 5а. Фотографија на сликата „Портрет на маж“, снимена под UV светлина



Слика 5б. Фотографија на сликата „Портрет на жена“, снимена под UV светлина

трудови од областа на Реставрација и конзервација – ФЛУ Скопје.

3.1 Макроскопски визуелни анализи

Преку макроскопските визуелни анализи беше утврдена состојбата во која беа затечени трите слики. Од овие анализи беше заклучено дека има појава на неколку типа деструкции на делата, кои најверојатно се резултат на серија причинители. Исто така, со макроскопските анализи беа констатирани промените на сликите кои потекнуваат од претходните сликарски интервенции изведени од страна на авторот. Овие состојби може да се забележат на снимките добиени со рендгенска радиографија и ултравиолетова флуоресцентна фотографија.

3.1.1 Рендгенска радиографија (XRR)

XRR беше извршена со апаратот Shimadzu 0.6/1.2P324DK-85 рендген апарат, при јачина на струја 160-400 mA, напон 40-60 kV и времетраење на радијација 10-15 ms. Големата енергија на рендгенските зраци (X-зраци) овозможи тие да пробијат длабоко во структурата на сликите и да се согледа состојбата на внатрешните слоеви на сликите, оние што не се гледаат со голо око.

На рендгенограмите (Сл. 2-4) може да се забележат региони со различни црно-бели нијанси.

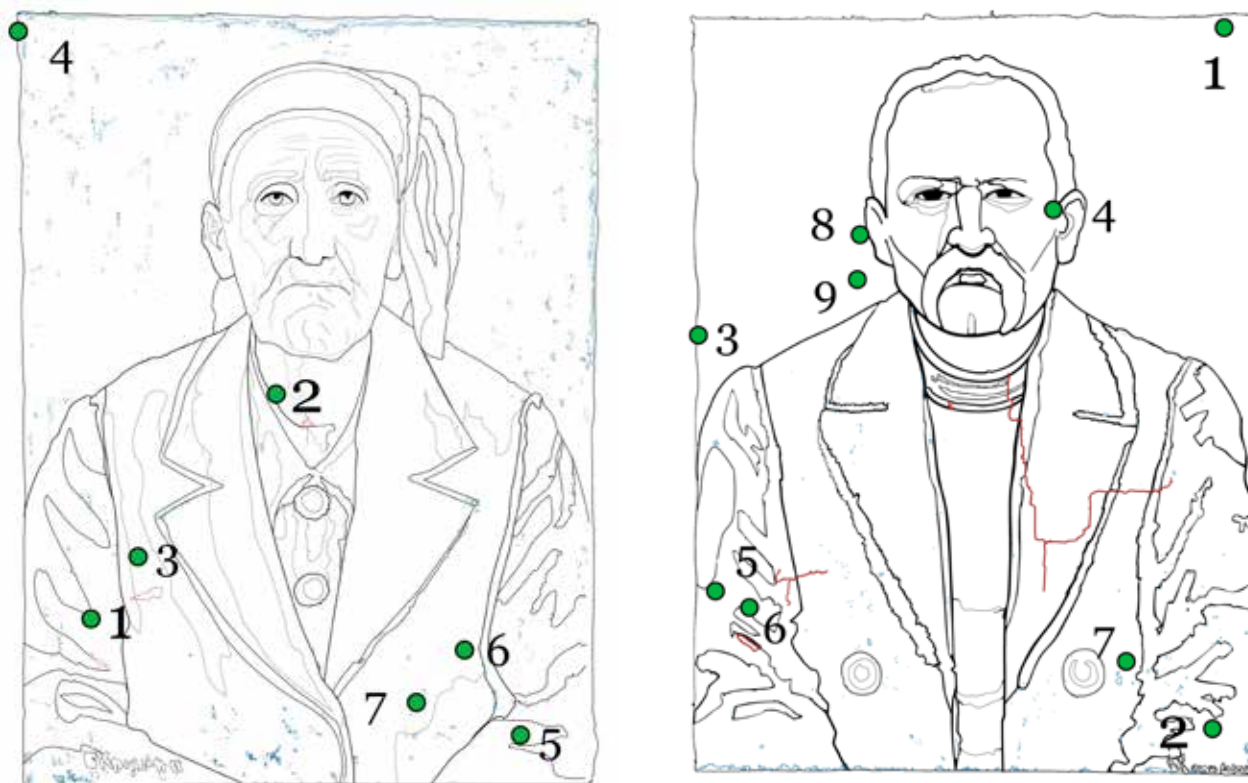
Белите региони на снимката соодветствуваат со материјали што ги блокираат упадните X-зраци, а темните региони дефинираат материјали или пукнатини (перфорации) низ кои поминуваат X-зраците (Mairinger, 2004; Pinna, 2009).

На рендгенограмот на сликата „Портрет на маж“ (Сл. 2) може да се забележи дека најсветлите региони се наоѓаат на лицето (дел од челото, носот, образите), левиот дел од заднината, веднаш до увото, но и на некои места во долниот дел кај палтото.

Белите површини во овие делови може да се припишат на присуство на пигменти кои во својот состав имаат тешки метали (метали кои имаат релативно висока густина), како што е олово (Pb), хром (Cr), арсен (As), жива (Hg) и др. Оваа индикација беше подоцна потврдена со хемиската анализа, која откри пигменти кои по состав се олово хромат (PbCrO₄) и цинк хромат (ZnCrO₄). Најтемните тонови откриваат дека на сликата има појава на перфорации на носачот на сликата, односно платното. Врз основа на извршената компарација помеѓу оригиналната слика и рендгенограмот, се претпоставува дека авторот вршел преслики кај левата страна на главата (Сл. 2, пределот на слепоочницата и увото). Исто така, може да се забележат пентименти, односно сликарски поправки од страна на авторот, и тоа во пределот на носот, мустаците, назолабиалната брчка и брадата. Сите



Слика 5v. Фотографија на сликата „Пејзаж“ снимена под UV светлина



Слика 6. Земени примероци од сликата: а) „Портрет на жена“; б) „Портрет на маж“

овие карактеристики индицираат дека авторот најверојатно неколку пати го менувал ликот.

Рендгенограмот на „Портрет на жена“ е прикажан на Слика 3. Слично како и во претходниот случај, светлите тонови што се образувани на површините на десната страна од лицето и вратот, на левиот дел од заднината, веднаш до главата и на некои делови од палтото, укажуваат на присуство на тешки метали во боите. Во споредба со претходната слика, може да се рече дека постои сличен обем на перфорации. Перфорациите на сликата може да се уочат на изразените темни региони на рендгенограмот.

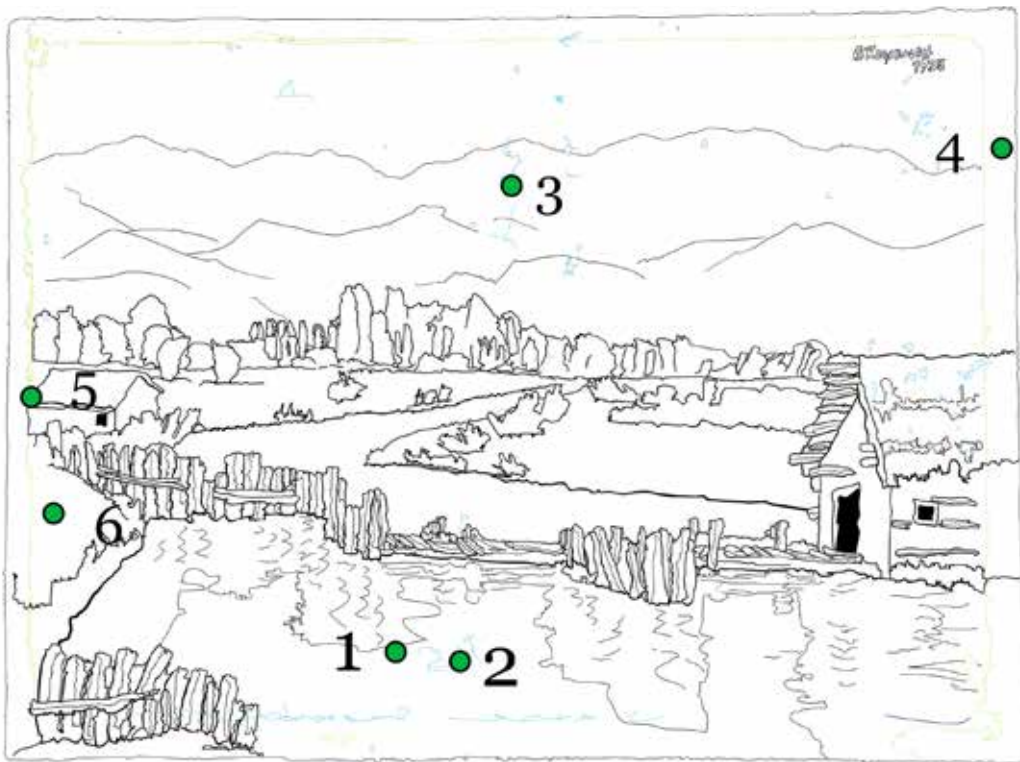
На рендгенограмот на сликата „Пејзаж“ (Сл. 4) може да се забележи дека површината на сликата е поделена на три хоризонтални, нееднакви делови. Со потеман тон се јавува средишниот дел на сликата. Наспроти ова, во другите делови на рендген снимката се јавуваат светли тонови, кои се должат на тоа што при снимањето биле блокирани X-зраците. Оваа состојба може да се објасни преку постоењето на дебел сликарски слој, образуван од повеќе стратиграфски слоеви. Ваквата претпоставка беше подоцна поткрепена со микро-стратиграфската анализа, која потврди дека сликарската секвенца е изградена од повеќе боени слоеви (5 до 6 слоја), а вкупната дебелина на сликарскиот слој во одредени случаи изнесува скоро 1 mm. Како најтемни површини се јавуваат местата каде што има оштетувања и отпаѓања на

цели фрагменти од површинските боени слоеви. Отпаѓањето на фрагменти боја е најверојатно предизвикано од несоодветното чување на сликата, промена на релативната влажност, варијации на температурата, ослабување на врзивото во бојата и механички влијанија.

3.1.2 УВ флуоресцентна фотографија (UVF)

UV фотографиите беа добиени со примена на флуоресцентна лампа како извор на UV светлина со долга бранова должина (360-390 nm) и апарат Canon EOS 5D Mark II. UV фотографијата овозможува да се изврши анализа на површинските слоеви на уметничките слики, бидејќи UV зраците не можат да се пробият во внатрешната структура на објектите (Pinna, 2009; Williams, 2010; Cosentino, 2015).

Во дијагностичките цели, колоритот на UV индуцираните т.н. „лажни“ бои помага во анализата на заштитните и боените слоеви, во смисла препознавање на органски супстанции како што се природни масла, смоли, протеини, синтетички полимери, а во некои случаи и пигменти (Mairinger, 2000; Cosentino, 2014; Cosentino, 2015; Measday, 2017). Имено, овие супстанции имаат способност да апсорбираат дел од упадното зрачење, а потоа да го емитураат како индуцирана флуоресценција со карактеристична бранова должина, која е поголема од упадната и човечкото око може да ја регистрира.



Слика 6. Земени примероци од сликата: в), „Пејзаж“

UV снимките на трите слики „Портрет на маж“, „Портрет на жена“ и „Пејзаж“ се прикажани на Слика 5. Преку визуелната споредба на сликите, фотографирани на дневна и под UV светлина (Сл. 2-4 и Сл. 5), може да се види дека колоритот на боите што се произведени како UV индуцирана флуоресценција е поинаков од соодветниот оригинален колорит.

Сложената и хетерогена структура на боените слоеви не овозможи недвосмислена, односно прецизна идентификација на пигментите и сите присутни органски супстанции. Со други зборови, боените слоеви во анализираниите слики претставуваат мултикомпонентни смеси образувани од еден или повеќе пигменти, врзивен медиум и различни додатоци, при што ваквиот сложен состав ја отежнува детекцијата на специфичните флуоресцентни сигнали. Од таа причина, UVF анализата беше искористена единствено за добивање генерални информации за анализираниите слики. Заедничка карактеристика на сите три слики е појавата на жолто-зелена нијанса на поголемиот дел од површината на UV снимките, што индицира присуство на оксидирано сушливо масло (Pinna, 2009: 86; Measday, 2017: 6). Оваа индикација беше подоцна потврдена преку анализата на материјалите и се утврди дека сликите се изработени со маслена сликарска техника и употреба на ленено масло како врзивен медиум во боите. Отсуството на индуцирана флуоресцен-

ција, која е карактеристична за природни или синтетички смоли (Measday, 2017: 5-6) посочи дека на ниту една од трите слики нема заштитен слој т.е. лак. Оваа индикација беше поддржана и со микро-стратиграфските анализи и анализата на материјалите.

UV снимките, исто така, посочуваат дека во сликите има присуство на свежи материјали, односно материјали кои слабо флуоресцираат и под UV светлина се појавуваат како темни (црни) дамки. Тие може да се припишат на претходни интервенции, односно ретуши. Таков случај се јавува на сликата „Портрет на маж“, и тоа во пределот на косата, мустаците, кај левата јаболчна коска и на палтото. Црните дамки кои се забележуваат на UV снимката на „Портрет на жена“ ги обележуваат капавиците и оштетувањата на боениот слој, коишто беа забележани при самиот увид на сликата. На UV снимката од сликата „Пејзаж“, дел од индуцираните темни површини соодветствуваат со формираните капавици од боја, но дел индицираат ретуши од претходни реставраторски интервенции. Како црни/темни површини се јавуваат и местата каде што има подлабоки оштетувања, односно отпаѓање на повеќе слоеви боја. Малите сини точки кои се распространети по површината на сите три слики се јавуваат како резултат од флуоресценцијата на прашиката од површината на сликите.

3.2 Микро анализи

Микро анализите беа изведувани на примероци кои беа земени од одредени места на сликите. Овие анализи вклучија оптичка микроскопија, анализа на материјалите со примена на класични аналитички методи, но и со инструменталните техники: рендгенска флуоресценција (XRF) и инфрацрвена спектроскопија (FTIR).

Земање примероци и подготовка на материјалот за анализа

Стратегијата на земање примероци беше заснована врз два битни критериума: етика, во смисла внимателно дејствување што нема да остави видливи траги од деструктивниот начин на земање примерок, како и земање репрезентативен примерок преку чија анализа е очекувано да се добијат релевантни информации кои ќе ги опишат карактеристиките на целиот сроден материјал во сликата.

Примероците за анализа (Сл. 6, Таб. 1) беа земени на следниве начини:

1. Одвојување на мали парченца (фрагменти) со големина околу 2-3 mm од структурата на сликата, во некои случаи заедно со платното (носачот). Најголем број од примероците беа земени само со користење на медицински скалпел, но за некои, особено кај сликата „Портрет на маж“, беше употребен и органски растворувач диметил формамид, со цел да се омекне површината и фрагментот полесно да се издвои.

2. Собирање на спрашен материјал (5-10 mg) по механички пат со примена на скалпел и внимателно гребење на одредени делови од сликаните површини.

3.2.1 Оптичка микроскопија (ОМ)

Во овие истражувачки работи е употребен AXIOPLAN 2 (Zeiss) микроскоп со кој примероците беа анализирани под зголемување од 50 до 200x под рефлектирана светлина. ОМ беше применета за вршење микро-стратиграфска анализа на претходно приготвени напречни пресеци. Напречните пресеци беа приготвени според утврдена процедура која е детално објаснета во публикацијата *Histochemical staining test for protein and oil Substances* (Gomez De Segura, 1994). Идејата на оваа постапка е примерокот да се вгради во цврста матрица од полиестерска смола, по принцип на сендвич. За таа цел беа користени силиконски калапи во форма на коцка (2x2 cm). Најнапред, во празните калапи се истура една половина од смолата, додека е таа сè уште во течна состојба, а потоа се остава да се стврдне. После стврдување

| Прим. | Опис |
|-------------------|---|
| “Портрет на маж“ | |
| 1-ПМ | Фрагмент со платно од позадината - зелена |
| 2-ПМ | Фрагмент со платно од палтото – црна |
| 3-ПМ | Гребено од позадината -зелено |
| 4-ПМ | Гребено од уво (десно) - инкарнат |
| 5-ПМ | Гребено од палтото – темна сива |
| 6-ПМ | Гребено од фластерот - сива |
| 7-ПМ | Гребено од палтото – црна |
| 8-ПМ | Комбинирано, фрагмент од боен слој од увото (лево) – инкарнат |
| 9-ПМ | Комбинирано, фрагмент од боен слој позадината - зелена |
| “Портрет на жена“ | |
| 1-ПЖ | Фрагмент од боен слој кај оштетувањето – црна боја |
| 2-ПЖ | Фрагмент од боен слој кај оштетувањето кај вратот - инкарнат |
| 3-ПЖ | Гребено од ретушот врз фластерот – црна |
| 4-ПЖ | Фрагмент од позадината со платно (лево) -зелена |
| 5-ПЖ | Фрагмент од палтото соплатно – црна |
| 6-ПЖ | Гребено од ракавот - црвена боја |
| 7-ПЖ | Фрагмент од боен слој кај ракавот (десно) - сива боја |
| “Пејзаж“ | |
| 1-Пеј | Фрагмент од водата - сина |
| 2-Пеј | Фрагмент од оштетувањето кај водата - сина |
| 3-Пеј | Фрагмент од оштетувањето кај планините - светло виолетова |
| 4-Пеј | Гребено од небото - сина |
| 5-Пеј | Фрагмент од боен слој кај покривот на куќата (лево) - црвена |
| 6-Пеј | Фрагмент од боен слој кај тревата (лево доле) - зелена |

Табела 1. Ознаки и опис на позициите од каде што се земени примероците

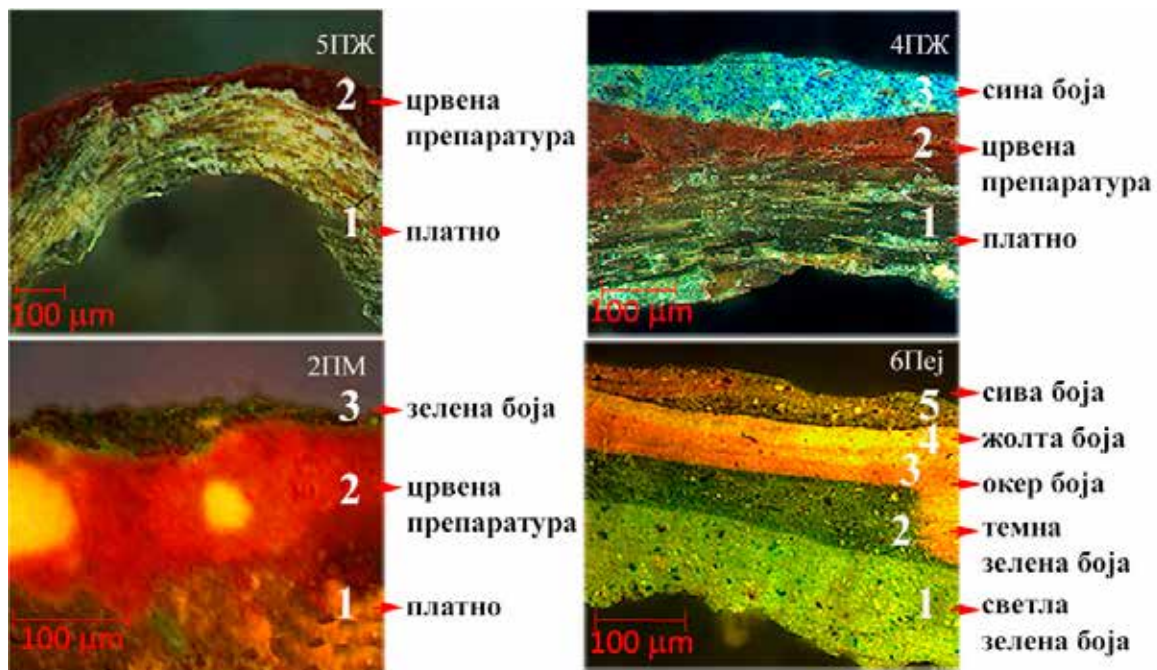
на првиот слој, се поставува примерокот, легнат на рамната страна, врз кој се истура втората половина од смолата. На крај, стврднатите коцки се полираат сè додека се добие мазна и фина површина на која може да се забележат структурните слоеви (Сл. 7).

Од микроскопските анализи може да се истакнат неколку заеднички и специфични карактеристики:

- Над сликарската површина, во трите слики, не беше најдено дека постои заштитен слој, односно лак. Оваа индикација беше претпоставена и со UVF анализата која не произведе индуцирана флуоресценција карактеристична за смоли, односно лакови.

- Во трите слики, сликарската секвенца лежи над платнен носач, кој според структурата е изработен од целулозни влакна. На микропресеците може да се забележи дека платното е деформирано, односно извиткано (Сл. 7, 5 ПЖ и 4ПЖ).

- Дебелината на поединечните боени слоеви се движи во поширок опсег, 60-200 микрони. Големата варијација на дебелината може да се припише на авторскиот манир на сликање, односно изведбата на повеќекратни сликарски потези или пак погуст нанос од боја на одредени детали, што доведува до образување подебели слоеви. Анализата на морфологијата и текстурата на боените слоеви посочува дека скоро во сите случаи тие



Слика 7. Репрезентативни микроскопски прикази на напречни пресеци од примероците

имаат ситнозрнеста структура, со слична гранулација.

- Во најголем број од примероците, боите се образувани од два или повеќе различни пигменти. Ова говори дека авторот претпочитал да прави комбинации од пигменти за да постигне одредени нијанси.

- Земајќи ги предвид сите анализирани напречни пресеци, како и редоследот на стратиграфските слоеви во примероците од сликите „Портрет на жена“ и „Портрет на маж“ се добива впечаток дека над целата површина од платното најнапред бил нанесен црвен слој, а потоа е сликано. Ваквиот податок индицира дека при создавањето на овие слики авторот применувал темно црвена основа над платното. Зависно од сликарскиот детаљ кој е сликан, врз црвениот слој се нанесувани еден до два боени слоеви.

- Во примероците што припаѓаат на сликата „Пејзаж“ не е забележана сликарска основа, односно подготовка. Напречните пресеци откриваат дека сликањето е изведено директно над платното, и тоа со повеќе боени слоеви. Имено, на приказите може да се констатираат пет или шест последовно нанесени боени слоеви со различна боја (Сл. 7, 6 Пеј). Оваа појава укажува дека при градењето на сликата авторот вршел повеќеслојно сликање сè додека не стигнал до финалната верзија.

3.2.2 Анализа на сликарските материјали

Идентификацијата на материјалите во сликарските дела се покажа дека не е едноставна работа поради неколку причини:

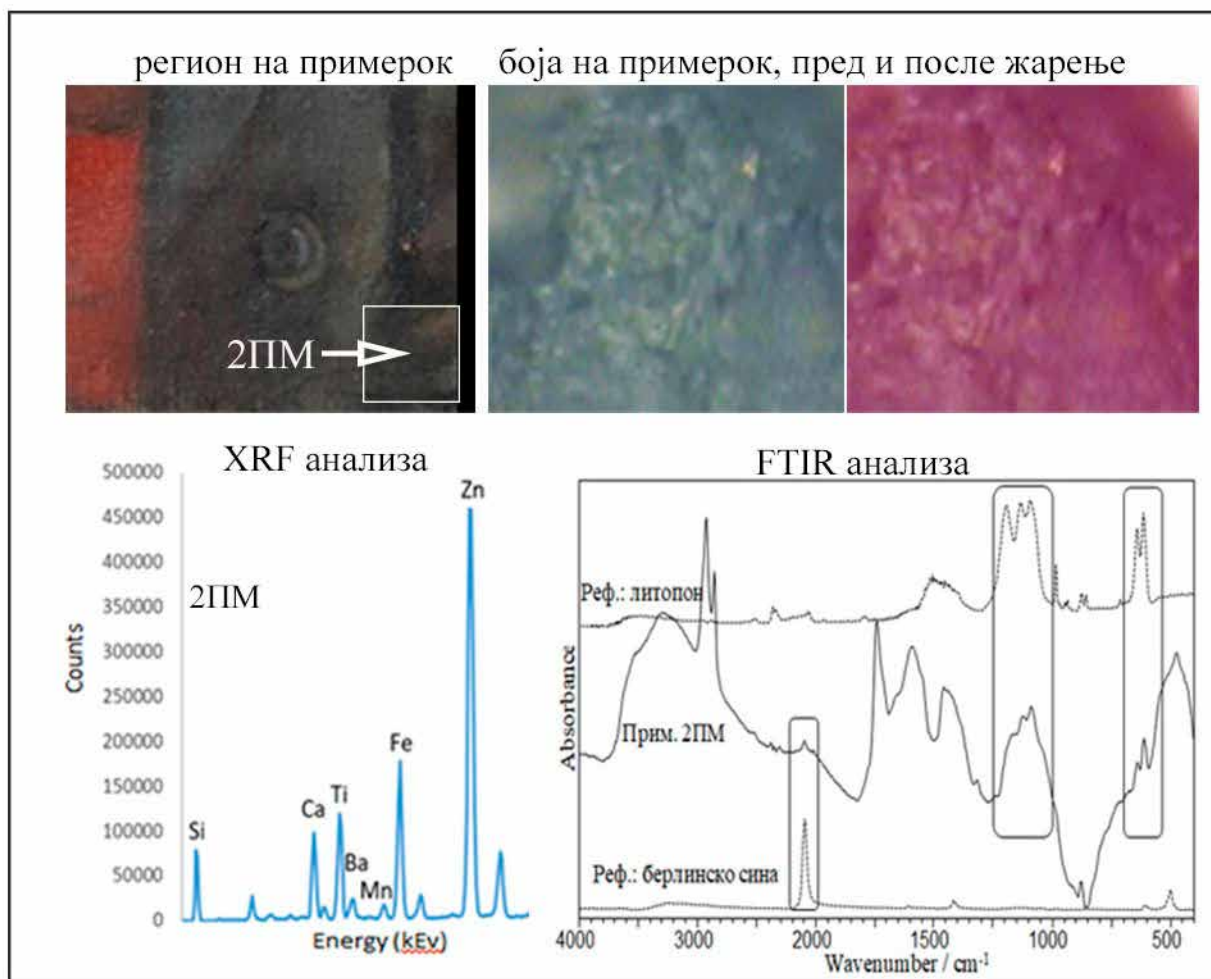
- Тешкотии при земање репрезентативен примерок од секој поединечен стратиграфски слој поради нивната дебелина која е од редот на големина на микрометри. Затоа, при земањето материјал од посакуваниот слој најчесто, несакано, се одзема материјал и од слоевите со кои тој се граничи.

- Проблематичност при идентификација на секоја сликарска супстанција (пигмент, врзиво, подлога, наполнител), бидејќи тие не се присутни во чиста состојба, туку се соодветно измешани образувајќи мултикомпонентни смеси. Од оваа причина, се јавува интерференција на карактеристичните аналитички сигнали преку кои поединечните супстанции треба да се идентификуваат.

- Промена на идентитетот на оригиналните материјали што се должи на две главни причини: природното стареење на органските супстанции заради долговремените процеси на оксидација и хидролиза, како и хемиските реакции помеѓу употребените супстанции (органски и/или неоргански) што доведува до создавање нови соединенија.

Затоа, соочени со горенаведените проблеми, за посигурна идентификација на сликарските материјали во предметните слики, во текот на анализите користевме интерна база на податоци и комбинација на повеќе аналитички техники, со цел да се добијат комплементарни информации.

Интерната база на податоци од сликарски материјали е креирана во лабораторијата каде што се вршеа испитувањата. Базата е креирана од сликарски модели изработени од грундиран дрвени плочки 10x10 cm на кои е сликано со различни



Слика 8. Резултати од анализата на примерокот 2PM со примена на тест на жарење, XRF и FTIR. Маркираните делови означуваат поклопување помеѓу лентите од примерокот и референтните спектри

комбинации на познати пигменти и врзива, имитирајќи разни сликарски техники. Моделите се природно остарени во период од 25 години.

Анализите вклучија примена на класични методи - метод на жарење и микро-квалитативни тестови, како и инструменталните методи XRF и FTIR.

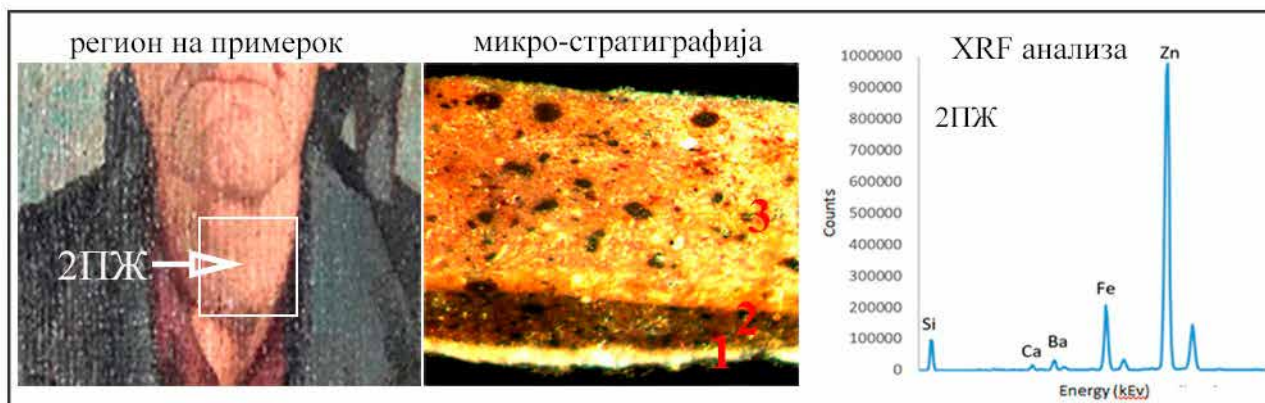
Метод на жарење обично се применува за добивање првични информации за идентитетот на испитуваниот пигмент. Анализата се основа врз регистрирање на промените што се случуваат кај пигментите кога тие се изложени на висока температура (1200-1400°C). Примероците од боените слоеви, во форма на прав или цело парче, беа поставени на платинска плоча, а потоа жарени користејќи пламен од лабораториски брениер. Состојбите, пред и после жарењето, беа споредувани со базата на податоци од карактеристични промени на референтни пигменти.

Микроквалитативната анализа вклучуваше изведба на два типа реакции: реакции за докажување на присуство на одредени јони во боените слоеви со цел да се претпостави хемискиот состав на пигментите (Коренман, 1947; King, 1959; Не-

нов, 1984; Stuart, 2007; Metz, 2012), како и тест на растворливост применувајќи различни реагенси за да се претпостави природата на врзивниот медиум во боите (Horie, 1987; Derrick, 1999).

XRF анализата се користи за одредување на елементниот состав на супстанциите (Mantler and Schreiner, 2000: 3-17). Во овие испитувања беше користен Spectro Midex спектрометар, кој овозможува детекција на елементи кои имаат атомски број над 13. Методот е недеструктивен и не е потребна претходна подготовка на примероците.

FTIR анализата служи за определување на молекулската структура на материјалите (Derrick, 1999: 95-120; Stuart, 2004: 71-110; Stuart, 2007: 118-129). Со оваа техника може да се идентификуваат различни материјали, органски и неоргански, бидејќи скоро сите супстанции апсорбираат инфрацрвено (IR) зрачење и имаат свој карактеристичен апсорпционен спектар. Анализата беше вршена со IR Prestige 21 (Shimadzu) спектроскоп. Спектрите од пробите беа снимани со две методи: дифузно-рефлексиона инфрацрвена спектроскопија - ДРС (DRS, Diffuse Reflectance Spectroscopy) и микро-инфрацрвена спектроскопија (micro-



Слика 9. Микростратиграфски приказ и XRF анализа на примерокот 2ПЖ

FTIR со користење на AIM-8800 (Shimadzu) микроскоп. Идентификацијата на спектрите беше вршена со асигнација на ленти кои се карактеристични за одредени функционални групи (Dergick, 1999: 179-200; Stuart, 2007: 118-129), како и со користење на референтни спектри од интерната база на податоци и објавени бази на IR спектри (Price, 2009).

Методологијата на анализите е прикажана преку два примерока (Сл. 8 и 9), на кои се презентирани соодветните резултати. Како што беше претпоставено со микроскопските анализи, авторот применувал различни комбинации на пигменти за да постигне одредени нијанси. Во боениот слој од примерокот 2ПМ (Сл. 8), комплементарните анализи идентификуваа: литопон, титан бела, берлинско сина, манган црна и варова бела, а детекцијата на силициум индицира присуство на силикатен полнител во црвената основа.

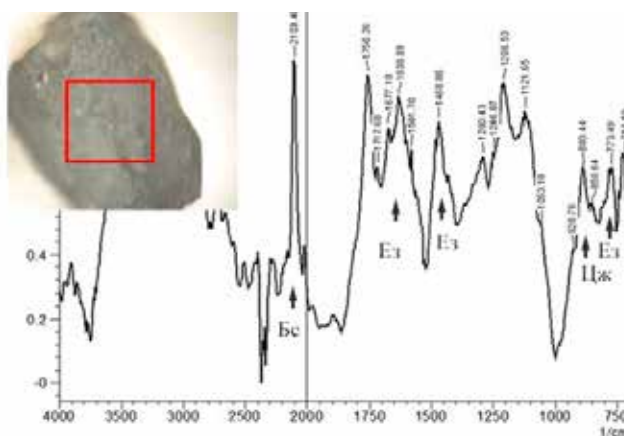
Употребата на литопон е докажана и во примерокот 2ПЖ (Сл. 9). Во двата примерока (2ПМ и 2ПЖ), големиот интензитет на XRF пикот на цинк (Zn) во однос на бариум (Ba), индицира дека концентрацијата на цинкот не потекнува само од литопон, туку и од друг пигмент, како што е цинк хромат ($ZnCrO_4$), односно цинк жолта. Во FTIR спектрите што се снимени со DRS методата (Сл. 8) карактеристичните ленти на цинковата жолта се препокриени, но со микро-FTIR анализата беше потврдена оваа индикација. На Слика 10 е прикажан микро-FTIR спектар од примерокот 6ПМ каде што освен карактеристичната лента на цинк хромат (883 cm^{-1}), се јавуваат ленти на берлинско сина и бакарно зелен пигмент (емerald зелена) што повторно се потврдува дека пигментите се најчесто мешани.

Во Табела 2 се претставени пигментите кои се идентификувани со примена на комплементарните аналитички методи, а на Слика 11 (Сл. 11а, б) се претставени FTIR спектрите од одредени примероци, кои го докажуваат нивното присуство.

Исто така, на Слика 11 (Сл. 11в, г) се презентирани спектри од други идентификувани материјали во сликите.

Анализите открија дека авторот употребувал неколку вида бели пигменти (Таб. 2, Сл. 11а), варова бела, литопон, гипс и титан бела. Тие најчесто се употребени во комбинација со други пигменти. За овие пигменти е познато дека во современото сликарство се користат и како полнители на основните бои.

Присуство на Fe (железо) во жолтите и црвените бои посочи дека се употребени пигменти од групата на железни оксиди, како што е жолт и црвен окер, односно хематит. Употребата на овие пигменти беше потврдена и со FTIR анализата, преку детекција на карактеристичните ленти за Fe-O вибрациите, кои се јавуваат на околу $540\text{-}560$ и $450\text{-}70\text{ cm}^{-1}$ (Сл. 11а, спектар 7ПЖ). Доказот за присуство на олово во жолтата боја може да се припише на различни видови пигменти, како што се жолтите пигменти литарж и хромна жолта, но и миниум (оловна црвена) или церусит (оловна бела). Посигурна идентификација беше постигната со FTIR анализата, преку детекција на CrO_4 лентата на 860 cm^{-1} (Сл. 11а, спектар 1Пеј-жолт)



Слика 10. Микро-IR на 6ПМ. Ез-емerald зелена, Бс – берлинско сина, Цж-цинк жолта

| Метод на жарење / 1200-1400 °C | | Микро-квали гест/XRF | Асигнирани ИЦ ленти / cm ⁻¹ | Индикација |
|--------------------------------|-----------|---------------------------|--|---|
| Пред | После | | | |
| бела | бела | карбонат, CO ₃ | 1450, 873, 712 | калциум карбонат CaCO ₃ |
| бела | бела | сулфат, SO ₄ | 1620, 1150-1120, 603, 670 | калциум сулфат CaSO ₄ ·2H ₂ O |
| бела | бела | цинк, Zn, барниум Ва | 1170, 1120, 1090; 630, 610 | литопон BaSO ₄ + ZnS |
| бела | бела | титан Ti | 700, 450 | титан бела (анатас) TiO ₂ |
| црвена | црвена | железо, Fe | 550, 470 | црвен окер (хематит) Fe ₂ O ₃ |
| жолта | црвена | железо, Fe | 3690, 1030, 540, 470 | жолт окер Fe ₂ O ₃ · nH ₂ O |
| жолта | оранж | олово, Pb | 860, 830 | хромна жолта PbCrO ₄ |
| жолта | жолта | цинк, Zn | 883 | Цинк жолта ZnCrO ₄ |
| сина | кафеава | железо, Fe | 2090 | берлинско сина Fe ₄ [Fe(CN) ₆] ₃ |
| црна | согорува | / | 1020; 600, 560 | јаглен црна C |
| зелена | сива-црна | бакар, Cu | 1560, 1460, 770 | Емер. зел., Cu ₃ (CH ₃ COO) ₂ ·3Cu(AsO ₂) ₂ |

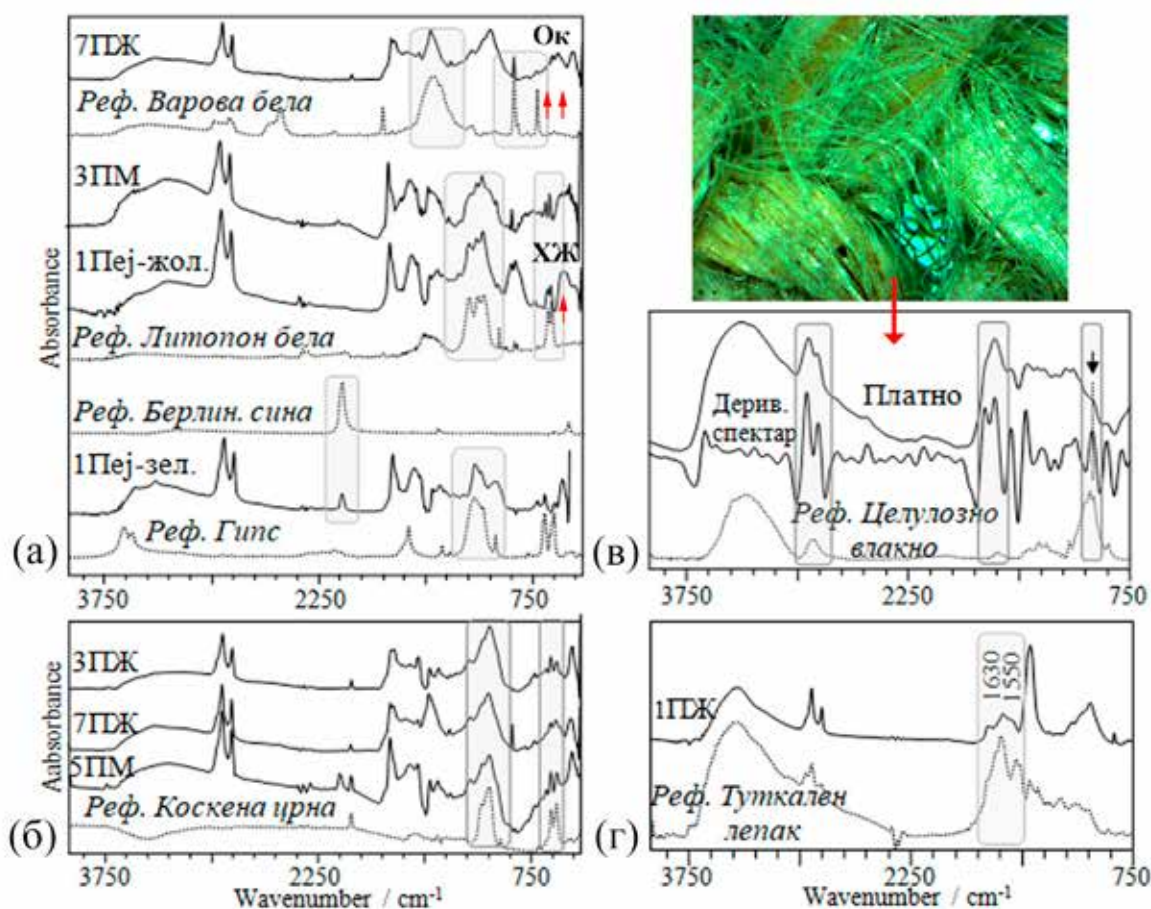
Табела 2. Резултати од анализата на пигментите

која е карактеристична за хромна жолта (PbCrO₄). Како што беше претходно кажано, во сликарската палета е идентификувана и цинк жолта (Таб. 2, Сл. 10) и тоа во комбинација со други пигменти.

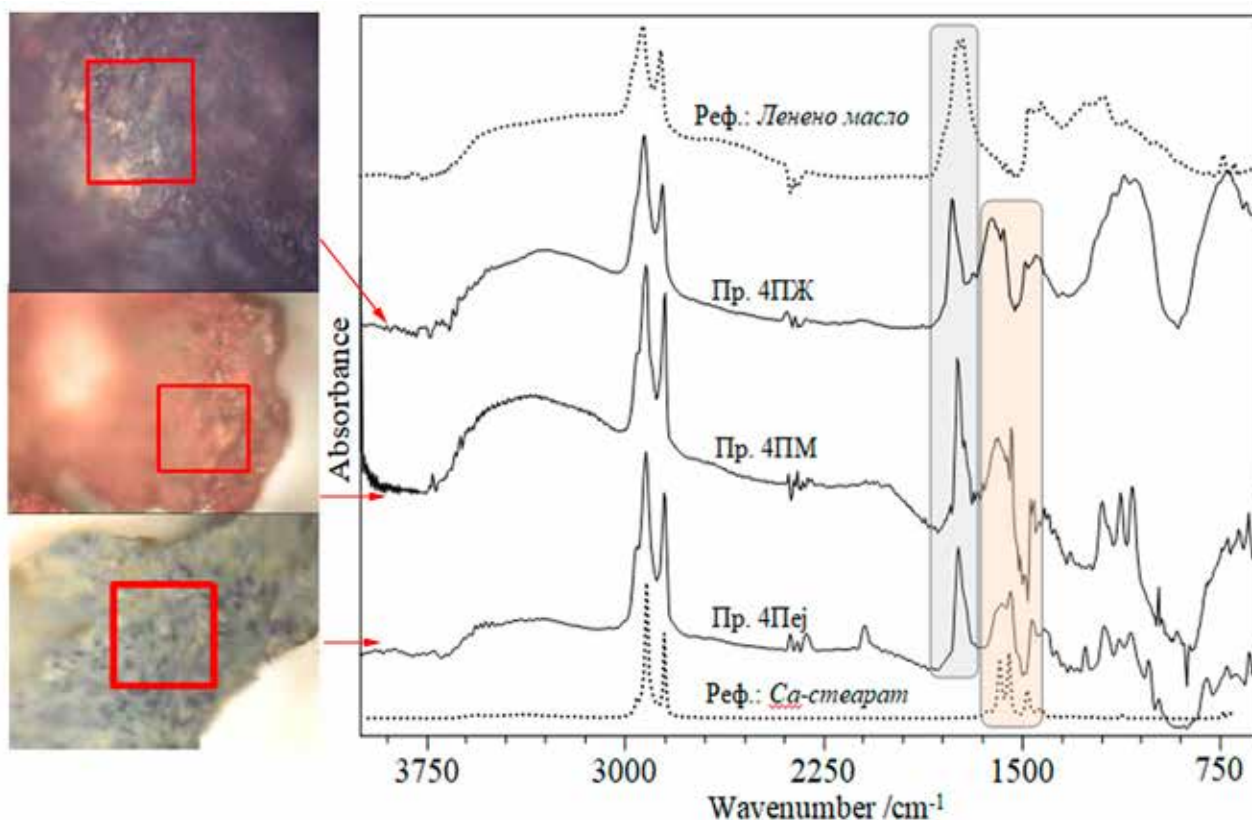
Идентификацијата на железо во сината боја, премиот во кафеава боја при тестот на жарење, како и појавата на лента на 2090 cm⁻¹ одреди дека во сликарската палета авторот го употребувал

синтетичкиот пигмент – берлинска (пруска) сина боја (Сл.11а). Овој пигмент е употребуван и во комбинација со жолт пигмент за постигнување зелена боја.

Согорувањето на црниот пигмент во одредени примероци претпостави дека има присуство на црн пигмент од органско потекло (јаглен црна). Во истите примероци, FTIR анализата (Сл. 11б)



Слика 11. IR спектри од примероци снимани со DRS техника, во споредба со референтни спектри од: (а) варова бела, литопон бела, берлинско сина и гипс; (б) црн пигмент – коскена црна; (в) целулоза и 2ра дериватизација на IR спектарот од примерокот, (г) туткално лепило. Микрофотографија од платно од сликата „Портрет на жена“. Маркирани делови на спектрите – совпаѓање на карактеристичните ленти. Ок–окер, ХЖ-хромна жолта



Слика 12. Микрофотографски прикази на примероци од боени слоеви и соодветни IR спектри снимани со *micro-IR* техниката (полна линија) Референтни спектри од ленено масло и калциум стеарат (испрекинати линии). Маркирани делови на сликите – снимен регион, маркирани делови на спектрите – совпаѓање на карактеристичните ленти

докажа присуство на апатит (Ca_3PO_4 калциум фосфат) со што може да се претпостави дека се работи за т.н. коскена црна (Eastaugh, 2008: 63-64; Ćukovska. 2017: 48).

Интересно е да се забележи дека во ниту еден примерок со зелена боја не е забележана употреба на чист зелен пигмент. Анализите одредија дека е употребена емералд зелена, која спаѓа во групата на бакарни пигменти, но најчесто таа е добиена како смеса на син и жолт пигмент.

Совпаѓањето на снимените IR спектри од платнените носачи со референтен спектар од целулоза (Сл. 11в) посочи дека се работи за ткаенина изработена од природни влакна од растително потекло, како што се памук, лен, јута или коноп. Карактеристичните ленти на целулоза ($3400, 1660, 1030, 1400 \text{ cm}^{-1}$) подобро може да се регистрираат на дериватизираниот спектар на кој е постигнато раздвојување на преклопените ленти и нивна полесна идентификација. За попрецизна идентификација, на парче влакно од ткаенината беше извршен тест на горење. Во текот на горењето влакното даде жолт пламен, согоре со мирис на горена трева, оставајќи сива пепел, индицирајќи дека се работи за ленена ткаенина (Corbman, 1983).

Во врска со претходните реставраторски интервенции на платното на сликата „Портрет на жена“, FTIR анализата изврши идентификација на употребеното лепило. На Слика 11 (Сл. 11г), лентите на 1630 и 1550 cm^{-1} се карактеристични за материјали од протеинско потекло, а споредбата со референтни спектри (интерна база и литературна) најголемо совпаѓање даде со туткално лепило (Derrick, 1999: 181; Price, 2009, spectrum IPR00016). Сепак, збирот на лентите во спектарот откриваат присуство на калциум карбонат ($1444, 877 \text{ cm}^{-1}$) и маслено врзиво ($2920, 2850, 1734 \text{ cm}^{-1}$) во основата над платното.

Идентификацијата на врзивниот медиум најнапред беше вршена со тест на растворливост. Тестот покажа дека примероците од боените слоеви се нестабилни и се распаѓаат при реакција со воден раствор од натриум хидроксид, што посочи на маслено врзиво. Овој податок беше поддржан и со FTIR анализата, која докажа дека сите три слики се изработени со примена на маслена сликарска техника. На Слика 12 се прикажани спектри од примероци од трите слики, кои беа снимани со примена на *micro-FTIR* метод. Во сите три примерока, најинтензивни се лентите кои го идентификуваат присуството на масло: $2800-$

2950 cm^{-1} , 1740 cm^{-1} и 1000-1120 cm^{-1} (Derrick, 1999: 102-103, 185). Треба да се забележи дека на сите спектри, исто така, се јавува силна лента на околу 1550-1580 cm^{-1} која е карактеристична за карбоксилати (Weerd, 2005: 3-22; Mazzeo, 2008: 65-76; Otero, 2014: 1197-1206). Појавата на карбоксилати се поврзува со реакцијата на сапонификација, која е карактеристична за маслените слики (Weerd, 2005: 3-22). Оваа реакција настанува помеѓу металот од пигментот и масленото врзиво, при што се образуваат карбоксилатни соединенија, како што е случајот со трите испитувани слики (Сл.12, споредба на снимените спектри и референтен спектар од калциум стеарат).

Заклучок

Анализите дефинираа дека трите слики се изведени на ленено платно (носач на сликата). Кај сликите „Портрет на маж“ и „Портрет на жена“, врз платното е нанесена црвена основа, врз која потоа се нанесени соодветни боени слоеви. Основата е главно образувана од силикатна маса со голем удел на железо оксид, додаток на калциум карбонат и маслено врзиво. Кај сликата „Пејзаж“, боените слоеви се директно нанесени врз сликарското платно. Во сите три слики, сликањето е изведено со примена на маслена сликарска техника и палета на пигменти кои се карактеристични за современото сликарство што се развивало во 20-тиот век. Авторот В. Коџоман претпочитал користење на разни комбинации на пигменти сè до постигнување на одредени нијанси. Во ни една слика не е констатирано присуство на заштитен слој, односно лак.

Дебелината на сликарските слоеви најчесто се движи од 60 до 100 микрона, а во некои тие се подебели, но не повеќе од 200 микрони. Стратиграфската анализа утврди дека во сликите „Портрет на маж“ и „Портрет на жена“, има еден или два сукцесивно нанесени боени слоеви, а кај сликата „Пејзаж“ сликарската секвенца содржи пет до шест боени слоеви.

Реставраторските интервенции што се дополнително изведувани од страна на самиот автор, вклучуваат ретуши и прилепување на искинатите делови на платното. Ретушите се изведувани на мали површини од сликаните слоеви употребувајќи пигменти кои се карактеристични за периодот на современото сликарство и примена на маслена сликарска техника. Овој податок се основа на тоа што со анализите не беше идентификувано друго врзивно средство освен маслото, што би дефинирало друга сликарска техника. Прилепувањата на платното се изведувани со примена на туткален лепак.

Податоците што се добиени со физичко-хемиските анализи најголем придонес дадоа во последовните реставраторско-конзерваторски интервенции за непосредна заштита на сликите. Аналитичките сознанија од овој труд може да бидат основа во понатамошните истражувања на делата од Вангел Коџоман, но и да се надградат со истражувачки работи на слики кои се создадени во периодот на современото сликарство што се развивало во Македонија.*

* Особена почит и благодарност му изразувам на мојот ментор проф. м-р Благоја Кузмановски за заложувањето, безрезервната стручна помош и сугестиите што ми овозможиле успешно реализирање на магистерскиот труд.

Искрена благодарност ѝ изразувам и на доц. м-р Невенка Величковска за професионалното соработување, за сите забелешки, совети и за несебичната поддршка во текот на целокупниот процес на работа.

Благодарност до Факултетот за ликовни уметности при Универзитетот „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, што ми даде можност професионално да започнам со реставраторската-конзерваторско дејност.

Голема благодарност на НУ НКЦ Скопје и доц. д-р Лидија Робева Чуковска од хемиската лабораторија што ми овозможиле да го реализирам целиот процес на истражување што е презентираен во оваа публикација.

ЛИТЕРАТУРА

1. Corbman, B. P. (1983). *Textiles. Fiber to fabric* (6th Ed). New York: McGraw-Hill.
2. Cosentino, A. (2014). Identification of pigments by multispectral imaging: a flowchart method, *Heritage Science*, 2, 2-12. www.heritagesciencejournal.com/content/2/1/8
3. Cosentino, A. (2015). Practical notes on ultraviolet technical photography for art examination, *Conservar Património*, 21,53-62. doi:10.14568/cp2015006.
4. Derrick, R. M., Stulik, D. and Landry, M. J. (1999). *Infrared spectroscopy in conservation science*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute.
5. Domenech-Carbo, A., Domenech-Carbo, M. T. and Costa, V. (2009). *Electrochemical Methods in Archaeometry, Conservation and Restoration*. Berlin, Germany: Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co. KG.
6. Eastaugh, N., Walsh, V., Chaplin, T., Siddall, R. (2008). *Pigment compendium: A dictionary and optical microscopy of historical pigments* (1st Ed.). London: Butterworth Heinemann.
7. Gomez De Segura, M. D. S. (1994). *Histochemical staining test for protein and oil Substances*. Roma: ICCROM.
8. Horie, C. V. (1987). *Materials for Conservation: organic consolidants, adhesives and coatings*. London: Butterworth Heinemann.
9. Janković, B. (2014). *Slikarska tehnologija*. Преземено на 10.04.2019 од <https://slikarskatehnologija.wordpress.com>
10. King, E. J. (1959). *Qualitative Analysis and Electrolytic Solutions*. New York: Harcourt, Brace and World.
11. Kraigher-Hozo, M. (1991). *Slikarstvo/ Metode slikanja/ Materijali*. Sarajevo: Svjetlost.
12. Learner, T., (2005). *Analysis of modern paints*. Los Angeles: Getty Conservation Institute.
13. Mairinger, F. (2000). The ultraviolet and fluorescence study of paintings and manuscripts'. In D. C. Creagh and D. A. Bradley (Ed.), *Radiation in Art and Archeometry* (pp. 56-75), Elsevier Science BV. doi:[10.1016/B978-044450487-6/50050-X](https://doi.org/10.1016/B978-044450487-6/50050-X).
14. Mairinger, F. (2004). UV-, IR- and X-ray imaging. In K. Janssens, K. and R. Van Grieken (Ed.), *Non-destructive Micro Analysis of Cultural Heritage Materials. Comprehensive Analytical Chemistry series* (pp. 15-42), Vol. 42, Amsterdam: Elsevier.
15. Mantler M. and Schreiner, M. (2000). X-Ray Fluorescence Spectrometry in Art and Archaeology, *X-Ray Spectrometry*, 29, 3 –17.
16. Mazzeo, R., Prati, S., Quaranta, M., Joseph, E., Kendix, E., Galeotti, M. (2008). Attenuated total reflection micro FTIR characterization of pigment–binder interaction in reconstructed paint films, *Anal. Bioanal. Chem.* 392, 65–76.
17. Measday, D. (2017, March 14). A summary of ultra-violet fluorescent materials relevant to Conservation, *Museums Victoria*. Преземено од: <https://aiccm.org.au/national-news/summary-ultra-violet-fluorescent-materials-relevant-conservation>.
18. Metz, C. (1980). *Chemistry: Inorganic Qualitative Analysis in the Laboratory*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-503354-1.X5001-8>. Преземено од: <https://www.elsevier.com/books>.
19. Otero, V. et al. (2014). Characterization of metal carboxylates by Raman and infrared spectroscopy in works of art, *J. Raman Spectrosc.* 45, 1197–1206.
20. Pinna, D., Galeotti, M. and Mazzeo, R. (2009). *Scientific Examination for the Investigation of Paintings: A Handbook for Conservators-Restorers*. Florence, Italy: Centro Di.
21. Price, Beth A., Boris Pretzel and Suzanne Quillen Lomax, eds. *Infrared and Raman Users Group Spectral Database*. 2007 ed. Vol. 1 & 2. Philadelphia: IRUG, 2009. Infrared and Raman Users Group Spectral Database. Web. 20 June 2014. <www.irug.org>.
22. Robeva-Čukovska, L., Šijakova-Ivanova, T. and Kokolanski, Ž. (2017). Analytical study of the XIV century wall painting and lime mortars in the “St. George” church in Staro Nagoričane, Republic of Macedonia, Maced. J. Chem. Chem. Eng, 36 (1) 41–58.
23. Smith, B. C. (2011). *Fundamentals of Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (2nd Ed). CRC Press. Taylor & Francis Group.<https://epdf.tips/fundamentals-of-fourier-transform-infrared-spectroscopy-second-edition.html>
24. Stuart, B. H. (2004). *Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications*. Chichester, England: John Wiley & Sons.
25. Stuart, B. H. (2007). *Analytical techniques in materials conservation*. Chichester, England: John Wiley & Sons.
26. Van der Weerd, J., Van Loon, A., Boon, J. J. (2005). FTIR Studies of the Effects of Pigments on the Aging of Oil, *Stud. Conserv.* 50, 3-22.
27. Williams, R. and Williams, G. (2010). *Medical and Scientific Photography: Ultraviolet induced fluorescence*. Преземено од: www.mediphot.com.au/Article_02/02d.html.
28. Величковски, В. (2004). Вангел Коцоман, 35. Скопје: Национална галерија на Македонија.
29. Коренман, И. М. (1947). Микрокристаллоскопия: Качественный микрохимический анализ неорганических веществ. Москва: Гос. научно–техн. изд-вохим. лит. <http://e-heritage.ru/ras/view/publication/general.html?id=47904680>
30. Кузмановски, Б. (2011). Сликарска технологија и техники. Скопје: Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Факултет за ликовни уметности.
31. Вангел Коцоман, ретроспектива. (1976). Скопје: МАНУ и МСУ Скопје.
32. Ненов, Н. (1984). Практикум по химични проблеми в конзервацијата. Софија: Наука и Изкуство.

Dušan PEJČEV, Lidija ROBEVA ČUKOVSKA

**A MULTI ANALYTIC RESEACH ON THREE PAINTINGS BY THE AUTHOR
VANGEL KODZOMAN**

Summary

The main content of this paper are the results that were obtained after the multi analytic research of three paintings: A portrait of a man, Portrait of a woman, and Landscape, which belong to the opus of Vangel Kodzoman (1904-1994), the founder of the Macedonian contemporary painting. These paintings were researched for the master thesis „Restoration and conservation on three oil paintings by Vangel Kodzoman”. The main objective of the research was to evaluate the condition of the works, the characteristics of the technological aspect, and the final aspect was performing the conservation-restoration process. This processes was best achieved by multi analytical research to establish the stratigraphy of the structure of the painting, the use of the painting materials, the overhead destructions, as well as the previous restoration interventions. Only part of the results are presented in this paper from the research completed for the master thesis.

In the investigational part of the work we present the analytica method that is used to research the art works that are part of the cultural heritage of R.N. Macedonia. In this context we give an introduction for the application of the analytic methods and technics, the manner of taking examples, the preparation of the samples for analysis, and the results from the analysis. The results are appropriately interpreted also with a discussion for each one. In the methodology of research several analytical techniques are used: OM, UVF, UV Fluorescence Photography,

XRR, X-Ray Radiography, the classic micro-analytic methods for the analysis of materials and instrumental technique's like the XRF, X-Ray fluorescence and FTIR, Fourier Transform Infrared Spectroscopy.

XRR and UVF analysis define the condition of the paintings that cannot be seen by the eye. In the paper are shown the X- ray pictures and UV photography, giving the present state of the painting, the previous intervention, the pentimento damage, and also indications of the used materials. With the microscopic analysis for transverse sections of the samples are interpreted by micro-stratigraphy structure of the paintings.

The results from the research and the used materials (pigments, binding mediums, canvas and the restoration interventions) are based on the data after the combination of the classic and instrumental methods of analysis. The importance of multi analytical research is explained by identification of organic and non – organic materials, like pigments, bonding mediums, the structure of the canvas, and the glue used in the previous interventions.

In the conclusion we give the main characteristics of the paintings, giving an accent to the data for the painting materials, and the method of painting. All the research undertakings where in function of consistent restoration and conservation works, that will be presented as a separate article.