

Grażyna Bastek, Barbara Łydzba-Kopczyńska, Elżbieta Pilecka-Pietrusińska,  
Iwona Maria Stefańska

## **Święta Rodzina ze świętym Janem Chrzcicielem i świętą Katarzyną Aleksandryjską Gianfrancesca Penniego – badania technologiczne wersji z Warszawy i Bostonu**

### **Spotkanie dwóch obrazów**

14 stycznia 2013 roku w paryskim Luwrze zakończyła się wystawa „Late Raphael”, która wcześniej pokazywana była w Museo Nacional del Prado w Madrycie<sup>1</sup>. Jej celem było ukazanie siedmiu lat działalności Rafaela w Rzymie, gdy powstawały jego największe i najbardziej ambitne projekty, jak też tego, co stało się z artystyczną spuścizną mistrza po jego przedwczesnej śmierci. Bohaterami wystawy był zatem i sam Rafael, i jego najbliżsi współpracownicy – Giulio Romano i Gianfrancesco Penni. Ci dwaj malarze realizowali wraz z mistrzem jego rzymskie zamówienia, ale też prowadzili samodzielną karierę malarską po jego śmierci, twórczo wykorzystując wcześniejsze artystyczne i warsztatowe doświadczenia, ale też odziedziczone po Rafaelu projekty, rysunki i kartony.

Organizatorzy wystawy zabiegali o wypożyczenie obrazu Gianfrancesca Penniego *Święta Rodzina ze świętym Janem Chrzcicielem i świętą Katarzyną Aleksandryjską*, będącego depozytem rodziny Potockich z Krzeszowic i Krakowa w Muzeum Narodowym w Warszawie (il. 1). Kompozycja ta słusznie uchodzi za jedno z najciekawszych dzieł z kręgu Rafaela. Z powodów prawnych nie mogło jednak zostać wypożyczone ani do Madrytu, ani do Paryża.

Po zakończeniu wystawy, z inicjatywy jednego z jej kuratorów – prof. Paula Joannidesa i dzięki uprzejmości Childs Gallery w Bostonie, do Muzeum Narodowego w Warszawie przyjechała inna wersja *Świętej Rodziny* Penniego (il. 2). Oba dzieła – jak wykazały przeprowadzone ostatnio badania – zostały wykonane w tym samym czasie i w tym samym warsztacie, a zatem spotkały się ponownie po pięćset latach<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> „Late Raphael”, Museo Nacional del Prado, Madryt, 12 czerwca – 16 września 2012; Luwr, Paryż, 8 października 2012 – 14 stycznia 2013. Wystawie towarzyszył katalog: *Late Raphael*, edited by Tom Henry and Paul Joannides, kat. wyst., Museo Nacional del Prado, Madryt; Luwr, Paryż, 2012–2013, Madrid 2012.

<sup>2</sup> W prywatnej kolekcji w Wielkiej Brytanii znajduje się kolejna wersja *Świętej Rodziny* lub też jej późniejsza kopia malowana na desce (o wym. 115,9 × 96,9 cm). O statusie obrazu trudno rozstrzygnąć bez badań fizykochemicznych, a szczególnie bez analizy reflektogramu w podczerwieni, który ujawniłby naturę podrysowania.

il. 1 | fig. 1

Gianfrancesco Penni,  
*Święta Rodzina  
ze świętym Janem  
Chrzczicielem  
i świętą Katarzyną  
Aleksandryjską*,  
| *The Holy Family  
with Saint John and  
Saint Catherine*,  
ok. | c. 1521–1522,  
Muzeum Narodowe  
w Warszawie  
| The National Museum  
in Warsaw

fot. | photo © Zbigniew Doliński /  
Muzeum Narodowe  
w Warszawie





il. 2 | fig. 2

Gianfrancesco Penni,  
*Święta Rodzina  
 ze świętym Janem  
 Chrzcicielem  
 i świętą Katarzyną  
 Aleksandryjską,*  
 | *The Holy Family  
 with Saint John and  
 Saint Catherine,*  
 ok. | c. 1521–1522,  
 | Childs Gallery, Boston

fot. | photo © Childs Gallery,  
 Boston



il. 3 | fig. 3

Folia z odrysem warszawskiego obrazu po nałożeniu na wersję bostońską | *Transparent plastic film with contours of the Warsaw painting on the Boston version*

fot. | photo Anna Lewandowska

Dzieła były eksponowane w Galerii Dawnej Sztuki Europejskiej od 5 lutego do końca marca 2013 roku. Seminarium naukowe poświęcone porównaniu obu wersji i zestawieniu dotychczas przeprowadzonych badań technologicznych odbyło się 4 lutego<sup>3</sup>. Uczestnicy seminarium zgodzili się z przypisaniem obu wersji *Świętej Rodziny* Gianfrancesco Penniemu, za wyjątkiem dr. Józefa Grabskiego, który warszawski obraz wiązałby raczej z Giulio Romano. Wstępne porównanie dwóch kompozycji potwierdziło, że powstały one na podstawie tego samego kartonu i wykonane zostały przy użyciu bardzo podobnych materiałów malarskich. Pojawiła się również hipoteza, że podobrazem dzieła bostońskiego była pierwotnie deska i że w przeszłości jego polichromia została przeniesiona na płótno. Dyrektor Muzeum Narodowego w Warszawie dr Agnieszka Morawińska i przedstawiciel Childs Gallery Roger Howlett zgodzili się na przeprowadzenie dalszych badań stylistycznych i technologicznych obu dzieł. Wyniki tych badań przedstawione są poniżej<sup>4</sup>.

### Analiza podrysowań

Obie wersje *Świętej Rodziny* – z Warszawy i z Bostonu – są znakomitymi przykładami dzieł Penniego, które, chociaż oparte na Rafaelowskich wzorach, ukazują jednak ich autora nie tylko jako utalentowanego asystenta, ale również artystę zdolnego do realizacji samodzielnych zleceń. Zostały wykonane najprawdopodobniej w Rzymie ok. 1521–1522 roku (zob. artykuł prof. Paula Joannidesa).

Kompozycje mają niemal takie same wymiary – grupa figuralna w obu dziełach jest identyczna, różna jest jedynie powierzchnia, którą zajmuje pejzaż (obraz bostoński jest kilka centymetrów wyższy).

<sup>3</sup> W seminarium uczestniczyli: Roger Howlett, przedstawiciel Childs Gallery z Bostonu, prof. Paul Joannides z Uniwersytetu w Cambridge, David Love, niezależny historyk sztuki z Londynu, dr Józef Grabski, dr Barbara Łydzba-Kopczyńska z Uniwersytetu Wrocławskiego oraz pracownicy MNW: dr Grażyna Bastek, dr Elżbieta Pilecka-Pietrusińska, Iwona Maria Stefańska, prof. Antoni Ziemia oraz konserwatorzy Pracowni Konserwacji Malarstwa na Płótnie MNW i pracownicy Zbiorów Dawnej Sztuki Europejskiej. Podczas seminarium dr Grażyna Bastek zestawiała badania warszawskiego obrazu: rentgenowskie (RTG), w podczerwieni (IRR), luminescencję powierzchni wzbudzoną promieniowaniem ultrafioletowym (UV); dr Barbara Łydzba-Kopczyńska omówiła analizy pigmentów wykonane za pomocą fluorescencyjnej spektrometrii rentgenowskiej (XRF), dr Elżbieta Pilecka-Pietrusińska i Iwona Maria Stefańska przedstawiły stan zachowania obrazu warszawskiego i wysunęły hipotezę, że polichromia obrazu bostońskiego została przeniesiona z deski na płótno.

<sup>4</sup> Badania fizykochemiczne obrazu bostońskiego: Harvard Art Museums/ Straus Center for Conservation and Technical Studies, Cambridge (Mass.), USA. Badania fizykochemiczne obrazu warszawskiego: Roman Stasiuk z Akademii Sztuk Pięknych w Warszawie (rentgenografia, reflektografia w podczerwieni, fotografia luminescencji powierzchni obrazu w świetle ultrafioletowym); dr Barbara Łydzba-Kopczyńska z Uniwersytetu Wrocławskiego i Piotr Linke z Bruker Polska (fluorescencja rentgenowska); dr Barbara Łydzba-Kopczyńska: mikroskopia optyczna, fluorescencja rentgenowska, SEM-EDS, spektroskopia ramanowska.

Wiele wskazuje na to, że oba obrazy powstały na podstawie tego samego kartonu, z którego rysunek został przeniesiony na podobrazia za pomocą odcisnięcia – metodą zwaną po włosku *calcare*. Po nałożeniu odrysu warszawskiego obrazu wykonanego na przezroczystej folii i nałożeniu jej na wersję bostońską okazało się, że kontury postaci idealnie nachodzą na siebie (il. 3).

Jest bardzo prawdopodobne, a zarazem zgodne z praktyką warsztatową Rafaela i jego współpracowników, że karton obejmował jedynie grupę figuralną i ewentualnie wyznaczał główne plany (zarys skarpy za postaciami zamykający pierwszy plan i pejzaż wraz z zabudowaniami na linii horyzontu). Różnice w tle – porośnięta roślinnością skarpa w obrazie warszawskim i ruiny rzymskiej budowli w bostońskim – powstały najprawdopodobniej w obu dziełach niezależnie. Rentgenogramy (il. 4–5) i reflektogramy w podczerwieni nie ujawniają żadnych znaczących *pentimenti*.

Aby przenieść rysunek posłużono się kartonem, zaczernionym na rewersie węglem. Po przyłożeniu kartonu na biały grunt podobrazia, metalowym rylcem odcisnięto kontury kompozycji, co pozostawiło czarne zarysy, które następnie wzmocniono i poprawiono już z ręki. Ta metoda przenoszenia była często stosowana w warsztacie Rafaela w Rzymie podczas wykonywania obrazów sztalugowych<sup>5</sup>. Reflektografia w podczerwieni warszawskiego obrazu ujawnia, że rysunek z kartonu przeniesiony został stosunkowo swobodnie, a wzmocnione zostały tylko najważniejsze kontury (il. 6). Podrysowanie na obrazie bostońskim było naniezione uważniej i dokładniej, ale zarazem bardziej mechanicznie i wszystkie kontury zostały bardzo wzmocnione węglem lub innym suchym materiałem (np. sztyftem węglowym, il. 7).

Intrygujące jest to, że w fazie wykonywania podrysowania obu obrazów występują identyczne zmiany pewnych elementów kompozycji. Na głowie Chrystusa narysowany jest podobny kształt – zarys loków, a może nawet zarys ucha, za którym być może miała pójść zmiana w pozycji głowy. Tego zamiaru jednak nie zrealizowano – ani w podrysowaniu (il. 8–9), ani w warstwie malarskiej. Również we fragmencie pejzażu po prawej stronie, na wysokości dłoni świętego Józefa, widać zarysy domów, zaplanowane na etapie podrysowania, lecz nie wykonane (prześlania je ostatecznie namalowana rzeka z kaskadą). To, że elementy kompozycji zamierzone w podrysowaniu, a niezrealizowane w końcowym dziele, występują w obu obrazach świadczy, że oba powstawały jednocześnie. Mógł je wykonać jeden lub dwóch artystów, ale pracujących obok siebie, we wzajemnym kontakcie<sup>6</sup>.

Dlaczego w tym samym czasie powstawały dwie, a czasem nawet trzy, niemal identyczne wersje tej samej kompozycji? Nie była to wcale rzadka praktyka, znana jednak do tej pory bardziej z warsztatów malarzy weneckich, np. Tycjana. Malarz ten pierwszą wersję wykonywał zazwyczaj na specjalne zamówienie, druga, a czasem i kolejne czekały w warsztacie na potencjalnego klienta lub służyły jako *modelli* do innych kompozycji. Zestawienia dokonane w katalogu wystawy *Late Raphael* pokazują, że również w warsztacie Rafaela i w kręgu związanych z nim malarzy powstawały liczne repliki popularnych obrazów dewocyjnych<sup>7</sup>.

GB

<sup>5</sup> Anna González Mozo, *Raphael's Painting Technique in Rome* [w:] *Late Raphael*, op. cit., s. 323–324.

<sup>6</sup> Nie zostały wykonane badania w podczerwieni wspomnianego obrazu z prywatnej kolekcji (zob. przyp. 2). Jego kompozycja jest niemal identyczna z kompozycją obrazu warszawskiego, jednak jedynie analiza reflektogramu w podczerwieni mogłaby potwierdzić, czy posłużono się przy jego wykonaniu tym samym kartonem, czy też skopiowano zarysy konturów za pomocą kalki z już ukończonego dzieła.

<sup>7</sup> Np. wersje *Madonny della Quercia*, w podobnych wymiarach, powtarzające stosunkowo wiernie grupę figuralną, a różniące się kompozycją pejzażu, zob. *Late Raphael*, op. cit., s. 212.



il. 4 | fig. 4

Reflektogram  
w podczerwieni  
(IRR) obrazu  
Infrared reflectogram  
(IRR) of the Warsaw  
painting

fot. | photo Roman Stasiuk



il. 5 | fig. 5

Rentgenogram obrazu  
bostońskiego  
| X-ray of the Boston  
painting

fot. I photo © Straus Center  
for Conservation and Technical  
Studies, Harvard Art Museums



il. 6 | fig. 6

Reflektogram  
w podczerwieni (IRR)  
obrazu warszawskiego  
Infrared reflectogram  
(IRR) of the Warsaw  
painting

fot. | photo Roman Stasiuk



il. 7 | fig. 7

Reflektogram  
w podczerwieni (IRR)  
obrazu bostońskiego  
| Infrared reflectogram  
(IRR) of the Boston  
painting

fot. I photo © Straus Center  
for Conservation and Technical  
Studies, Harvard Art Museums



### Transfer warstw malarskich *Świętej Rodziny* z Bostonu

#### il. 8 | fig. 8

Fragment il. 4 (głowa Chrystusa) | Detail of fig. 4 (head of Christ)

fot. | photo Roman Stasiuk

#### il. 9 | fig. 9

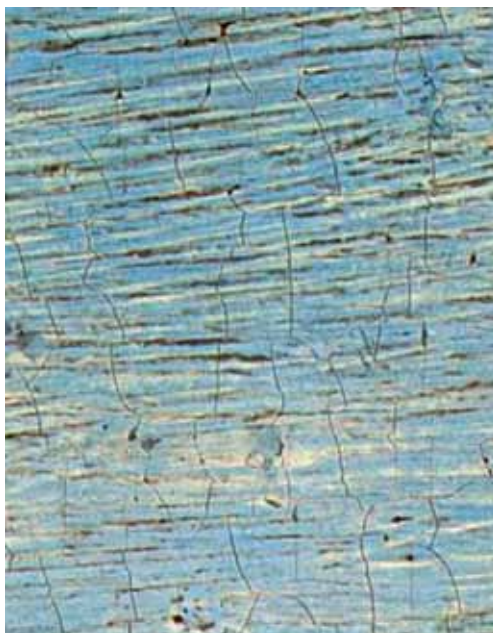
Fragment il. 5 (głowa Chrystusa) | Detail of fig. 5 (head of Christ)

fot. | photo © Straus Center for Conservation and Technical Studies, Harvard Art Museums

Podczas przeprowadzonego w 2013 roku w Warszawie seminarium po raz pierwszy przedstawiona została hipoteza, że bostońska wersja *Świętej Rodziny* Penniego, nie została namalowana na płótnie<sup>8</sup>, lecz na desce, a w późniejszym – nieznanym czasie – przeniesiono jej warstwy malarskie na podłoże płócienne. Oznaczałoby to, że obraz ten jest transferem.

Podstawą do wysunięcia tej hipotezy były obserwacje powierzchni obrazu w świetle rozproszonym i skośnym oraz analiza rentgenogramu i reflektogramu w podczerwieni wykonanych w Straus Center for Conservation and Technical Studies w Cambridge (Mass.). Pomocne były również porównania obrazu z wersją z Muzeum Narodowego w Warszawie, namalowaną na dobrze zachowanej desce topolowej.

<sup>8</sup> Narayan Khandekar, *Holy Family with St. Catherine of Alexandria and the young St. John the Baptist*, Harvard Art Museum, Painting Laboratory, Investigation Report, 2011. Autorki dziękują Rogerowi Howlettowi, przedstawicielowi Childs Gallery, za udostępnienie raportu.



il. 10 | fig. 10

Fragment obrazu bostońskiego z siatką spękań charakterystycznych dla podobrazia drewnianego oraz widoczne ślady żerowania owadów ksylofagicznych – okrągłe otwory wylotowe i chodnik

Detail of the Boston painting with cracks typical of panel paintings and evidence of xylophagous insects feeding on wood – round holes and insect galleries

fot. | photo Iwona Maria Stefaniska

Pierwszą wskazówką świadczącą o tym, że obraz jest transferem były zaobserwowane na jego powierzchni, a charakterystyczne dla obrazów na desce, spękania warstw malarskich, które mają układ w przewadze pionowy, zgodny z biegiem włókien drewna. Są one skutkiem reakcji drewna na wielokrotne zmiany wilgotności względnej powietrza. W obrazie bostońskim nie są one czytelne na całej powierzchni, gdyż nakładają się na nie spękania charakterystyczne dla podłoża płóciennego, na którym obecnie znajduje się obraz. Można jednak wskazać miejsca, gdzie są one analogiczne do tych występujących na obrazie warszawskim i charakterystycznych dla drewna (il. 10–11).

Kolejnych wskazówek dostarcza analiza stanu zachowania obrazu. Warstwa malarska jest w dużym stopniu zniszczona, zwłaszcza przy górnej i dolnej krawędzi, z wieloma ubytkami oraz lokalnymi, zróżnicowanymi chronologicznie, przemalowaniami, które są widoczne w świetle rozproszonym i we fluorescencji powierzchni obrazu wzbudzonej w świetle ultrafioletowym<sup>9</sup>.

W dolnej części płaszcza świętej Katarzyny, w ubytku oryginalnych warstw malarskich, widoczne jest płótno o połyskującej powierzchni (efekt przeklejenia i ewentualnie wernikowania), bez pozostałości jakiegokolwiek zaprawy w zagłębieniach splotów (il. 12). Śladów zaprawy nie stwierdzono również na bocznych krawędziach płótna zawiniętych na krośnie; znajduje się tam lokalnie zachowana warstwa farby w kolorze białoniebieskim oraz warstwy o barwie jasnoszarej i ciemnoniebieskiej (il. 13). Ponadto w różnych miejscach na licu obrazu znajdują się niewielkie, okrągłe otwory wylotowe, będące świadectwem żerowania owadów ksylofagicznych niszczących drewno<sup>10</sup>, a miejscami również fragmenty chodników owadzych,

il. 11 | fig. 11

Fragment obrazu warszawskiego z siatką spękań warstwy malarskiej charakterystycznej dla podobrazia drewnianego

Detail of the Warsaw painting with paint cracks typical of panel paintings

fot. | photo Iwona Maria Stefaniska

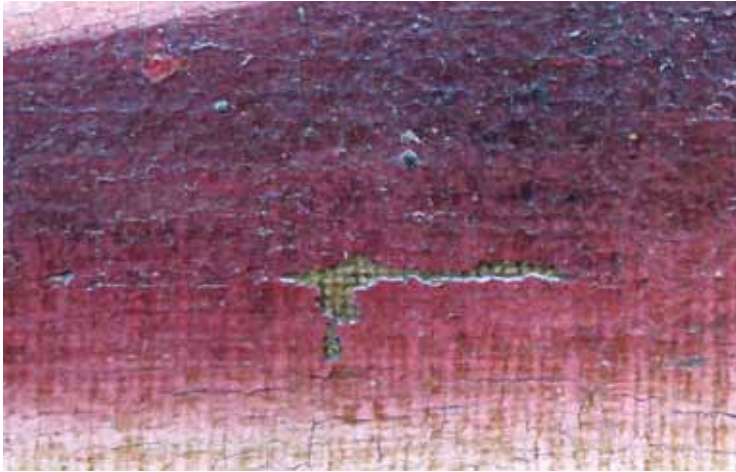
<sup>9</sup> Stan zaobserwowany przed konserwacją obrazu w lutym 2013 r.

<sup>10</sup> Marco Cardinali, Maria Beatrice De Ruggieri, Claudio Falcucci, *Diagnostica artistica. Tracce materiali per la storia dell'arte e per la conservazione*, Roma 2007, s. 143.

il. 12 | fig. 12

Fragment obrazu bostońskiego, z widocznym ubytkiem warstwy malarskiej w szacie świętej Katarzyny, w którym brak jest śladów jakiegokolwiek zaprawy | Detail of the Boston painting with original paint layers missing in Saint Catherine's mantle and with no remains of any ground

fot. | photo Iwona Maria Stefańska



il. 13 | fig. 13

Krawędzie płótna obrazu bostońskiego z widocznymi pozostałościami warstw o zabarwieniu ciemnoniebieskim, brak śladów zaprawy | Edges of the canvas of the Boston painting with dark blue paint and with no traces of ground

fot. | photo Iwona Maria Stefańska



obecnie wypełnionych czerwoną substancją uszczelniającą (zniszczenia dokonane przez owady są również czytelne na rentgenogramie i reflektogramie w podczerwieni, a substancja uszczelniająca widoczna jest w próbkach pobranych z obrazu – zob. **il. 10**).

Reflektogram w podczerwieni ujawnił poziome pęknięcie biegnące przez postać świętego Józefa i tło za nim; nie jest ono charakterystyczne ani dla podłoża płóciennego, ani dla deski, odpowiada natomiast rodzajowi zniszczeń, jakie powstają w trakcie przeprowadzania transferu, w wyniku działania dużego nacisku, potrzebnego do przyklejenia płótna transferowego (**il. 14**)<sup>11</sup>.

Rentgenogram obrazu bostońskiego nie wykazał śladów łączenia desek, które są widoczne na rentgenogramie obrazu warszawskiego, jednak ich brak nie wyklucza, że pierwotnym podobrazem były deski. Wręcz przeciwnie, może sugerować, że podłoża obu obrazów mogły być zbudowane analogicznie. Podobrazie dzieła warszawskiego składa się bowiem z trzech desek w układzie pionowym, połączonych stycznie i mimo to zachowało się bez pęknięć wzdłuż spójen desek, dzięki czemu łączenia nie odznaczyły się na licu malowidła. Istnieją na nim jedynie niewielkie pęknięcia wzdłuż włókien drewna przy jego dolnej i górnej krawędzi. Na rentgenogramie i reflektogramie w podczerwieni wersji bostońskiej można znaleźć

<sup>11</sup> Élisabeth Ravaud, Élisabeth Martin, *Diagnostic radiologique des transpositions*, „Technè” 2001, no. 13–14, s. 116.



il. 14 | fig. 14

Reflektogram w podczerwieni (IRR) obrazu bostońskiego ujawniający charakterystyczne pęknięcia warstw malarskich często występujące przy transferach | Infrared reflectogram (IRR) of the Boston painting revealing characteristic crack often occurring upon transfer

fot. I photo © Childs Gallery, Boston

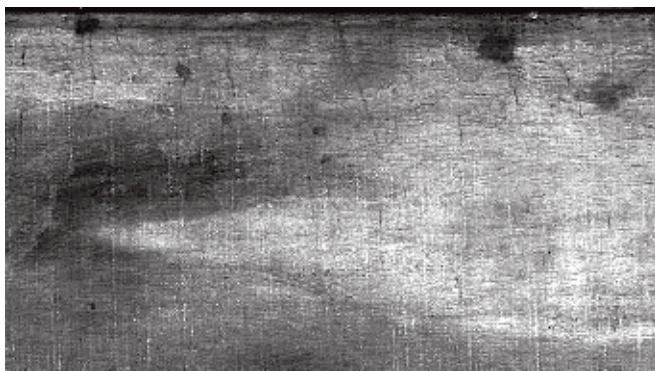
analogiczne pęknięcia, jednak nieco mniej wyraźne z powodu znajdującej się na nich warstwy przemalowania (il. 15).

Hipotezie o transferze nie przeczą inne cechy obrazu bostońskiego. Księżycowe odkształcenia płótna bezpośrednio przylegającego do warstwy malarskiej mogły powstać zarówno w trakcie przygotowywania płótna oryginalnego, jak i transferowego, przez napięcie go na krosno pomocnicze i przeklejenie. Ponadto wyraźnie widoczne na licu odbicie grenu płótna mogło być spowodowane dużym naciskiem, stosowanym w trakcie zabiegu przeniesienia (fakt ten dodatkowo uprawdopodobnia opisaną wcześniej przyczynę powstania poziomego pęknięcia, obserwowanego na postaci świętego Józefa).

Różnica wielkości obu obrazów może wynikać (niezależnie od faktu obcięcia bocznych krawędzi obrazu warszawskiego) z techniki wykonania transferu – rozmiękczenia zaprawy i oddzielenia warstw malarskich od podłoża, nacisku w procesie przyklejania do płótna transferowego, które musiało mieć nieco większe niż oryginalny obraz wymiary.

Zachowały się opisy różnych sposobów wykonywania transferów, wśród których były metody polegające na rozmiękczeniu lub wyplukiwaniu zaprawy<sup>12</sup>. Zabiegi te mogły również wpłynąć na różnicę w wyglądzie kresek podrysowań w badanych obrazach. Znane są przykłady

<sup>12</sup> Giovanni Secco-Suardo, *Il Restauratore dei dipinti*, Milano 1918, s. 132–134; Emmanuelle Philippe, *Innover, connaître et transmettre. L'art de la restauration selon François-Toussaint Hacquin (1756–1832)*, „Technè” 2008, no. 27–28, s. 53–59; Marta Lempart-Geratowska, *Transfer malowideł sztalugowych. Cz. 1, Historia, metodyka, stan badań / Transfer of easel paintings. Pt. 1, History, methodology, current state of research*, Kraków 2010. Studia i Materiały Wydziału Konserwacji i Restauracji Dział Sztuki Akademii Sztuk Pięknych w Krakowie, t. 20.



il. 15 | fig. 15

Fragment il. 5 – górna krawędź z pęknięciami charakterystycznymi dla drewna | Detail of fig. 5 – upper edge of the painting with cracks characteristic for wood

fot. | photo © Childs Gallery, Boston



il. 16 | fig. 16

Dwa płótna o różnicowanym wyglądzie i splocie widoczne na obrazie bostońskim | Two canvases of different appearance and weave seen on the lateral edges of the Boston painting

fot. | photo Iwona Maria Stefańska

obrazów przeniesionych z oryginalnych podłoży na podobrazia zastępcze (transferowe), w których występuje układ dwóch płócien<sup>13</sup>. Również na bocznych krawędziach obrazu bostońskiego są dobrze widoczne dwa płótna: zewnętrzne charakteryzuje rzadki splot (gaza), a drugie, bliższe malatury, jest cienkie i gęsto tkane. Obecnie płótna te są w zbliżonym stopniu zdegradowane i silnie pożółkłe (il. 16).

Wszystkie powyższe obserwacje i analizy pozwoliły na sformułowanie hipotezy o transferze bostońskiej wersji *Świętej Rodziny*, niemniej dla potwierdzenia jej słuszności, potrzebne były badania fizykochemiczne<sup>14</sup>.

W czasie, w którym powstały omawiane obrazy, w technologii malarstwa sztalugowego następowały istotne zmiany. Płótno jako podobrazia znajdowało coraz więcej entuzjastów, stopniowo wypierając z użycia drewno. Sposób jego przygotowywania był wynikiem prób i zdobywanych doświadczeń przez malarzy, którzy początkowo modyfikowali zaprawy, poprzez różne dodatki, głównie plastyfikujące. Tradycyjne zaprawy gipsowe stosowane do podłoży drewnianych okazały się zbyt twarde i kruche w przypadku nowych podłoży tekstylnych<sup>15</sup>.

Bezpośrednio pod warstwami malarskimi obrazu bostońskiego nie stwierdzono obecności gipsu, który w XVI wieku był powszechnie stosowany na terenie Włoch do zapraw malarskich. Badania stratygraficzne próbek ujawniły natomiast, że w miejscu zaprawy znajduje się ciemnoniebieska warstwa o konsystencji odmiennej od warstw malarskich i jest słabo z nimi zespolona (il. 17). Składa się z glinokrzemianów, związków wapnia, miejscami ochry oraz bieli ołowiowej. Mieszaniny podobnych składników używano jako masę transferową, która miała za zadanie łączyć malowidło z płótnem transferowym lub pełniła funkcję kitu wyrównawczego<sup>16</sup>.

<sup>13</sup> Ségolène Bergeon, *Science et patience ou la restauration des peintures*, Paris 1990, s. 79.

<sup>14</sup> Zob. dalsza część artykułu.

<sup>15</sup> *Il riposo di Raffaello Borghini...*, a cura di Giovanni Gaetano Bottari, Firenze 1730, s. 136–138; Cennino Cennini, *Rzecz o malarstwie*, Wrocław 1955, s. 64–68, 96–97; *Preparazione e finitura delle opere pittoriche. Materiali e metodi*, a cura di Corrado Maltese, Milano–Mursia 1993; Grażyna Bastek, *Warsztaty weneckie w drugiej połowie XV i w XVI wieku*, Warszawa 2010, s. 36–37.

<sup>16</sup> Frankline Barrès, *Les peintures transposées du Musée du Louvre, étude des techniques de transposition en France, de 1750 jusqu'à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle* [w:] ICOM Committee for Conservation, 14<sup>th</sup> Triennial Meeting, The Hague 12–16 September 2005, Preprints, 2, s. 1002 i 1008; M. Lempart-Geratowska, op. cit., passim.

Analiza stanu zachowania obrazu bostońskiego i wykonane badania fizykochemiczne pozwalają na sformułowanie tezy o dokonaniu transferu warstw malarskich oraz odtworzenie sposobu jego wykonania. Oryginalne drewniane podłoże odjęto prawdopodobnie metodą rozmiękczenia zaprawy, której resztki dokładnie usunięto. Przygotowując podłoże zastępcze, na krośnie pomocniczym rozpięto cienkie, gęsto tkane płótno i przeklejono je. Na odwrocie malatury, po uprzednim wypełnieniu otworów po owadach (uszczelnieniu czerwoną substancją – zob. **il. 10**), nałożono masę transferową, która miała nadać elastyczność kruchym warstwom malarskim i stanowić lepiszcze montażowe pomiędzy nimi a wtórnym podobrazem. Następnie na tak przygotowane odwrocie położono płótno i zastosowano nacisk o dużej sile, aby uzyskać większą adhezję lepiszcza. Zabieg ten spowodował częściowe wypłynięcie masy na brzegi płótna. Po tej operacji obraz naciągnięto na krosno właściwe i wykonano uzupełnienia kolorystyczne, miejscami wykraczając poza ubytki warstw malarskich, jak na przykład w partii nieba, gdzie przemalowanie w kolorze niebieskim, położono również na zagiętych na krosnie brzegach płótna, tj. na krajce. Na koniec wspomniane krajki scalono kolorystycznie, nakładając dla wyrównania jasnoszarą warstwę. Widoczne na obrazie bostońskim zewnętrzne płótno (gaza) podklejone zostało prawdopodobnie wówczas, gdy pierwsze płótno uległo zniszczeniu w miejscach mocowania.

Sposób przeprowadzenia transferu i zastosowane podczas tego zabiegu materiały wskazują, że mógł być on wykonany najprawdopodobniej w XVIII wieku. Aby to potwierdzić, należałoby przeprowadzić dalsze badania fizykochemiczne, przede wszystkim dokonać identyfikacji spoiw poszczególnych warstw technologicznych (badania spoiw obu malowideł nie zostały wykonane).

Podsumowując, argumentami potwierdzającymi tezę o transferze bostońskiej wersji obrazu z deski na płótno są:

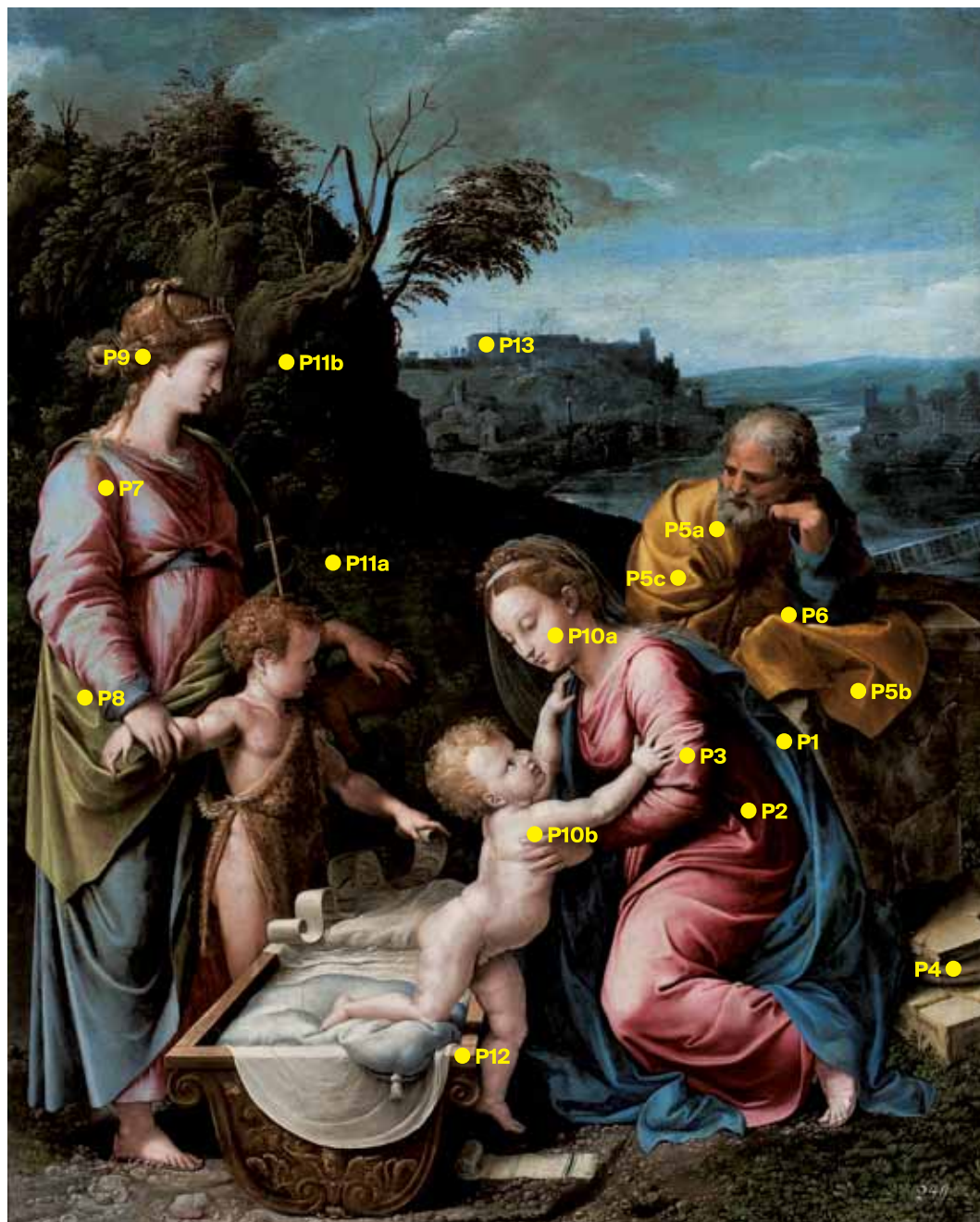
- charakterystyczne tylko dla drewna spękania warstw technologicznych;
- interferencja spękań – występujące przy transferach nałożenie się spękań warstw malarskich powodowanych przez podłoże drewniane i generowanych przez podłoże płócienne;
- ślady działalności owadów niszczących drewno zaobserwowane w świetle rozproszonym oraz na rentgenogramie i w reflektogramie w podczerwieni;
- pęknięcie warstw malarskich (przez postać świętego Józefa i tło za nim), często występujące podczas transferów;
- brak śladów zaprawy w zagłębieniach splotu płótna na licu obrazu, na jego krawędziach i na zagiętych na krosnach brzegach płótna (krajkach);
- zarówno w badaniach stratygraficznych, jak i podczas fizykochemicznej analizy materiałów malarskich nie stwierdzono warstwy gipsowej zaprawy właściwej dla malarstwa włoskiego tego okresu;
- skład warstwy leżącej bezpośrednio pod warstwami malarskimi odpowiada substancjom stosowanym w transferach (masa transferowa).

EPP, IMS

### **Badania z zastosowaniem fluorescencji rentgenowskiej (XRF)**

Analiza porównawcza materiałów malarskich była etapem badań mających potwierdzić, czy obie wersje *Świętej Rodziny*, powstały jednocześnie w tym samym warsztacie.

Do identyfikacji materiałów malarskich wykorzystano nieinwazyjną i niedestrukcyjną metodę analityczną – spektrometrię fluorescencji rentgenowskiej (XRF – X-ray



il. 17 | fig. 17

Punkty pomiarowe  
badania XRF obrazu  
warszawskiego

Measuring points for  
the XRF spectroscopy of  
the Warsaw painting

*fluorescence*)<sup>17</sup>. Badanie wykonywane jest bezpośrednio na obiekcie i nie wymaga pobrania oraz przygotowania próbek. Dane uzyskane w wyniku oddziaływania promieniowania rentgenowskiego z analizowanym punktem na obrazie pozwalają zidentyfikować znajdujące się w nim pierwiastki<sup>18</sup>.

Badania warszawskiej wersji *Świętej Rodziny* wykonano w 2013 roku Muzeum Narodowym w Warszawie z zastosowaniem ręcznego spektrometru XRF – TRACER IV firmy Bruker wyposażonego w lampę o anodzie rodowej, pracującą przy następujących warunkach pomiarowych: prąd i napięcie lampy odpowiednio 14,80  $\mu$ A i 40 kV. Badania wersji bostońskiej przeprowadzono w Harvard Art Museum/Straus Center for Conservation and Technical Studies w Cambridge (Mass.)<sup>19</sup>. Aby możliwe było wykonanie analizy porównawczej wyników badań obu obrazów, punkty pomiarowe ustalono w analogicznych miejscach. Dołożono wszelkich starań, aby warunki pomiarowe były porównywalne.

Pomiary obrazu warszawskiego wykonano w różnych obszarach kolorystycznych: czerwonym (suknia Marii: P2, P3), purpurowym (suknia świętej Katarzyny: P7), niebieskim (płaszcz Marii: P1, szata świętego Józefa: P6, niebieski pejzaż w tle: P13), zielonym (podbicie płaszcza świętej Katarzyny: P8, pejzaż w tle: P11a i b), żółtym (płaszcz świętego Józefa: P5a, b i c, kołyska: P12), białym (kamienny postument: P4) i brązowym (warkocz świętej Katarzyny: P9) (il. 17).

Widma XRF w punktach pomiarowych znajdujących się w partii sukni Marii (P2 i P3) wykazały obecność ołowiu pochodzącego najprawdopodobniej z bieli ołowiowej zastosowanej w podmalówce i służącej do zróżnicowania modelunku światłocieniowego. Śladowe ilości żelaza (Fe) i manganu (Mn) mogą wskazywać na wykorzystanie umbry. Brak sygnałów pochodzących od metali, których obecność mogłaby wyjaśnić źródło czerwonej barwy sukni, można wyjaśnić zastosowaniem barwnika organicznego, np. karminu<sup>20</sup>. W jego składzie znajdują się takie pierwiastki jak węgiel (C), tlen (O) i wodór (H), których wykrycie nie było możliwe, gdyż charakteryzują się one liczbą masową poniżej poziomu detekcji zastosowanego spektrometru. Wynik sugerujący użycie barwnika organicznego uzyskano również w pomiarach purpurowego rękawa sukni świętej Katarzyny (P7). W widmach uzyskanych w punktach pomiarowych P2, P3 i P7 widoczne są ponadto sygnały świadczące o obecności miedzi (Cu). Znacznie intensywniejszy sygnał tego pierwiastka został zarejestrowany w obszarze niebieskiego płaszcza Marii (P1), co wskazuje na zastosowanie pigmentu miedziowego, prawdopodobnie azurytu. Stwierdzono tu też obecność ołowiu (związaną prawdopodobnie z wykorzystaniem bieli ołowiowej) oraz znaczące sygnały wapnia (Ca), które można powiązać z warstwą gruntu. Najprawdopodobniej zastosowany tam został gips (siarczan wapnia),

<sup>17</sup> Barbara H. Stuart, *Analytical Techniques in Materials Conservation*, Chichester 2007, s. 234–238; Krystian Książek et al., *Skarb średniowieczny z Głogowa: analizy specjalistyczne i konserwacja wybranych zabytków / Medieval hoard from Głogów: specialist analyses and conservation of selected objects*, red. nauk. Borys Paszkiewicz, Głogów 2013, s. 9; Koen Janssens et al., *Recent trends in quantitative aspects of microscopic X-ray fluorescence analysis*, „Trends in Analytical Chemistry” 2010, vol. 29, no. 6, s. 464–478.

<sup>18</sup> Badania XRF obrazów dostarczają informacji zarówno o składzie pierwiastkowym górnych warstw malarskich, jak i podkładu. Podczas omawianych badań nie zastosowano helu, który umożliwia wykrycie pierwiastków lekkich np. sodu (Na) i glinu (Al), będących jednymi z głównych składników lapis lazuli. Ponadto techniki tej nie można wykorzystać do identyfikacji barwników organicznych.

<sup>19</sup> N. Khandekar, op. cit.

<sup>20</sup> *Artists' Pigments. A Handbook of Their History and Characteristics*, ed. Ashok Roy, vol. 2, Cambridge 1993, s. 255.

typowy materiał stosowany we Włoszech do gruntów w malarstwie sztalugowym<sup>21</sup>, jednak jednoznaczne wykluczenie węglanu wapnia (kredy) nie jest możliwe, ponieważ zakres detekcji spektrometru nie obejmuje sygnałów siarki<sup>22</sup>.

Wykryte niewielkie ilości żelaza są prawdopodobnie związane z obecnością tlenków żelaza zawartych w ochrze, natomiast śladowe ilości tytanu (Ti) mogą być wynikiem obecności naturalnie występujących w ochrach minerałów takich jak ilmenit czy rutył<sup>23</sup>. Obydwa pierwiastki, co interesujące, zarejestrowano w wielu punktach pomiarowych (np. P<sub>1</sub>, P<sub>4</sub>, P<sub>7</sub>), natomiast niemal podczas wszystkich pomiarów zarejestrowano sygnały wapnia, żelaza i tytanu analogicznie do tych z partii płaszcza i sukni Marii. Niebieska szata świętego Józefa (P<sub>6</sub>) oraz niebieskie fragmenty pejzażu (P<sub>13</sub>) zawierają miedź, ołów, żelazo i mangan. Ich obecność wskazuje na wykorzystanie tych samych pigmentów, jakie zastosowano do namalowania błękitnego płaszcza Marii, czyli błękitnego pigmentu miedziowego (prawdopodobnie azurytu), bieli ołowiowej oraz umbry.

W widmach uzyskanych z żółtego płaszcza świętego Józefa (P<sub>5a</sub>, b i c), jak i kołyski (P<sub>12</sub>) zarejestrowane zostały sygnały wskazujące na obecność żelaza i ołowiu. W obu przypadkach wskazuje to na wykorzystanie żółtej ochry oraz bieli ołowiowej. W zielonych i zielonobrazowych partiach obrazu: płaszczu świętej Katarzyny (P<sub>8</sub>) oraz pokrytej roślinnością skarpy znajdującej się w tle (P<sub>11a</sub> i P<sub>11b</sub>) zidentyfikowano silne sygnały miedzi i ołowiu, obecność żelaza oraz śladowe ilości cyny (Sn). Powiązanie obecności ołowiu z bielą ołowiową nie jest zaskakujące, obecność cyny wskazuje jednak na zastosowanie żółceni cynowo-ołowiowej. Jeśli obecność żelaza jest wynikiem zastosowania żółtej ochry lub wcześniej wspomnianej żółceni cynowo-ołowiowej, to naturalnym wydaje się, że w celu uzyskania zielonej barwy wykorzystano niebieski pigment miedziowy – najprawdopodobniej azuryt. Nie można też jednak wykluczyć zastosowania octanu miedzi (werdigris)<sup>24</sup> czy żywiczynu miedzi<sup>25</sup>, ponieważ identyfikacja organicznych składników tych pigmentów jest poniżej poziomu detekcji spektrometru. Werdigris był stosowany w dawnym malarstwie ze względu na swoje transparentne właściwości ułatwiające laserunkowy modelunek zielonych krajobrazów. Z tych samych powodów używano również żywiczynu miedzi wraz z żółcieniem cynowo-ołowiową (o jej obecności mogą świadczyć ślady cyny)<sup>26</sup>.

W celu identyfikacji białego pigmentu wybrano dwa obszary obrazu: kamienny postument (P<sub>4</sub>) oraz twarz Marii (P<sub>10a</sub>). W obu przypadkach zarejestrowano silny sygnał pochodzący od ołowiu, wskazujący na obecność bieli ołowiowej. Natomiast w punkcie pomiarowym znajdującym się na policzku Marii (P<sub>10a</sub>) widoczne są również sygnały rtęci (Hg), co wskazuje na obecność wermilionu (HgS) wykorzystanego w celu uzyskania różowej tonacji twarzy<sup>27</sup>.

<sup>21</sup> Gips jako podstawowy składnik gruntu w obrazie został zidentyfikowany w badaniach prowadzonych w Muzeum Narodowym w Warszawie. Zob. Jan Białostocki, Maria Skubiszewska, *Malarstwo francuskie, niderlandzkie, włoskie do 1600*, kat. zbiorów, Warszawa 1979, s. 138–139.

<sup>22</sup> Analogiczne wyniki uzyskali badacze w Straus Centre. Zob. N. Khandekar, op. cit.

<sup>23</sup> Marcin Ciba, Andrzej Kozieł, Barbara Łydzba-Kopczyńska, *Badania fizykochemiczne wybranych obrazów Michaela Willmanna oraz palety pochodzącej z jego pracowni* [w:] *Obrazy Michaela Willmanna pod lupą*, Jawor 2010, s. 25–49.

<sup>24</sup> *Artists' Pigments...*, op. cit., s. 131.

<sup>25</sup> Ibidem, s. 141.

<sup>26</sup> Ibidem, s. 131–147.

<sup>27</sup> Nicolas Eastaugh et al., *Pigments Compendium. Optical Microscopy of Historical Pigments*, Oxford 2008, s. 392. Na podstawie badań XRF nie jest możliwe rozróżnienie pomiędzy mineralnym cynobrem a wermilionem.

**Tabela**

Wyniki badania warstwy malarskiej z zastosowaniem techniki XRF (symbole pierwiastków które występują jedynie w ilościach śladowych ujęte są w nawias)

| <b>Obraz</b>     | <b>Święta Rodzina<br/>Muzeum Narodowe w Warszawie</b> |                                                                              | <b>Święta Rodzina<br/>Childs Gallery w Bostonie</b> |                                                  |
|------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|                  | <b>Pierwiastki</b>                                    | <b>Pigmenty</b>                                                              | <b>Pierwiastki</b>                                  | <b>Pigmenty</b>                                  |
| <b>Niebieski</b> | Pb, Cu, Ca, Fe, Mn, Ti, (Sn)                          | azuryt, biel ołowiowa, umbra                                                 | Cu, Pb, Fe, Mn, (Ti)                                | azuryt, biel ołowiowa, umbra                     |
| <b>Zielony</b>   | Cu, Pb, Fe, Ca, Sn                                    | żywaczan miedzi / werdigris / azuryt, żółcień cynowo-ołowiowa, biel ołowiowa | Pb, Cu, Sn, Fe, Ca                                  | azuryt, żółcień cynowo-ołowiowa, biel ołowiowa   |
| <b>Czerwony</b>  | Pb, Cu, Fe, Ca, Ti, Mn, Sr                            | biel ołowiowa, azuryt umbra, barwnik organiczny                              | Pb, Fe, Mn, Ca, Cu, (Ti)                            | biel ołowiowa, umbra, azuryt, barwnik organiczny |
| <b>Biały</b>     | Pb, Fe, Cu, Ca, Ti, Pb, Fe, Hg, Sn, Cu, Ca            | biel ołowiowa, wermilion                                                     | Pb, Hg, Ca, Fe, Cu, (Ti)                            | biel ołowiowa, wermilion                         |
| <b>Żółty</b>     | Pb, Fe, Cu, Ca, Sn, (Ti)                              | biel ołowiowa, żółta ochra / żółcień cynowo-ołowiowa                         | Pb, Fe, Sn, Ca, Cu, Ti                              | żółta ochra, żółcień cynowo-ołowiowa             |



il. 18 | fig. 18

Miejsca pobrania próbek warstw malarskich z obrazu warszawskiego | Places where samples from the Warsaw painting were taken



il. 19 | fig. 19

Miejsca pobrania próbek warstw malarskich z obrazu bostońskiego | Places where samples from the Boston painting were taken

Ostatnim obszarem pomiarowym był brązowy warkocz świętej Katarzyny. Zarejestrowano tu silne sygnały świadczące o obecności ołowiu, żelaza, rtęci, wapnia oraz śladowe ilości cyny. Podobnie jak w poprzednich przypadkach, sygnały wapnia pochodzą najprawdopodobniej z warstwy gruntu. Natomiast pozostałe pierwiastki wskazują na użycie bieli ołowiowej, wermilionu, ochry oraz prawdopodobnie żółcieni cynowo-ołowiowej.

Wyniki badań pigmentów z zastosowaniem spektrometrii XRF obu obrazów zostały zestawione w tabeli (s. 169). Zwraca uwagę duża zgodność zidentyfikowanych pigmentów. Zastosowanie bieli ołowiowej nie tylko w partiach karnacji, ale i w pozostałych obszarach jest uzasadnione wymogami uzyskania odpowiedniej barwy. Biel ołowiowa była powszechnie używana w dawnym malarstwie do rozjaśniania kolorów i budowania modelunku światłocieniowego. W obu obrazach wermilion został wykorzystany do uzyskania właściwego odcienia karnacji postaci. Głównym materiałem odpowiedzialnym za uzyskanie kolorów czerwonej barwy sukni Marii oraz purpurowej szaty świętej Katarzyny i ich odcieni był najprawdopodobniej barwnik organiczny oraz biel ołowiowa, azuryt i umbra. Błękitny płaszcz Marii oraz szata świętego Józefa zawdzięczają swoją barwę najprawdopodobniej wykorzystaniu azurytu. Porównywalne dla obu obrazów wyniki zostały uzyskane również podczas badania płaszcza świętej Katarzyny oraz pokrytej zieloną roślinnością skarpy znajdującej się w tle.

W obu przypadkach w widmach XRF zarejestrowano sygnały przypisane miedzi i ołowiu. Obecność ołowiu świadczy o użyciu bieli ołowiowej, jednak przyporządkowanie miedzi do właściwego pigmentu miedziowego nie jest już tak oczywiste. Zarejestrowany sygnał może odpowiadać błękitnemu azurytowi lub zielonym pigmentom miedziowym, takim jak octan miedzi (werdigris) czy żywiczany miedzi. W przypadku obu obrazów nie uzyskano podczas badania XRF wyników jednoznacznie stwierdzających zastosowanie jednego z tych pigmentów.

Wyniki badań XRF obrazu bostońskiego kilkakrotnie sugerowały zastosowanie żółceni cynowo-ołowiowej. Niestety, podczas analizy obrazu warszawskiego w zarejestrowanych widmach XRF sygnał pochodzący od cyny był stosunkowo słaby, dlatego też jednoznacznie nie potwierdzono tu wykorzystania żółceni cynowo-ołowiowej. Tym niemniej należy pamiętać, że badania obu obrazów nie były wykonywane w jednym laboratorium i z zastosowaniem identycznego spektrometru. Dlatego też nie można wykluczyć, że ta rozbieżność jest wynikiem warunków pomiarowych, a nie istotnych różnic w zastosowanych materiałach malarskich. Natomiast podczas badań obu obrazów niemal we wszystkich punktach pomiarowych zarejestrowane zostały sygnały wskazujące na obecność wapnia, żelaza i tytanu.

Omówione badania wykazują, że w analogicznych partiach obu obrazów w celu uzyskania zamierzonego efektu kolorystycznego wykorzystano takie same pigmenty. Technika XRF nie pozwala na jednoznaczną identyfikację pigmentu miedziowego występującego w zielonych partiach obrazu warszawskiego<sup>28</sup> oraz na ustalenie czy w warstwie gruntu i warstwie transferowej został wykorzystany gips, czy też kreda (zastosowanie kredy historycznie jest mniej prawdopodobne). Ponieważ pytania, dotyczące zarówno obrazu warszawskiego jak i bostońskiego, na które odpowiedzi nie dostarczyły badania XRF, dotyczą analogicznych zagadnień, fakt ten jest kolejnym argumentem przemawiającym za tym, że oba obrazy powstały w tym samym warsztacie malarskim.

BLK

### **Badania próbek malarskich z zastosowaniem mikroskopii optycznej SEM-EDS i spektroskopii ramanowskiej**

Badania nieinwazyjne obrazu warszawskiego i bostońskiego z zastosowaniem spektrometrii XRF pozwoliły na ustalenie palety malarskiej obu dzieł. Uzyskanie pełniejszego obrazu zastosowanej techniki, ujawniającego kolejność i sposób nakładania poszczególnych warstw, możliwy był jednak dopiero dzięki badaniom stratygraficznym próbek. W tym celu w Pracowni Konserwacji Rzeźby i Malarstwa na Drewnie Muzeum Narodowego w Warszawie zostały pobrane po dwie próbki z obydwu obrazów (il. 18–19)<sup>29</sup>.

Pierwsza próbka z obrazu warszawskiego, oznaczona jako WAW<sub>1</sub> (il. 20), została pobrana z białego prześcieradła w kołysce, druga (WAW<sub>2</sub>), z krawędzi zielonej podszewki płaszcza świętej Katarzyny. Oba przekroje poprzeczne nie ukazują pełnej stratygrafii, zawierającej zarówno warstwy gruntu, jak i warstwy malarskie. W przypadku próbki WAW<sub>1</sub> widoczny

<sup>28</sup> Badacze ze Straus Center wskazują na zastosowanie azurytu w obrazie bostońskim.

<sup>29</sup> Po wykonaniu dokumentacji próbek wyselekcjonowanych do wykonania przekrojów poprzecznych zostały one zatopione w żywicy epoksydowej, a następnie na szlifierce ręcznej wykonano ich przekroje poprzeczne. Kolejnym krokiem była analiza stratygrafii przekrojów poprzecznych z wykorzystaniem mikroskopu stereoskopowego Opta-tech oraz mikroskopu optycznego MBL z zestawem epi-fluorescencyjnym FL-800. Badania wykonano w Laboratorium Badań Dziedzictwa Kulturowego Uniwersytetu Wrocławskiego w 2013 r.

jest biały grunt oraz ślady imprimitury lub warstwy malarskiej. Próbką WAW<sub>2</sub> ukazuje górną warstwę barwy białej, środkową – brązowoszara z nielicznymi ziarnami barwy jasnozielonej oraz dolną – warstwę białego gruntu.

Po oświetleniu promieniami UV próbka WAW<sub>1</sub> wykazuje żółtawy kolor fluorescencji charakterystyczny dla spoiwa olejnego, które jest typowe dla warsztatu Rafaela<sup>30</sup>. W próbce WAW<sub>2</sub> na warstwie malarskiej widoczna jest silna fluorescencja o białej barwie pochodząca najprawdopodobniej od warstwy werniksu.

Pierwsza próbka z obrazu bostońskiego (BOS<sub>1</sub>) pochodzi z lewej krawędzi obrazu – zawiętego na blejtram marginesu. Drugą (BOS<sub>2</sub>) również pobrano z marginesu, na wysokości środka kompozycji również po lewej stronie. Już podczas ich pobierania stwierdzono ciemną warstwę, najprawdopodobniej wtórną, dodaną podczas transferu po usunięciu oryginalnego gruntu<sup>31</sup>.

W przekroju poprzecznym próbki BOS<sub>1</sub> widoczne są trzy warstwy (il. 21). Górna jest jasnoszara; środkowa o barwie białoniebieskiej zawiera niebieskie kryształy, które swoją morfologią przypominają azuryt. W promieniowaniu UV obie te warstwy wykazują niezbyt intensywną fluorescencję barwy żółtej, co podobnie jak w przypadku obrazu warszawskiego sugeruje zastosowanie spoiwa olejnego<sup>32</sup>. Dolna warstwa jest ciemnoniebieska – brak fluorescencji wskazuje, że jej składnikiem może być materiał glinokrzemianowy, np. glina. Na granicy warstw białoniebieskiej i ciemnoniebieskiej miejscowo obecna jest cienka czerwona warstwa (to najprawdopodobniej substancja uszczelniająca, również pochodząca z transferu).

W górnej części przekroju próbki BOS<sub>2</sub> (il. 22a) widoczna jest warstwa barwy jasnoszarej, a w dolnej części – ciemnoniebieska. Skład górnych warstw obydwu próbek pobranych z obrazu bostońskiego jest chemicznie podobny, jednak ta w BOS<sub>2</sub> jest jaśniejsza, zawiera więcej bieli. Poniżej jasnoszarej znajduje się tu podwójna warstwa, składająca się z intensywnie zielonego wykończenia i jasnozielonej podmalówki, w której obecne są liczne ziarna barwy jasnozielonej, morfologią przypominające raczej verdigris czy żywiczian miedzi niż malachit. W świetle UV silna, żółtawa fluorescencja jest widoczna jedynie w górnej, jasnoszarej warstwie. Pomiędzy dwoma dolnymi warstwami (ciemnozieloną i ciemnoniebieską) zwraca uwagę kolejna, bardzo cienka, o widocznej fluorescencji (il. 22b). Być może jest to pozostałość oryginalnej imprimitury, jednak nie została ona zaobserwowana w próbce BOS<sub>1</sub>. W obydwu występuje za to miejscowo czerwona warstwa, będąca najpewniej użytym w czasie transferu uszczelnieniem.

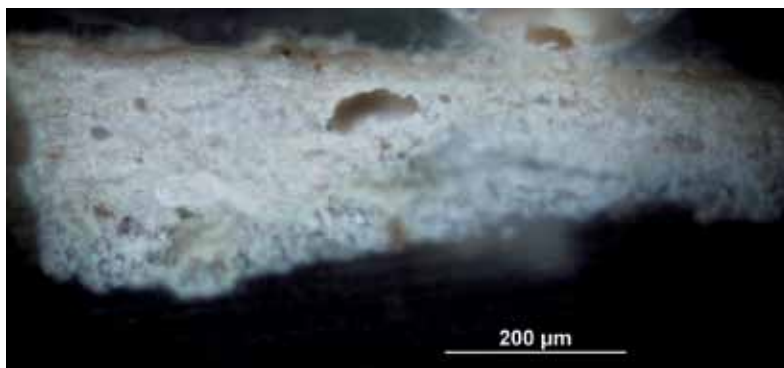
Kolejnym krokiem na drodze do identyfikacji materiałów malarskich w przekrojach poprzecznych była analiza z zastosowaniem elektronowej mikroskopii skaningowej z przystawką EDS (SEM-EDS)<sup>33</sup>. Pomiarów dokonano w 2013 roku na Wydziale Chemii Uniwersytetu Wrocławskiego z wykorzystaniem skaningowego mikroskopu elektronowego Hitachi S-3400N

<sup>30</sup> Marika Spring, *Raphael's Materials: Some New Discoveries and Their Context within Early Sixteenth-Century Painting* [w:] *Raphael's Painting Technique: Working Practices before Rome. Proceedings of the Eu-ARTECH Workshop*, ed. Ashok Roy, Marika Spring, Firenze 2007, s. 77–86; przeprowadzone w National Gallery w Londynie badania obrazów Rafaela potwierdziły zastosowanie spoiwa olejnego bazującego na oleju lnianym i orzechowym. Ponadto stwierdzono, że malarz stosował w różnych fragmentach obrazów odpowiednio spoiwo olejne i temperę. Zob. Ashok Roy, Marika Spring, Carol Plazzotta, *Raphael's Early Work in the National Gallery: Paintings before Rome*, „National Gallery Technical Bulletin” 2004, 25, s. 4–35.

<sup>31</sup> Zob. *Transfer warstw malarskich Świętej Rodziny z Bostonu* – s. 160–165 powyżej.

<sup>32</sup> Badania przeprowadzone w Laboratorium Badań Dziedzictwa Kulturowego Wydziału Chemii Uniwersytetu Wrocławskiego z zastosowaniem GC-MS potwierdzają zastosowanie spoiwa olejnego.

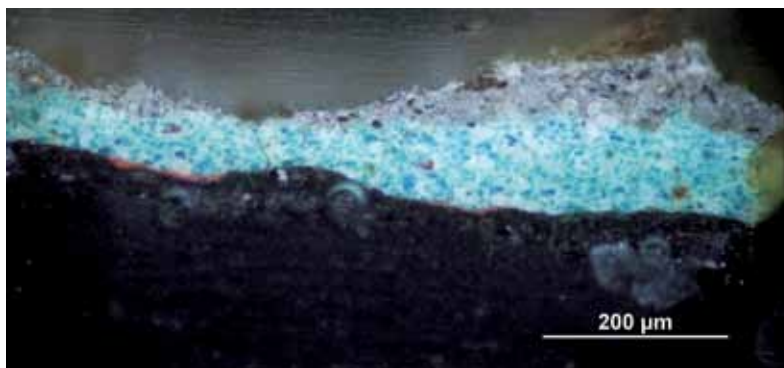
<sup>33</sup> B.H. Stuart, op. cit., s. 91–93 i 234–238.



il. 20 | fig. 20

Przekrój poprzeczny  
próbki WAW1  
(powiększenie 200 ×)  
| Cross-section of the  
WAW1 sample, 200 ×

fot. | photo Barbara Łydzba-  
-Kopczyńska



il. 21 | fig. 21

Przekrój poprzeczny  
próbki BOS1  
(powiększenie 200 ×)  
| Cross-section of the  
BOS1 sample, 200 ×

fot. | photo Barbara Łydzba-  
-Kopczyńska

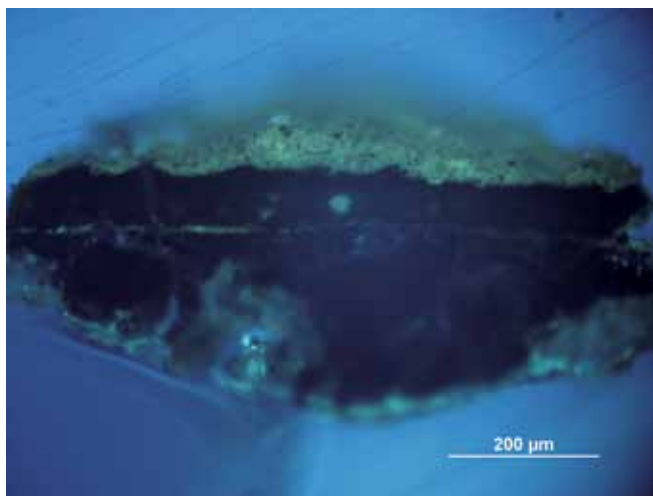
z detektorem EDS Thermo Scientific Ultra Dry. Wszystkie pomiary przeprowadzono w niskiej próżni przy zastosowaniu energii 30 kV i powiększeń w zakresie od 120 do 20 000 razy. W przypadku każdego przekroju poprzecznego wykonano kilkanaście pomiarów punktowych oraz mapowanie składu elementarnego<sup>34</sup>. Wielką zaletą tej techniki badawczej jest możliwość określenia przestrzennego rozmieszczenia pierwiastków w próbce, co jest szczególnie istotne podczas analizy przekrojów<sup>35</sup>.

Badania SEM-EDS próbek WAW1 i WAW2 potwierdziły wcześniejsze wnioski sformułowane na podstawie analizy stratygraficznej. Pomiary punktowe, jak i mapowania powierzchni próbki WAW1 wykazały, że w dolnej warstwie (grunt) występuje wapń, siarka oraz tlen, wskazujące na obecność siarczanu wapnia – prawdopodobnie gipsu (il. 23). Rafael i jego warsztat stosowali *gesso* składające się z gipsu zmieszanego z klejem zwierzęcym, które przygotowywano, intensywnie mieszając i ogrzewając składniki. Skutkiem były liczne bąble powietrza w warstwie gruntu<sup>36</sup>, które widoczne są również w próbce pobranej z obrazu warszawskiego (il. 20). Nieliczne drobiny barwy żółtopomarańczowej to najprawdopodobniej ochra (tlenki żelaza).

<sup>34</sup> Badania wykonane w Laboratorium Badań Dziedzictwa Kulturowego Uniwersytetu Wrocławskiego.

<sup>35</sup> M. Ciba, A. Kozieł, B. Łydzba-Kopczyńska, op. cit., s. 42–43.

<sup>36</sup> A. Roy, M. Spring, C. Plazzotta, op. cit., passim.



il. 22 | fig. 22

Przekrój poprzeczny próbki BOS2 (powiększenie 200 x):  
a) w świetle widzialnym;  
b) w świetle ultrafioletowym  
| Cross-section of the BOS2 sample, 200 x: a) in daylight; b) upon UV illumination

fot. | photo Barbara Łydzba-Kopczyńska

Natomiast w górnej warstwie – będącej fragmentem imprimitury lub warstwy malarskiej – stwierdzono występowanie ołowiu pochodzącego najprawdopodobniej z bieli ołowiowej.

W próbce WAW2 w górnej, białej warstwie malarskiej wykryto obecność ołowiu, co wskazuje na zastosowanie bieli ołowiowej. W kolejnej warstwie zidentyfikowano ołów (Pb) oraz takie pierwiastki jak glin (Al) i krzem (Si), które są składnikami glinokrzemianów. Śladowe ilości miedzi sugerują zastosowanie pigmentu miedziowego. Ponieważ próbkę pobrano ze skraju szaty świętej Katarzyny, możemy przypuszczać, że malarz zastosował zielony lub niebieski pigment miedziowy.

W trakcie dalszych badań próbki WAW2, w dolnej warstwie – fragmentarycznie zachowanym gruncie – zidentyfikowano bizmut (Bi), którego nie stwierdzono wcześniej podczas badań XRF (il. 24). Wynika to z faktu, że podczas badań SEM-EDS plamka pomiarowa jest znacznie mniejsza (wynosi ok. 4 nm)<sup>37</sup>. W związku z tym sygnały, które nie zostały zarejestrowane w trakcie XRF, mogą być uchwycone dzięki SEM-EDS. Ponadto badania przekrojów porzeczných pozwalają na wnikliwszą analizę zastosowanych materiałów malarskich. Obecność bizmutu nie jest zaskakująca w obrazie autorstwa ucznia Rafaela, ponieważ jego stosowanie zostało potwierdzone przez wcześniejsze badania obrazów przypisanych Rafaelowi<sup>38</sup>.

Uzyskane półilościowe<sup>39</sup> wyniki SEM-EDS sugerują obecność szkła, na co – oprócz występowania krzemu, sodu, magnezu (Mg), glinu, potasu (K), wapnia, tytanu, manganu i żelaza (il. 25) – wskazują również nieregularne kształty pozwalające odróżnić szkło od innych materiałów glinokrzemianowych. Szkło, zwłaszcza zawierające mangan pochodzący z popiołów roślinnych, było dodawane w charakterze sykatywy przyspieszającej schnięcie farb<sup>40</sup>.

<sup>37</sup> M. Spring, op. cit., s. 77–78.

<sup>38</sup> K. Książek et al., op. cit., s. 1–102.

<sup>39</sup> W technice SEM-EDS ze względu na warunki pomiarowe uzyskiwany jest skład półilościowy a nie ilościowy badanych materiałów; ibidem, s. 44.

<sup>40</sup> M. Spring, op. cit., s. 79–80.

Badania SEM-EDS przekrojów poprzecznych próbek pobranych z obrazu bostońskiego dostarczyły pełniejszych informacji o warstwach malarskich oraz o ciemnoniebieskiej warstwie obecnej w miejscu, w którym powinien się znajdować biały, gipsowy grunt.

W przekroju poprzecznym pierwszej próbki poddanej badaniom (BOSr), jak zostało to już wcześniej omówione, widoczne są trzy warstwy: górna barwy jasnoszarej, środkowa – białoniebieska i dolna, ciemnoniebieska. W skład górnej warstwy wchodzi ołów, glin, krzem, magnez, wapń, węgiel, tlen. Znaczne ilości ołowiu (oraz obecność węgla i tlenu), wskazują, że jednym z głównych jej składników jest biel ołowiowa zmieszana z materiałem bazującym na glinokrzemianach, np. glince zawierającej związki żelaza. Również wapń może pochodzić z węglanu wapnia ze względu na zarejestrowaną obecność węgla i tlenu. Ponadto występowanie węgla i tlenu najprawdopodobniej wynika także z obecności substancji organicznej (np. spoiwa), co potwierdza silna fluorescencja tej warstwy.

W białoniebieskiej warstwie malarskiej zidentyfikowano miedź i ołów, co wskazuje, że złożona jest ona z mieszaniny pigmentu miedziowego oraz bieli ołowiowej (il. 26). Półilościowy<sup>41</sup> skład pierwiastkowy uzyskany w wyniku badań SEM-EDS sugeruje, że prawdopodobnie jest to azuryt (zasadowy węglan miedzi) (il. 27). Wniosek taki uzasadnia również niebieska barwa ziaren widocznych w przekroju poprzecznym obserwowanym w świetle widzialnym. Ponadto w niebieskiej warstwie malarskiej śladowo pojawiają się takie pierwiastki jak glin i krzem, sugerujące obecność glinokrzemianów. Lokalnie występuje żelazo, co może wskazywać np. na zastosowanie ochry. Wyniki mapowania (il. 28) składu cienkiej, czerwonej warstwy leżącej jedynie lokalnie na granicy białoniebieskiej warstwy malarskiej i ciemnoniebieskiej dolnej wykazały, że głównym jej składnikiem jest żelazo, ponadto zidentyfikowano obecność glinu, krzemu oraz nieznaczną ilość ołowiu. Na tej podstawie można przypuszczać, że warstwa ta składa się z tlenku żelaza (ochry) zmieszanej z materiałem ilastym, np. glinką. Niewielka zawartość ołowiu może wynikać z jego zastosowania jako sykatywy.

Na podstawie wyników SEM-EDS ustalono następujący skład pierwiastkowy ciemnoniebieskiej warstwy dolnej: krzem, glin, wapń, żelazo, węgiel, tlen, ołów oraz śladowo siarka i tytan. Taki wynik sugeruje, że jej składnikami są materiał glinokrzemianowy (np. glinka), substancja organiczna oraz wapń, którego zawartość tym w obszarze jest niższa w porównaniu do warstwy górnej. Część wapnia może pochodzić z siarczanu wapnia (gipsu). Ponieważ zawartość siarki jest śladowa, mogą to być pozostałości warstwy gruntu usuniętej przed transferem. Pozostała ilość wapnia prawdopodobnie związana jest z jego występowaniem w postaci węglanu wapnia. Z uwagi na barwę badanej warstwy prawdopodobnie niska, kilkuprocentowa zawartość ołowiu wskazuje na wykorzystanie jego związków jako sykatywy.

W przekroju próbki BOSz (il. 22a) widoczne są trzy warstwy: górna barwy jasnoszarej, podwójna warstwa zielona (wykończenie i podmalówka) oraz dolna ciemnoniebieska. W próbce tej – również jedynie lokalnie – występuje czerwona warstwa uszczelniająca, pochodząca z transferu.

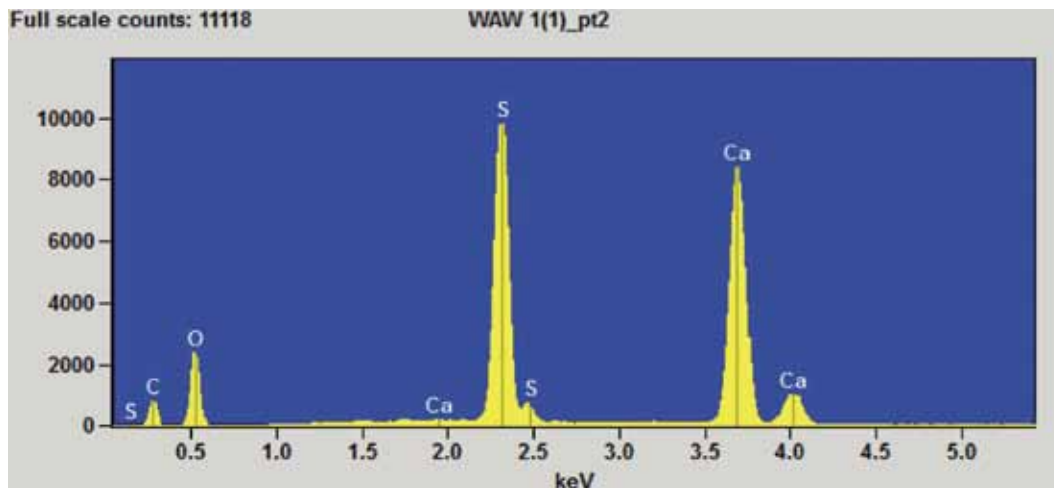
Badania wykazały, że w skład jasnoszarej warstwy wchodzi ołów, glin, krzem, wapń, węgiel, tlen, śladowe ilości żelaza. Jest on bardzo podobny do składu analogicznej warstwy w próbce BOSr. W obu przypadkach jest ona złożona najprawdopodobniej z mieszaniny bieli ołowiowej, glinokrzemianów, substancji organicznej i węglanu wapnia.

Kolejna warstwa (wykończenie) swoją ciemnozieloną barwę zawdzięcza miedzi zawartej w verdigrisie lub żywiczanie miedzi. W skład tej warstwy wchodzi również: glin, krzem, ołów, węgiel, tlen oraz śladowo wapń i żelazo (związane z lokalnym występowaniem ochry).

<sup>41</sup> K. Książek et al., op. cit., s. 44.

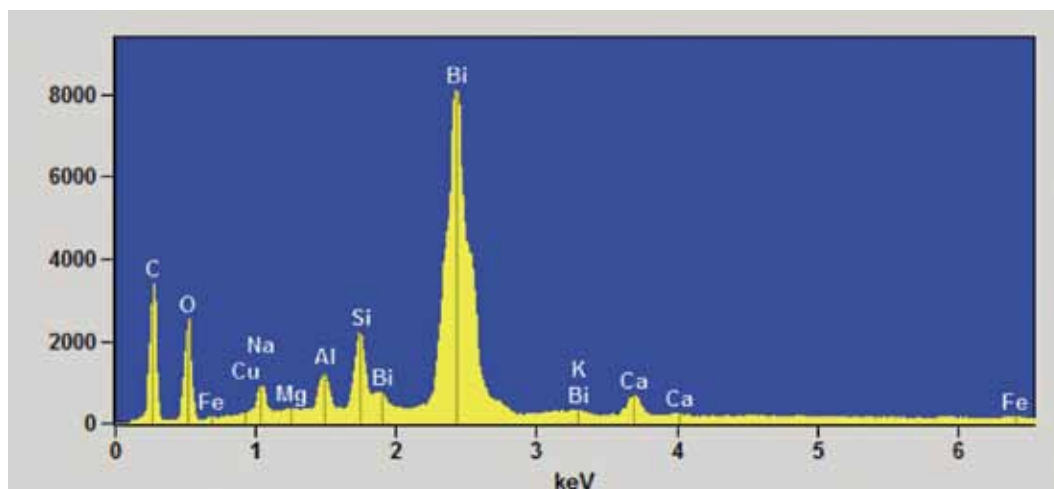
il. 23 | fig. 23

Widmo SEM-EDS  
gruntu w próbce WAW1  
SEM-EDS spectrum  
of the ground in  
the WAW1 sample



il. 24 | fig. 24

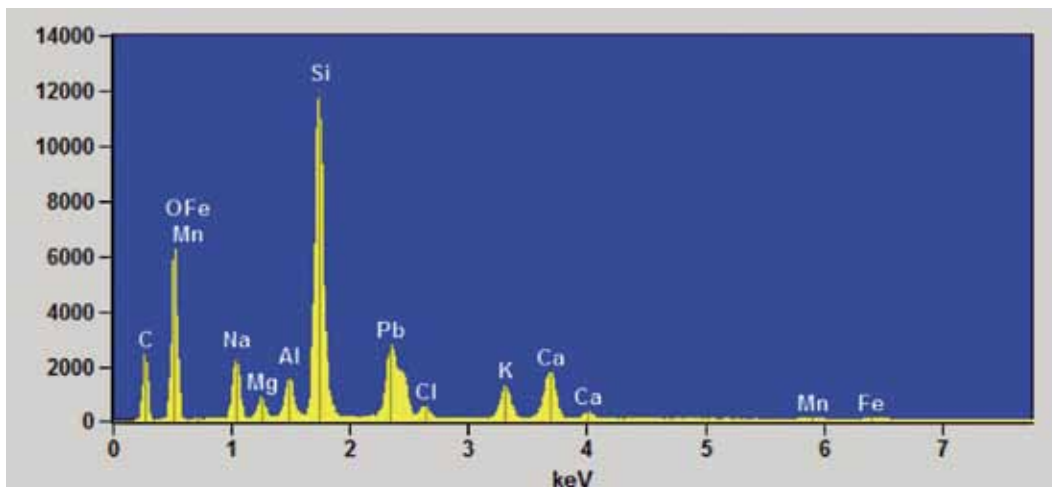
Widmo SEM-EDS  
bizmutu w próbce WAW2  
SEM-EDS spectrum  
of bismuth the WAW2  
sample



Głównym składnikiem jasnozielonej podmalówki jest glinokrzemianowa matryca, o czym świadczy znaczna zawartość glinu i krzemu oraz niewielka ilość żelaza pochodzącego prawdopodobnie z czerwonej ochry (widoczne są czerwone ziarna). Występowanie miedzi, ołowiu, cyny i antymonu (Sb) można tłumaczyć zastosowaniem przez malarza zielonego pigmentu miedziowego (np. werdigris, żywiczany miedzi) i żółceni cynowo-ołowiowej. Zarejestrowane śladowe ilości antymonu mogą być związane z wykorzystaniem siarczku antymonu, stosowanego również w warsztacie Rafaela<sup>42</sup>. Siarczek ten jest barwy ciemnoszarej, przez co jego zastosowanie w podmalówce (w której widać właśnie ciemnoszare ziarna) jest prawdopodobne.

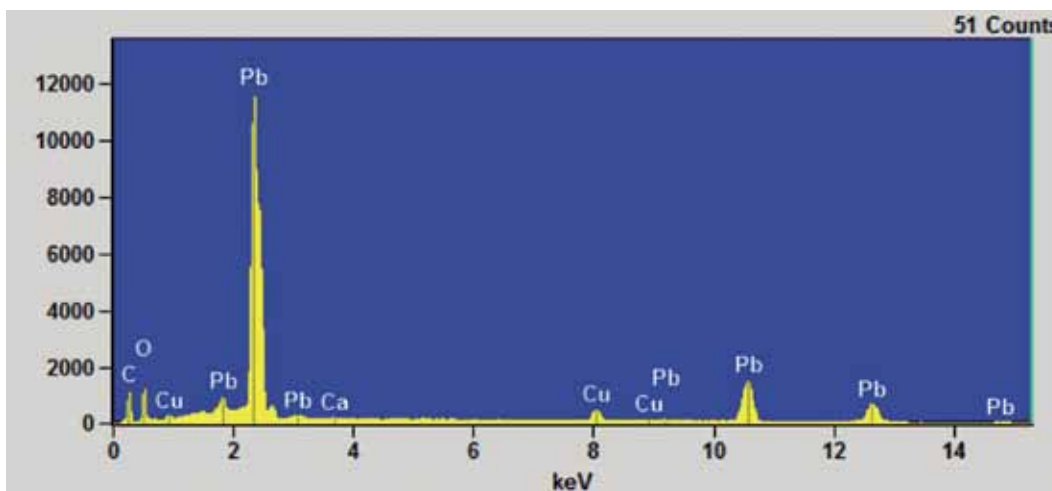
Dolna ciemnoniebieska warstwa składa się z krzemu, glinu, węgla, tlenu, żelaza, wapnia i niewielkiej ilości ołowiu. Jej skład, bazujący na mieszaninie substancji organicznej,

<sup>42</sup> M. Spring, op. cit., s. 77–86.



il. 25 | fig. 25

Widmo SEM-EDS szkła  
w próbce WAW2  
| SEM-EDS spectrum  
of glass in the WAW2  
sample



il. 26 | fig. 26

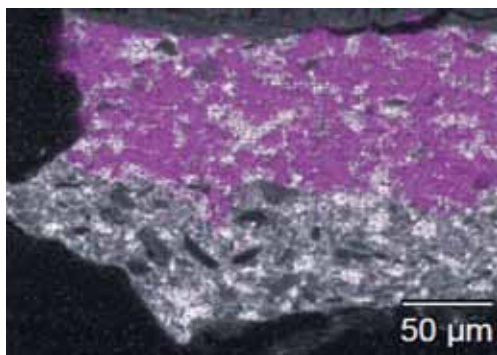
Widmo SEM-EDS  
bieli ołowiowej  
w próbce BOS1  
| SEM-EDS spectrum  
of lead white in  
the BOS1 sample

glinokrzemianów i prawdopodobnie węglanu wapnia, jest analogiczny do składu dolnej warstwy próbki BOS1.

Ostatnią techniką zastosowaną podczas badania była spektroskopia ramanowska, która polega na oświetleniu próbki lub wcześniej przygotowanego przekroju poprzecznego promieniowaniem monochromatycznym pochodzącym z lasera<sup>43</sup>. Potwierdziła ona obecność bieli ołowiowej, ochry (il. 29) oraz azurytu (il. 30) w próbce WAW2<sup>44</sup>. Niestety widma zarejestrowane

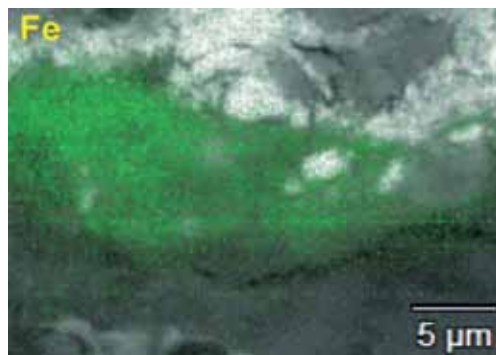
<sup>43</sup> Marcin Ciba, Barbara Łydźba-Kopczyńska, *Technika malarska Jeremiasa Josepha Knechtla na podstawie badań fizykochemicznych obrazu Święty Karol Boromeusz z kościoła filialnego pw. świętego Wawrzyńca w Przychowej* [w:] *Jeremias Joseph Knechtel (1679–1750): legnicki malarz doby baroku*, red. Andrzej Kozieł i Emilia Kłoda, Legnica 2012, s. 79.

<sup>44</sup> Badania wykonane w Laboratorium Badań Dziedzictwa Kulturowego Uniwersytetu Wrocławskiego.



il. 27 | fig. 27

Mapowanie SEM-EDS występowania miedzi w próbce BOS1  
SEM-EDS mapping of copper in the BOS1 sample



il. 28 | fig. 28

Mapowanie SEM-EDS żelaza w czerwonej warstwie w próbce BOS1  
SEM-EDS mapping of iron in the thin red layer of the BOS1 sample

dla próbki BOS2, ze względu na silną fluorescencję nie dostarczyły wyników pozwalających na potwierdzenie obecności werdigrisu lub żywiczany miedzi.

Wyniki badań SEM-EDS, jak również analiza ramanowska przekrojów poprzecznych z obrazu warszawskiego i bostońskiego potwierdziły zastosowanie azurytu w połączeniu z bielą ołowiową w celu uzyskania błękitnej barwy, co jest zgodne z wynikami badań XRF. Natomiast analiza barwy zielonej pozwala wyciągnąć wniosek, że barwa ta była uzyskiwana przez malarza poprzez tworzenie warstwy malarskiej zawierającej biel ołowiową, żółcień cynowo-ołowiową i azuryt lub zielony pigment. Za tym, że pigmentem tym jest werdigris przemawia analiza stratygraficzna próbek oraz porównanie z wynikami badań obrazów Rafaela przeprowadzonych w National Gallery w Londynie<sup>45</sup>.

Wyniki SEM-EDS wskazują, że głównym składnikiem gruntu w obrazie warszawskim jest siarczan wapnia. Choć w obrazie bostońskim stwierdzono obecność wapnia w wielu warstwach, jednak w żadnym z przekrojów poprzecznych nie była widoczna biała gipsowa warstwa. Została ona najprawdopodobniej zastąpiona w wyniku transferu warstwą złożoną z mieszaniny substancji organicznej, glinokrzemianów i związków wapnia.

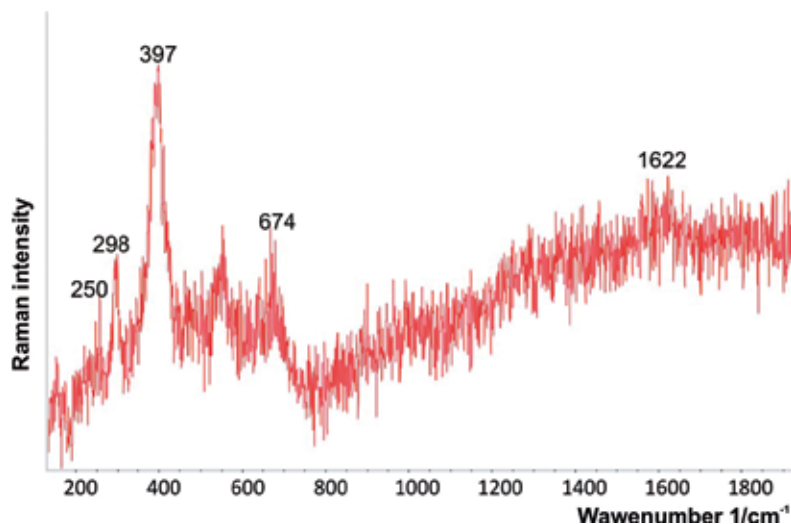
Podczas badań SEM-EDS i XRF obu obrazów zostały zidentyfikowane pierwiastki charakterystyczne dla związków glinokrzemianowych<sup>46</sup>, których obecność często związana jest z zastosowaniem minerałów ilastych, np. gliniek. Badania SEM-EDS potwierdziły, że występują one zarówno w warstwach oryginalnych, jak i wtórnych.

Wartym podkreślenia jest fakt zgodności wniosków sformułowanych na podstawie wyników badań XRF i SEM-EDS obrazu warszawskiego i bostońskiego. Badania przekrojów poprzecznych, a w szczególności mapowanie składu elementarnego ich powierzchni, pozwoliło na potwierdzenie lokalizacji sygnałów pochodzących z pierwiastków zarejestrowanych w trakcie badań XRF. Niewątpliwie interesujące byłoby porównanie wyników próbek obrazu warszawskiego pobranych z miejsc analogicznych do miejsc pobrania próbek z obrazu bostońskiego, niestety nie było to możliwe<sup>47</sup>. Jednak dzięki analizie próbki warszawskiej zawierającej grunt potwierdzono jego skład bazujący na gipsie, co było typową praktyką w warsztacie Rafaela.

<sup>45</sup> M. Spring, op. cit., s. 80–81.

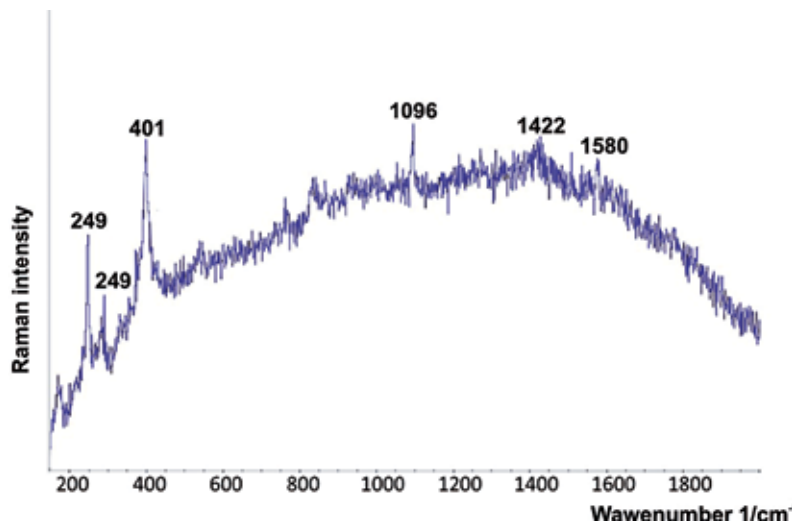
<sup>46</sup> Nie można wykluczyć, że pewna ilość związków glinokrzemianowych występujących w warstwach malarskich może być związana z obecnością zmielonego szkła, jednak powinno to zostać potwierdzone innymi technikami badawczymi.

<sup>47</sup> Pobranie próbek w analogicznych miejscach obu obrazów w przypadku dzieła warszawskiego było niemożliwe ze względu na kruchość warstw malarskich pokrytych ponadto grubą warstwą twardego werniku.



il. 29 | fig. 29

Widmo ramanowskie ochry w próbce WAW2  
 | Raman spectrum of red ochre in the WAW2 sample



il. 30 | fig. 30

Widmo ramanowskie azurytu w próbce WAW2  
 | Raman spectrum of azurite in the WAW2 sample

Szczególną uwagę należy zwrócić na wierną kontynuację techniki malarskiej Rafaela przez Gianfrancesco Penniego. Znalazła ona wyraz w stosowaniu takiej samej palety malarskiej, polegającej na wykorzystaniu azurytu jako niebieskiego pigmentu czy uzyskiwaniu barwy zielonej poprzez stosowanie kilku warstw malarskich, zawierających żółcień cynowo-ołowiową i najprawdopodobniej verdigris. Ponadto artysta zastosował inne, wywodzące się z warsztatu Rafaela, charakterystyczne zabiegi malarskie: stosowanie sproszkowanego bizmutu jako pigmentu<sup>48</sup> i dodawanie sproszkowanego szkła do imprimatury oraz do warstw malarskich<sup>49</sup>.

<sup>48</sup> M. Spring, op. cit., s. 77-78.

<sup>49</sup> Ibidem, 78-79.

Analiza składu pierwiastkowego dolnej, ciemnoniebieskiej warstwy transferowej, widocznej w próbkach pobranych z obrazu bostońskiego wskazała, że jest to materiał bazujący na glinokrzemianach, np. glince zawierającej związki żelaza oraz prawdopodobnie śladowe ilości węglanu wapnia. Za hipotezą o transferze warstw malarskich obrazu bostońskiego przemawia zgodność składu pierwiastkowego tej warstwy i wniosków sformułowanych przez konserwatorów z analogicznymi warstwami innych obrazów i ich badaniami, które opisano w literaturze.

Zastosowanie dwóch różnych metod bazujących na promieniowaniu rentgenowskim pozwala na generalną ocenę ich zalet i ograniczeń. Zgodność rezultatów otrzymanych podczas badania całego obrazu z zastosowaniem XRF oraz badania SEM-EDS przekrojów poprzecznych prowadzi do konkluzji, że zastosowanie mikroskopu skaningowego wnosi nowe informacje do analizy technologicznej obrazu. Właściwa interpretacja sygnałów zarejestrowanych podczas analizy XRF oraz przypisanie ich do odpowiednich pigmentów i warstw w próbce malarskiej jest w znacznym stopniu wynikiem informacji zebranych podczas badania stratygrafii przekrojów malarskich z zastosowaniem takich technik jak SEM-EDS. Ponadto możliwość poznania przestrzennego rozmieszczenia pierwiastków w próbce poprzez mapowanie jest nie do przecenienia. Bez pobrania próbek i wykonania przekrojów poprzecznych nie byłoby możliwe np. potwierdzenie zastosowania bizmutu, którego obecność jest charakterystyczna w warsztacie artysty wywodzącego się ze szkoły Rafaela.