

Grupa kontrolna

Instrukcja Sim młodszy, płeć żeńska:

Nazywasz się Paulina Szybka i mieszkasz w Oazie Zdrój. Twoją największą pasją w życiu jest sport, szczególnie lekkoatletyka. Od lat trenujesz bieganie, a w tym roku zdobyłaś mistrzostwo Oazy Zdrój! W tej chwili intensywnie trenujesz, by przygotować się na eliminacje do Olimpiady Międzynarodowej. W wolnym czasie spotykasz się z przyjaciółmi, wśród których masz opinię osoby sympatycznej i ambitnej. Ludzie dobrze się czują w Twoim towarzystwie. Twój cel (plan) na dzisiaj: Wciel się w Simkę Paulinę i podążaj za jej pragnieniami i potrzebami pojawiającymi się nad portretem w lewym dolnym rogu. Nie przyspieszaj tempa gry. Rozgrywka będzie trwała 15 min, podczas której ja wyciszę mikrofon i będę się przyglądać twojej grze. Badanie nie jest nagrywane.

Instrukcja Sim młodszy, płeć męska:

Nazywasz się Michał Szybki i mieszkasz w Oazie Zdrój. Twoim największym marzeniem jest dostać się na AWF wraz z przyjaciółmi z klubu piłkarskiego. To byłoby coś! Czas spędzasz głównie na przygotowaniach do testu sprawnościowego, ale ponieważ jesteś urodzonym sportowcem o świetnej kondycji, znajdujesz też czas na spotkania z przyjaciółmi ze szkoły. Wśród znajomych posiadasz opinię „towarzyskiego sportowca” – z uśmiechem i łatwością pnieś się w górę w swojej karierze sportowej i masz nadzieję zostać następcą Roberta Lewandowskiego! Twój cel (plan) na dzisiaj: Wciel się w Sima Michała i podążaj za jego pragnieniami i potrzebami pojawiającymi się nad portretem w lewym dolnym rogu. Nie przyspieszaj tempa gry. Rozgrywka będzie trwała 15 min, podczas której ja wyciszę mikrofon i będę się przyglądać twojej grze. Badanie nie jest nagrywane.

ZNACZENIE WYBRANYCH METOD KONSERWACJI I RESTAURACJI MALARSTWA NA PODŁOŻACH PŁÓCIENNYCH ORAZ ICH ROLA W KSZTAŁCENIU KONSERWATORÓW DZIEŁ SZTUKI W AKADEMII SZTUK PIĘKNYCH W WARSZAWIE

Joanna Dziduch

Wydział Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki,
Akademia Sztuk Pięknych w Warszawie
ul. Wybrzeże Kościuszkowskie 37, 00-379 Warszawa
E-mail: joannadziduch@cybis.asp.waw.pl
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4491-1714>

Aneta Tkaczyk-Zjawińska

Wydział Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki,
Akademia Sztuk Pięknych w Warszawie
ul. Wybrzeże Kościuszkowskie 37, 00-379 Warszawa
E-mail: anetatkaczyk@cybis.asp.waw.pl
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5333-3579>

Joanna Czernichowska

Wydział Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki,
Akademia Sztuk Pięknych w Warszawie
ul. Wybrzeże Kościuszkowskie 37, 00-379 Warszawa
E-mail: joanna.czernichowska@asp.waw.pl
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5877-9975>

Diana Kułakowska

Wydział Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki,
Akademia Sztuk Pięknych w Warszawie
ul. Wybrzeże Kościuszkowskie 37, 00-379 Warszawa
E-mail: diana.kulakowska@cybis.asp.waw.pl
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6614-892X>

Łukasz Wojtowicz

Wydział Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki,
Akademia Sztuk Pięknych w Warszawie
ul. Wybrzeże Kościuszkowskie 37, 00-379 Warszawa
E-mail: lukasz.wojtowicz@asp.waw.pl
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6067-3261>

ABSTRAKT

Cel. Celem niniejszego artykułu jest zaprezentowanie znaczenia wybranych metod stosowanych w konserwacji i restauracji obrazów na podobrazjach płóciennych. Tekst zakłada przedstawienie roli omawianych metod w kształceniu konserwatorów dzieł sztuki w Akademii Sztuk Pięknych w Warszawie.

Materiały i metody. W celu ukazania charakterystyki kształcenia konserwatorów dzieł sztuki, autorki opisują program kształcenia obowiązujący na Wydziale Konserwacji, w Pracowni Konserwacji i Restauracji Malarstwa na Podłożach Ruchomych II. W artykule wyróżniono główne metody identyfikacyjne oraz podstawowe założenia metodyki konserwatorskiej, a także wskazano ich znaczenie w procesie dydaktycznym. Ponadto artykuł szczegółowo opisuje zastosowanie dwóch metod analitycznych: kamery hiperspektralnej i mikroskopu HIROX oraz urządzenia *der Trecker* służącego do reperacji podobrazii płóciennych, stosowanego przez studentów w trakcie zajęć.

Wyniki i wnioski. W artykule wykazano, że studenci Wydziału Konserwacji Dzieł Sztuki mają możliwość praktycznego i teoretycznego poznania nowoczesnej aparatury analitycznej oraz metodyki konserwatorskiej. Opisane wybrane metody konserwatorskie przyczyniają się do nabycia przez studentów umiejętności posługiwania się aparatem badawczym oraz stosowania rozwiązań adekwatnych do problemu konserwatorskiego.

Wartość poznawcza. Najważniejszą wartością poznawczą artykułu stanowi ukazanie konserwacji dzieł sztuki jako dziedziny interdyscyplinarnej oraz wykazanie znaczenia aparatu badawczo-naukowego w procesie kształcenia studentów. Zaprezentowane rozważania teoretyczne poparto opisami wykorzystania wybranych metod w trakcie konserwacji oryginalnych obrazów.

Słowa kluczowe: edukacja konserwatorska, konserwacja malarstwa, obrazy olejne, warstwa malarska, spoiwa, pigmenty, płócienne podobrazia, reperacje lokalne

The importance of selected methods of conservation and restoration of paintings on canvas, and their role in educating conservators of works of art at the Academy of Fine Arts in Warsaw

ABSTRACT

Aim. The aim of this article is to present the importance of selected methods used in the conservation and restoration of paintings on canvas. The text presents the role of these methods in educating conservators of works of art at the Academy of Fine Arts in Warsaw.

Materials and methods. In order to present the characteristics of the education of art conservators, the authors describe the educational process applicable at the Faculty of Conservation, in the Studio of Conservation and Restoration of Painting on Movable Supports II. The article distinguishes the main identification methods and basic assumptions of the conservation methodology, as well as their importance in the didactic process. In addition, the article describes in detail the use of two analytical methods: the hyperspectral camera and the HIROX microscope and

the device called *der Trecker* used to repair canvas supports by students during classes.

Results and conclusion. The article shows that students at the Faculty of the Conservation of Works of Art have an opportunity to get practical and theoretical knowledge about modern analytical equipment and conservation methodology. The selected conservation methods described contribute to the acquisition by students of the ability to use a research apparatus and to apply solutions adequate to the conservation problem.

Cognitive value. The most important cognitive value of the article is the presentation of the conservation of works of art as an interdisciplinary field, and the demonstration of the importance of the research and scientific apparatus in the process of educating students. These theoretical considerations are supported by descriptions of the use of selected methods during the conservation of original paintings.

Keywords: conservation education, painting conservation, oil paintings, paint layer, binders, pigments, canvas support, local repairs

WPROWADZENIE

Wydział Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki Akademii Sztuk Pięknych w Warszawie kształci studentów zgodnie z założeniami etyki zawodowej i najnowszej wiedzy popartej badaniami naukowymi. Umożliwia studentom posługiwanie się nowoczesną aparaturą badawczą, która pozwala na uzyskanie coraz precyzyjniejszych i bardziej obiektywnych wyników rozpoznających materię dzieła. Kadra pedagogiczna uczestniczy w szkoleniach związanych z tematyką konserwatorską i stale podnosi swoje kwalifikacje naukowe, aby wykładać metodykę zgodną z najwyższymi standardami.

Celem niniejszej pracy jest prezentacja znaczenia nowoczesnych metod badawczych w edukacji studentów na WKiRDS ASP w Warszawie. W artykule zostanie omówiony program nauczania realizowany w Katedrze Konserwacji i Restauracji Malarstwa na Podłożach Ruchomych i Rzeźby Drewnianej Polichromowanej, w pracowni Konserwacji i Restauracji Malarstwa na Podłożach Ruchomych II, prowadzonej pod kierunkiem prof. ASP dr hab. Joanny Czernichowskiej. Autorki opisują wykorzystywanie w programie kształcenia nowoczesnych metod badawczych oraz metodyki przeprowadzanych zabiegów. Przedstawiają ponadto szczegółowo wybrane metody analityczne oraz urządzenie wykorzystywane do reperacji podobrazii płóciennych, które zastosowano w toku prowadzonych prac konserwatorskich. W Pracowni Konserwacji Malarstwa II podczas zajęć wykorzystano dwie nowoczesne metody badawcze: kamerę hiperspektralną i mikroskop HIROX oraz urządzenie *der Trecker* służące do reperacji płóciennych podobrazii. Urządzenia te znalazły zastosowanie przy konserwacji następujących obrazów: *Portret Tadeusza Wróblewskiego*, *Madonna z Dzieciątkiem i św. Janem* oraz *Portret mężczyzny we wnętrzu*.

WYDZIAŁ KONSERWACJI I RESTAURACJI DZIEŁ SZTUKI AKADEMII SZTUK PIĘKNYCH W WARSZAWIE. HISTORIA I TERAZNIEJSZOŚĆ

Katedra Konserwacji i Restauracji Malarstwa na Podłożach Ruchomych i Rzeźby Drewnianej Polichromowanej jest częścią Wydziału Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki Akademii Sztuk Pięknych w Warszawie. Początki istnienia wydziału sięgają 1947 roku, kiedy to przy warszawskiej ASP powołano Studium Konserwacji Zabytków Malarstwa. Jednostka powstała dzięki staraniom prof. Michała Walickiego. Podczas pierwszych lat jej istnienia oraz formowania głównych założeń funkcjonowania wielką rolę odegrali Bohdan Marconi, Edward Kokoszko i Ksawery Piwocki (Włodarczyk, 2004). W 1950 r. studium zostało przekształcone w Wydział Konserwacji (Popławska, Popławski, 2018). Przez wiele dziesięcioleci profesorowie dbali o rozwój struktury wydziału i oferty dydaktycznej (Sobucki, 1997). Obecnie studia magisterskie trwają sześć lat i mają charakter wszechstronny – umiejętności artystyczne są wspierane przez specjalistyczne badania naukowe oraz nauki humanistyczne.

Program nauczania Katedry Konserwacji i Restauracji Malarstwa i Rzeźby Drewnianej Polichromowanej realizowany jest od pierwszego do piątego roku studiów. Stopniowo przygotowuje on studentów do przyszłej samodzielnej i odpowiedzialnej pracy w zawodzie konserwatora dzieł sztuki. W strukturze katedry wyróżniamy cztery pracownie: Pracownie Konserwacji i Restauracji Malarstwa na Podłożach Ruchomych I i II, Pracownię Konserwacji i Restauracji Malarstwa Tablicowego i Rzeźby Drewnianej Polichromowanej oraz Pracownię Propedeutyki Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki (Katedra Konserwacji i Restauracji Malarstwa na Podłożach Ruchomych i Rzeźby Drewnianej Polichromowanej, b.d.).

Program nauczania Pracowni Malarstwa na Podłożach Ruchomych II ma na celu przekazanie wiedzy dotyczącej szeroko rozumianych zagadnień konserwatorskich i restauratorskich, metodyki i metodologii konserwacji malarstwa sztalugowego – dawnego i współczesnego (*Konserwacja i restauracja malarstwa na podłożach ruchomych – praktyka*, b.d.). Uczestnictwo w zajęciach daje możliwość pracy przy oryginalnych obiektach zabytkowych już od pierwszego roku studiów. Są to obrazy o różnej proveniencji: sakralne, pochodzące ze zbiorów muzealnych oraz od prywatnych właścicieli. Program nauczania dopełnia udział studentów w praktykach zawodowych odbywających się w instytucjach kultury.

Bardzo ważnym elementem nauki jest również kształcenie teoretyczne, w ramach którego studenci uczestniczą w wykładach oraz piszą prace seminaryjne dotyczące wybranych zagadnień konserwatorskich. Studenci przygotowują opisowe dokumentacje konserwatorskie konkretnych obiektów, które zawierają informacje dotyczące ich historii i ikonografii, wszelkie dane dotyczące techniki i technologii ich wykonania, program prac konserwatorskich i opis ich przebiegu (Pracownia Konserwacji i Restauracji Malarstwa na Podłożach Ruchomych II, b.d.). Istotnym elementem dokumentacji jest także bogaty materiał fotograficzny prezentujący stan zachowania danego obiektu przed konserwacją, poszczególne etapy działań oraz finalny efekt prac (Laboratorium Fotografii Dokumentacyjnej, b.d.).

Studenci przeprowadzają również podstawowe badania fizyko-chemiczne obiektów w Zakładzie Badań Specjalistycznych i Technik Dokumentacyjnych.

Są to badania warstw malarskich z wykorzystaniem promieniowania VIS, UV, RTG i IR, które umożliwiają zidentyfikowanie poszczególnych etapów powstania danego dzieła: szkiców, przemalowań, a także uzupełnień czy ubytków. Wykonuje się również badania mikroinwazyjne, wymagające pobrania bardzo niewielkich próbek z danego artefaktu. Studenci przygotowują szlify stratygraficzne, dzięki którym ustala się i określa chronologię występujących warstw technologicznych oraz nawarstwień historycznych. Przeprowadzane są również analizy składu pigmentów i spoiw oraz identyfikacja podobrazia malarskiego (np. określenie rodzaju płótna) (Laboratorium Chemiczne, b.d). Na wyższych latach studenci mają możliwość korzystania z nowoczesnej aparatury analitycznej. Dzięki temu młodzi konserwatorzy zyskują cenne doświadczenie, które pozwala im zrozumieć charakterystykę danej metody badawczej. Badania te pozwalają zgłębić wiedzę na temat technik i technologii dzieła sztuki.

Fundamentalnym założeniem programu dydaktycznego jest przekazanie studentom podstawowych zasad postępowania konserwatorskiego – dążenia do ochrony autentyczności i wartości artystycznej dzieła sztuki, a także skutecznej metodyki wykonywania zabiegów technicznych oraz estetycznych (Ślesiński, 1995). Program kształcenia zapewnia poznanie metodyki postępowania konserwatorskiego służącej ratowaniu oryginalnych wartości materialnych i niematerialnych obiektów zabytkowych. Poprzez uwzględnienie aspektu wielotorowości rozwiązań technicznych i estetycznych dąży się do ukształtowania umiejętności stosowania rozwiązań adekwatnych do danego problemu konserwatorskiego (Rada Programowa WKiRDS, 2012).

ROLA STOSOWANYCH METOD KONSERWATORSKICH I RESTAURATORSKICH W PROCESIE KSZTAŁCENIA KONSERWATORÓW

Współcześnie podstawowym wyróżnikiem dyplomowanego konserwatora stają się dokonania oraz stan wiedzy w dziedzinach naukowych powiązanych z ratowaniem i opieką nad dziełami sztuki. W praktyce konserwacji-restauracji nie jest możliwe prawidłowe przeprowadzenie prac bez identyfikacji obiektu popartej badaniami analitycznymi, dlatego tak dużą rolę odgrywa wiedza o nich, zdobywana w procesie edukacji. W metodyce konserwatorskiej przeważają tendencje oparte na maksymalnym poszanowaniu oryginalnej substancji dzieła sztuki. Podstawową dewizą jest wywodząca się z nauk medycznych zasada *primum non nocere* – po pierwsze nie szkodzić, która w kontekście konserwatorskim zakłada wykonanie jedynie niezbędnych zabiegów mających na celu wzmocnienie materialnej substancji zabytkowej. Sytuacja konserwatora jest specyficzna, bo znajduje się on między artystą-twórcą dzieła poznając jego idee, techniki i materiały, a odbiorcą współczesnym i przyszłym, któremu komunikuje wartości danego artefaktu (Szmelter, 2020).

Nowoczesna aparatura naukowo-badawcza umożliwia dokładną analizę stanu zachowania obiektów oraz pozwala na analizę składu ich poszczególnych warstw technologicznych. Dzięki współpracy z Międzyuczelnianym Instytutem Konserwacji ASP (MIK), studenci mają możliwość skorzystania z nowoczesnej

aparatury badawczej, co uatrakcyjnia ofertę edukacyjną warszawskiej placówki. Wraz z opiekunami naukowymi, młodzi adepci mogą korzystać z nowoczesnych urządzeń i metod analitycznych, takich jak: SEM-EDS (*scanning electron microscopy with energy dispersive spectrometry*) – mikroskopu skaningowego z urządzeniem do mikroanalizy rentgenowskiej, XRF (*x-ray fluorescence analysis*) – rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej, FTIR (*Fourier transform infrared*) – fourierowskiej spektrometrii w podczerwieni, GC-MS (*gas chromatography/mass spectrometry*) – chromatografii gazowej ze spektrometrią mas, kamery hiperspektralnej, mikroskopu Hirox (Międzywydziałowy Instytut Konserwacji, 2017). Program studiów wzbogacono cyklem wykładów mających na celu zapoznanie studentów ze specyfiką działania oraz szerokim spektrum zastosowań wymienionych metod badawczych. Zaznajomienie studentów z aktualną technologią przyczynia się do poszerzenia ich wiedzy na temat dostępnych metod identyfikacyjnych, a w przyszłości skutkuje większą świadomością co do zasadności przeprowadzenia konkretnego badania. Studenci chętnie prezentują wyniki swoich analiz na krajowych i zagranicznych konferencjach w formie posterów, wystąpień oraz prezentacji.

Kluczowym aspektem wykształcenia konserwatorskiego jest nauka metodyki skutecznego wzmacniania struktury podobrazii, która jest zgodna ze współczesnymi zasadami postępowania konserwatorskiego. W trakcie wykładów teoretycznych omawiane są historyczne techniki przeprowadzania dublażu, czyli metody konserwatorskiej polegającej na wzmocnieniu oryginalnego podłoża płóciennego obrazu przez jego podklejenie na nowe podłoże tekstylne z jednoczesnym dodaniem warstwy kleju (Szmelter, 1992). Uwzględnienie w toku edukacji historycznych metod wykonywania dublażu oraz wskazanie ich ewidentnych wad i zalet wpływa na poszerzenie wiedzy studentów w zakresie właściwości materiału i urządzeń wykorzystywanych do przeprowadzenia zabiegu wzmacniania struktury podobrazii. W pracowni Konserwacji i Restauracji Malarstwa na Podłożach Ruchomych II młodzi adepci są uczeni wybierania metody dublażu jedynie w ostateczności, każdorazowo motywują swój wybór odpowiednimi argumentami. Jeśli zachodzi konieczność przeprowadzenia dublażu, zabieg wykonywany jest na profesjonalnych stołach niskociśnieniowych, z użyciem specjalistycznych spoiw o najlepszych właściwościach i parametrach.

W toku kształcenia studenci poznają metody alternatywne wobec dublażu i uczą się metodyki wykonywania zabiegów lokalnych zgodnych z zasadą maksymalnego poszanowania materii zabytku. Dążą tym samym do zachowania autentyczności dzieła sztuki. Do wspomnianych metod zalicza się m.in. wklejanie łątek z mierzczą na styk, aby kształt łątki nie odcisnął się na licu, lokalne prostowanie z użyciem kautera – elektrycznej, podgrzewanej szpachli konserwatorskiej (Restauro-Technika, b.d.), wykonywanie pasów pomocniczych czy wykorzystanie maszynki *der Trecker*. Studenci poznają teoretyczne zasady prawidłowego przeprowadzenia wymienionych zabiegów oraz uczą się wykonywać je w praktyce przy oryginalnych dziełach sztuki. Metody wykonywania reperacji lokalnych stanowią ważny filar w kształceniu konserwatorskim. Przyczyniają się do wykształcenia zdolności manualnych połączonych z precyzją i skrupulatnością. Reperacje rozległych i skomplikowanych uszkodzeń kształtują w studentach cierpliwość

i wytrwałość. Praca z oryginalnymi zabytkami uczy młodych konserwatorów odpowiedzialności oraz respektowania wartości dzieła sztuki.

W Pracowni Konserwacji Malarstwa II studenci mają okazję poznać i przetestować innowacyjne metody konserwatorskie dzięki prowadzeniu projektów naukowych. Jeden z obecnie przeprowadzanych projektów nosi tytuł *Nowoczesne studio konserwatorskie*. Jego celem jest stworzenie we współpracy z kadrami dydaktycznymi prototypów specjalnych urządzeń pomocniczych służących do wykonywania reperacji lokalnych oraz prostowania deformacji podobrazia. Projekt zakłada także dostosowanie pracowni do współczesnych technicznych wymogów konserwatorskich. Zaangażowanie studentów w prace badawczo-projektowe rozwija ich kreatywność i rozbudowuje umiejętności praktyczne. Nabywają oni również umiejętności samodzielnego inicjowania działań potrzebnych dla ich dalszej kariery. Umiejętności pozwalają na stosowanie zdobytej wiedzy w różnych kontekstach oraz przygotowują do pracy zespołowej. Programy naukowe, oprócz podstawowego programu studiów pozwalają na poznanie skutecznego postępowania konserwatorskiego, nauczają do niestandardowych metod służących do ratowania oryginalnej substancji obiektów zabytkowych.

PRAKTYCZNE WYKORZYSTANIE WYBRANYCH METOD BADAWCZYCH W TRAKCIE PRAC KONSERWATORSKICH

Nowoczesne metody badawcze, jak użycie kamery hiperspektralnej, mikroskopu Hirox czy maszynki *der Trecker*, wykorzystano w Pracowni Konserwacji Malarstwa II w trakcie prac konserwatorsko-restauratorskich trzech obrazów. Pozwoliło to na przywrócenie wartości estetycznych, które były zgodne z pierwotną koncepcją autora. Poznano również lepiej technikę i technologię wykonania malowideł. Poniższe opisy mają za zadanie w sposób skrótowy zaprezentować podstawowe dane o obiektach poddanych konserwacji.

Pierwszym z nich był *Portret Tadeusza Wróblewskiego* z 1912 roku, autorstwa Wacława Piotrowskiego. Został wykonany w technice olejnej na podobrazii płóciennym o wymiarach 201 cm x 105 cm. Przedstawia pełnopostaciowy wizerunek mieszkańca przedwojennej Warszawy. Postać przedstawionego mężczyzny zwrócona do widza w ujęciu *en trois quarts*, prawym profilem. Mężczyzna ubrany w czarny surdut o kroju charakterystycznym dla pierwszej ćwierci XX wieku. Obraz został wyciągnięty spod gruzów warszawskiej kamienicy, zniszczonej w czasie II wojny światowej. Prace konserwatorskie i restauratorskie prowadzone były przez 4 semestry w ramach zajęć na drugim i trzecim roku studiów.

Prace przy kolejnych dwóch obiektach były wykonywane w ramach dyplomów magisterskich. Obraz *Madonna z Dzieciątkiem i św. Janem* jest datowany na drugą połowę XVI wieku i przypisywany szkole parmeńskiej (Włochy). Został namalowany na płótnie lnianym o wymiarach 70,5 x 90,8 cm. Malowidło przedstawia młodą kobietę trzymającą na kolanach dwóch małych chłopców, którzy obejmują się ramionami. Są to bohaterowie biblijni, opisani w Nowym Testamencie – Maryja, Jezus i Jan Chrzciciel. W prawym dolnym narożu znajduje się mały baranek trzymający długi trzon wąskiej chorągwi z napisem *ECCE AGNUS DEI*.

Malowidło przed wojną należało najprawdopodobniej do prywatnej kolekcji jednego z przedstawicieli polskiego ziemiaństwa wielkopolskiego. Po zakończeniu II wojny światowej obraz został przywieziony do jednej z licznych składnic – do Referatu Kultury i Sztuki Starostwa w Kościanie. Obecnie obraz należy do zbiorów Muzeum Narodowego w Poznaniu.

Portret mężczyzny we wnętrzu, autorstwa Juliusa Gottfrieda Siegmunda powstał najprawdopodobniej po 1867 roku. Jest to obraz olejny na podobrazii płóciennym o wymiarach 117 x 94,5 cm. Przedstawia starszego mężczyznę, stojącego, w ujęciu *en trois quarts*, zwróconego do widza lewym profilem. Jest to J. G. Hollander, ukazany we wnętrzu historycznej siedziby Bractwa Czarnogłowych, mającego niegdyś siedzibę w Rydze. Obraz jest własnością Muzeum Narodowego w Poznaniu, gdzie trafił najprawdopodobniej w/lub po 1945 roku. Obraz został pocięty ostrym narzędziem. Przez ponad 70 lat zniszczone płótno pozostawało rozpięte na krosnach.

Stan zachowania obiektów przed konserwacją był zły. W obrębie lica poszczególnych obrazów występowały uszkodzenia mechaniczne (rozdarcia oraz przecięcia) oraz deformacje płótna. Podobrazie uległo procesom degradacji fizycznej, chemicznej i mechanicznej. Założono przywrócenie estetycznych i ekspozycyjnych wartości obiektów z poszanowaniem ich wartości historycznych. Dlatego zdecydowano się przeprowadzić dokładne badania, które umożliwiły poznanie techniki i technologii wykonania obrazów oraz przygotowanie właściwego projektu konserwatorskiego. Celem prac było powstrzymanie dalszej degradacji i zabezpieczenie materii dzieł, dlatego też zdecydowano o zminimalizowaniu uszkodzeń podobrazia płóciennego i wzmocnieniu jego struktury.

ZASTOSOWANIE KAMERY HIPERSPEKTRALNEJ

Kamera hiperspektralna Headwall stanowi bezpieczną, bezkontaktową i nieniszczącą metodę badawczą (Galeotti i in., 2012). Posiada ona również szerokie spektrum zastosowania (Gavrilov i in., 2008). Stosuje się ją zarówno przy analizie malarstwa sztalugowego, panelowego, jak i ściennego (Daniel, Mounier, 2016). Badanie pozwala m.in. na analizę stanu zachowania, czy uwidocznienie rysunku przygotowawczego (Farries, 2005). Umożliwia również obserwację autorskich zmian kompozycyjnych, wykrycie przemalowań, analizę techniki malarskiej artysty oraz rozpoznawanie fałszerstw (Eastaugh i in., 2017). Kamera wykorzystuje technikę HSI (ang. *Hyperspectral Imaging*) dostarczającą bogaty zestaw informacji z szerokiego pasma promieniowania podczerwonego w stosunkowo szybkim czasie. Proces skanowania można obserwować na monitorze w czasie rzeczywistym. W przypadku prac mających na celu zeskanowanie i mapowanie całego obiektu, czas ten wydłuża się proporcjonalnie do wielkości obiektu i liczby skanów niezbędnych do zobrazowania całości. Zależnie od zakresu zastosowania kamery hiperspektralnej, wyniki pozwalają na uzyskanie informacji na temat całej powierzchni lub też zadanego obszaru. Umożliwiają także wytypowanie miejsc do dalszych badań – analiz mikrochemicznych bądź stratygraficznych.

Podczas badania dzieł sztuki z zastosowaniem reflektografii w podczerwieni (IR) należy oświetlić badany obiekt źródłem światła, które generuje promieniowanie z zakresu bliskiej podczerwieni (NIR, SWIR). Część padającego promieniowania ulega rozproszeniu, pozostała zaś część zostaje odbita od powierzchni. Kamera wyposażona w specjalny detektor rejestruje promieniowanie odbite od obiektu w postaci tzw. reflektogramów podczerwieni. Następnie w specjalistycznych programach komputerowych odbywa się przekonwertowanie danych na formę cyfrową z możliwością dalszej obróbki.

Analizę obrazów przeprowadzono *in situ*, w laboratorium Pogotowia Konserwatorskiego MIK. Obiekty opromieniowano symetrycznie pod kątem od 45-35°. Do rejestracji wykorzystano kamerę hiperspektralną Headwall, model Micro-Hyperspec SWIR 900nm-2500nm z obiektywem 24 mm. Rejestruje ona każdorazowo metodą skanowania pole badawcze o wymiarach około 40x60cm w układzie podłużnym. Poszczególne skany zawierają obrazy z szerokiego zakresu fali elektromagnetycznej, co daje możliwość precyzyjnej analizy warstw technologicznych i ich chronologii. W efekcie badań uzyskano w sumie sześć ujęć *Madonny z Dzieciątkiem i św. Janem* oraz osiem ujęć *Portretu mężczyzny we wnętrzu*. W toku analizy materiałów wytypowano najbardziej czytelne skany w kilku podstawowych długościach fal. Przy wyborze parametrów kierowano się uzyskaniem informacji najlepiej obrazujących technikę/technologię oryginału oraz stan zachowania obrazu. Do badań wykorzystano także mobilny zestaw oświetlenia typ S DISON Quartz lamp HD 1000, składający się z 2 reflektorów o łącznej mocy 2000 W i temperaturze barwowej 3200°K.

W wyniku badań kamerą hiperspektralną *Portretu mężczyzny we wnętrzu* wykryto rysunek przygotowawczy i autorskie zmiany kompozycyjne. Mapowanie wykazało obecność wyraźnego rysunku wstępnego w partii ramy obrazu wiszącego za mężczyzną, który został wykonany najprawdopodobniej grafitem ołówka. Dodatkowo zaobserwowano „obmalowanie” dolnej partii torsu konia widocznego na obrazie za sportretowanym mężczyzną. Obróbka skanów wykonanych kamerą hiperspektralną w programie graficznym umożliwia uwidocznienie guzików na klapie marynarki przedstawianej postaci. Reflektogramy w podczerwieni wykazały także szereg autorskich zmian kompozycyjnych. Jedną z nich jest korekta położenia lewej ręki mężczyzny, trzymającej szablę – dostrzegalny jest ciemny kształt w dolnej części dłoni oraz jaśniejszy poniżej od szabli, sugerujący pierwotne ułożenie. Zmieniony jest również modelunek lewego rękawa, w którym dostrzegalne są wyraźnie fałdy materiału. W świetle widzialnym widać rękę już po korekcie artysty. Pierwsza wersja została zamalowana brązową farbą stanowiącą tło. Dodatkowo reflektogramy IR wykazują możliwe zmiany ułożenia palców prawej dłoni, szczególnie wskazującego. Widoczny jest autorski linearny rysunek oraz obrys czarną farbą, ukazujący zmiany kształtu dłoni. Obrazowanie hiperspektralne wykazało także technikę artysty i kolejność malowania poszczególnych fragmentów obrazu. Na reflektogramach podczerwieni widać, że przez dzwonek stojący na stole delikatnie prześwitują słoje drewnianego blatu i rękaw marynarki. Świadczy to o tym, że malarz wymodelował najpierw stolik oraz strój postaci, a później namalował dzwonek.

Przy użyciu analizy hiperspektralnej zobrazowano stan zachowania malarstwa *Madonna z Dzieciątkiem i św. Janem*. Uwidoczniono liczne ubytki zaprawy i warstwy malarskiej oraz przetarcia malatury. Reflektogramy IR uczytelniły detale architektoniczne po lewej stronie kompozycji, które były niewidoczne w świetle VIS. Z ciemnego tła widocznie wyodrębniła się kolumna osadzona na prostokątnym cokole. Mapowanie wykazało ponadto wyraźne udrapowanie błękitnej szaty okrywającej kolana Madonny oraz bogaty modelunek kotary znajdującej się w tle za postaciami. Szczególnie ważne okazało się ostatnie z wymienionych odkryć, które sprowokowało magistrantkę do wykonania dodatkowych badań identyfikujących pigmenty z partii kotary. Wykryto, że do kotary wykorzystano pigmenty miedziowe, które na skutek licznych procesów starzeniowych uległy ściemnieniu (Alter in., 2019). Dlatego obecnie w świetle widzialnym zamiast wymodelowanej tkaniny widać jedynie ciemne tło.

Badanie wykonane kamerą hiperspektralną miało wielowymiarowe znaczenie w kontekście edukacyjnym. Przyczyniło się do lepszego poznania i zidentyfikowania struktury dzieła oraz procesu twórczego artysty. Wykonane mapowanie wzbogaciło dokumentację konserwatorską oraz dostarczyło nowych informacji dotyczących struktury obiektów. Ponadto studentki poprzez uczestniczenie w badaniu lepiej zrozumiały sam proces badawczy oparty na zjawiskach fizycznych, związanych z promieniowaniem podczerwonym oraz zastosowanie metody w praktyce.

WYKORZYSTANIE MIKROSKOPU HIROX

Urządzenia japońskiej firmy Hirox Microscope Systems mają szerokie spektrum zastosowań. Są używane w światowej sławy muzeach do badań prestiżowych dzieł sztuki zołowych artystów: Van Gogha, Vermeera, Rembrandta, Picasa i wielu innych w muzeach, takich jak: Luwr, Rijksmuseum czy Tate (*Hirox in museums*, b.d.).

Badanie z użyciem mikroskopu HIROX dostarcza informacji o stanie zachowania obiektu, kolejności warstw technologicznych oraz późniejszych prze-malowaniach i konserwacjach. Nowoczesna aparatura badawcza pracująca zarówno w przestrzeni 2D, jak i w 3D umożliwia precyzyjne pomiary wysokości i głębokości materiału, pigmentów, pęknięć, a także ubytków materiału. Specjalne oprogramowanie pozwala na tworzenie trójwymiarowych modeli wybranego fragmentu badanego obiektu oraz cyfrowe manipulowanie stworzonym obrazem, by dokładniej zbadać powierzchnię próbki i przeanalizować chronologię kolejnych warstw technologicznych. Urządzenie wyposażone w obrotową głowicę i wysięgnik stwarza możliwość bezkontaktowego badania wybranych obszarów. Mikroskop uzbrojony w bogaty zestaw nasadek i soczewek zapewnia powiększenie w zakresie od 0,1x do 10 000x, pozwalające na rejestrację obrazu w bardzo wysokiej jakości. Istnieje możliwość mapowania obiektów poprzez wykonanie serii ujęć mikroskopem, jeden obok drugiego. Taką metodą wykorzystano do rejestracji *Dziewczyny z perłą* autorstwa Johanesa Vermeera. Na stronie internetowej Hirox-Europe można zobaczyć efekty

tego projektu i doświadczyć szerokiej możliwości mikroskopu (*Girl with Pearl Earring*, b.d.).

Analizę obrazu *Madonna z Dzieciątkiem i św. Janem* wykonano w laboratorium Pogotowia Konserwatorskiego MIK. Posłużono się mikroskopem HIROX model RH-200, wykorzystano dwa obiektywy MXB-2016Z oraz MXB-2500REZ. W trakcie badania precyzyjnie przyjrano się rozdarcie płótna, co pozwoliło dostrzec nawarstwienia spoiwa na nitkach oraz wykruszenia malatury w pobliżu uszkodzenia. Ponadto w miejscu ubytku zaprawy wnikliwie przeanalizowano skośny spłot płótna użytego jako podłoże obrazu i wykonano pomiary grubości wybranych nitek oraz kąta skrętu włókien. Wymienione parametry pomagają zidentyfikować podobrazie płócienne (Rouba, 1985). Wykonano fotografie mikroskopowe dwóch odmiennych partii malarskich uwidaczniając różnorodność malatury wynikającą z zastosowanych materiałów i odmiennego sposobu malowania poszczególnych partii. W błękitnej szacie Madonny wykorzystano gruboziarnisty pigment – azuryt (Jarmińska i in., 2018). Natomiast biała szata Madonny ma gładszą powierzchnię – wykorzystano w niej drobnoziarnistą biel ołowiową (Chase i in., 1993). Dla obu zdjęć wygenerowano modele 3D, dzięki czemu można zauważyć także różnice w ilości i grubości warstw. Błękitna farba była nałożona w jednej cienkiej warstwie, a biała warstwa malarska została namalowana na czerwonej osiągając większą grubość malatury.

Przeprowadzone badanie doprowadziło do zebrania bogatego zestawu fotografii mikroskopowych w bardzo dobrej rozdzielczości dostarczających informacji o budowie strukturalnej obiektu – zastosowanych materiałach oraz kolejności i grubości poszczególnych warstw. Wyniki analizy wykorzystano w dokumentacji konserwatorskiej jako cenny materiał wizualizujący opisywaną strukturę materii zabytkowej. Uczestniczenie w procedurze badawczej przyczyniło się do poznania możliwości i ograniczeń stosowanej aparatury oraz rozwinęło w studentce umiejętność wyznaczania konkretnych celów badawczych adekwatnych do wyznaczonej metody. Ponadto badania zachęciły studentkę do samodzielnego zgłębiania wiedzy na temat mikroskopu w literaturze naukowej.

METODA REPERACJI ROZDARĆ Z UŻYCIEM DER TRECKER

Maszynka *der Trecker* została zaprojektowana przez profesora Winfried'a Heiber'a, niemieckiego konserwatora oraz wieloletniego wykładowcę Akademii Sztuk Pięknych w Dreźnie (Heiber, 1996). Proponujemy używanie spolszczonej nazwy maszyny naciągającej Treker, ponieważ bezpośrednie tłumaczenie z języka niemieckiego (*der Trecker* oznacza traktor, ciągnik) nie odpowiada terminologii konserwatorskiej.

Treker to urządzenie wykorzystywane w trakcie reparacji lokalnych podłoży płóciennych. Pozwala na ściągnięcie do siebie krawędzi rozdartego i zdeformowanego płótna. Umożliwia zatem zmniejszanie wielkości pęknięcia podobrazie i tym samym zmniejszenie rozmiaru płóciennych protez, które wstawia się w miejsca ubytków, lub sklejenia jego krawędzi na styk (Heiber i in., 2012). Omawiane poniżej przykłady reparacji maszynką Treker dotyczą jedynie podłoży płóciennych

o włóknach pochodzenia roślinnego, których głównym składnikiem jest celuloza (Poksińska, 1986). Mechanizm urządzenia Treker wykorzystuje właściwość płótna lnianego, którego włókna pod wpływem wilgoci stają się podatne na rozciąganie. Skurczony obszar w bliskim sąsiedztwie rozdarcia jest nawilżany przy pomocy kompresów, a następnie rozciągany. Podczas tego procesu wydłużają się nici biegnące prostopadle do uszkodzenia, które wcześniej uległy obkurczeniu w wyniku deformacji płótna. Proces ściągnięcia rozdarć pomaga częściowo w odzyskaniu formy oryginalnego splotu zarówno w obszarze osnowy jak i wątku.

Wieloelementowa maszyna Treker składa się z aluminiowego modułu przytwierdzonego do malarskiego krosna pomocniczego oraz zaczepów zamocowanych na odwrocie obrazu. Te dwie części są połączone za pomocą żyłki nylonowej o niskiej rozciągliwości. Zaczepy nakleja się wzdłuż krawędzi rozdarć przy pomocy spoiwa termoplastycznego lub dwustronnej, syntetycznej taśmy samoprzylepnej, wytrzymałej na duże obciążenie. Umożliwia to łatwy montaż i szybką zmianę położenia plastra. Następnie montuje się je przy pomocy żyłek do maszyny. Leżące po prawej stronie pęknięcia plastry są mocowane do leżącego po przeciwnej stronie Treker, i na odwrót. By utrzymać żyłkę równoległą do powierzchni obrazu koniec maszyny posiada wałek przytrzymujący. Dzięki niemu żyłka nie unosi się, a krawędzie rozdarcia nie mają tendencji do odrywania się od płaszczyzny blatu. Zapobiega to powstaniu potencjalnych uszkodzeń i kolejnych deformacji.

Istotą działania korpusu Treker są śruby, do których przymocowana jest żyłka. To za ich pomocą reguluje się siłę naciągu płótna. Ilość śrub umieszczonych wewnątrz korpusu zależy od wielkości maszyny, która odpowiada długości i szerokości rozdarcia. Przy omawianych pracach wykorzystano maszynki, w których ilość śrub wahała się od 5 do 30. Należy zaznaczyć, że żyłki nie przyklepamy bezpośrednio do otworu w śrubie. Jest ona połączona z nią przy pomocy krętlika z agrafką. Zastosowanie krętlika znacząco ogranicza skręcanie się żyłki wywołane obrotowym ruchem śruby. Śruby są ustawione równoległe do powierzchni obrazu, w poprzek metalicznej konstrukcji. Obracając śruby, zwiększa się naprężenie żyłki, doprowadzając do ściągnięcia się krawędzi rozdarcia.

Treker został wykorzystany w pracowni Konserwacji i Restauracji Malarstwa na Podłóżach Ruchomych kilkakrotnie. Pierwsze próby przeprowadzono w trakcie konserwacji *Portretu Tadeusza Wróblewskiego*. W wyniku uszkodzeń dolna część obrazu zdeformowała się i nabrała kształtu trapezu. Zastosowanie maszyny pozwoliło na ściągnięcie krawędzi największego rozdarcia i sklejenie go na styk. Dzięki temu udało się przywrócić prostokątny kształt płótna i uniknięto wklejania płóciennej protezy w miejsce ubytku.

Urządzenie wykorzystano także przy konserwacji obrazu *Madonna z Dzieciątkiem i św. Janem*. Zastosowano prosty układ, w którym zaczepy były przymocowane po dwóch stronach pęknięcia płótna i naciągane przez przykręcanie śrub znajdujących się w aluminiowych modułach zamocowanych na przeciwległej listwie krosien. W toku prac wykorzystywano wilgoć wprowadzoną od odwrocia za pomocą lekko zwilżonych arkuszy bibuły filtracyjnej. Naciąganie łukowatego uszkodzenia płótna wymagało, by zaczepy przymocować wzdłuż krawędzi uszkodzenia zarówno w kierunku pionowym, jak i poziomym. Miało to zapew-

nić równomierne naciągnięcie płótna i zminimalizować tworzenie się niechcianych fałd spowodowanych zbyt dużym ściągnięciem tkaniny. Dzięki zastosowaniu Treker oddalone brzożki rozdarcia połączono lokalnie na styk i wzmocniono od strony odwrocia mostkowaniem. Pozostałe miejsca ubytków uzupełniono płóciennymi łatami.

Urządzenie zostało użyte także w trakcie konserwacji *Portretu mężczyzny we wnętrzu*. Podobrazie było uszkodzone w wielu miejscach, a przedarcia przebiegały pod różnymi kątami. Aby kontrolować skomplikowany proces ich niwelowania, zdecydowano się na rozbudowanie systemu naciągającego. Zaprojektowano specjalne krosna pomocnicze, do których przymocowano obraz. Krosna pomocnicze składały się z większej ramy zewnętrznej oraz przytwierdzonej do niej, przy pomocy stalowych profili, ramy wewnętrznej dostosowanej do wymiarów obrazu. Rama zewnętrzna pełniła rolę nośnika stabilizującego oryginalne płótno. Rama wewnętrzna służyła do umieszczenia maszynek Treker. Jej rozmiar oraz położenie poszczególnych listew mogło być modyfikowane w zależności od potrzeb, tzn. rozmieszczenia rozdarć na płótnie. Maszynki Treker umieszczono na ramie wewnętrznej, by zmniejszyć ich odległość w stosunku do pęknięć płótna i tym samym zwiększyć siłę naprężenia żyłki naciągającej.

Scalanie rozdarć płótna obrazu, o różnych kształtach i wymiarach było skomplikowane. Należało zatem kontrolować adhezję i kohezję warstwy malarskiej oraz sprawdzać czy miejsca, w których płótno zostało ściągnięte, zgadzają się i nie naruszają kompozycji malowidła. Obraz naciągnięty na krosna, umieszczono na blacie posiadającym otwór z bezbarwną płytą *plexiglass* dociętą do wymiarów lica. Tym samym od spodu możliwe było obserwowanie stanu warstwy malarskiej przy pomocy kamery wi-fi połączonej z urządzeniem mobilnym – tabletem. Pozwoliło to w łatwy sposób sprawdzać i kontrolować efekty prac. Przy naciąganiu tak skomplikowanych uszkodzeń, zaczepy maszyny Treker musiały być przymocowane w kilku kierunkach jednocześnie, aby równomiernie naciągać całe rozdarcie. W trakcie prac nawilżano podobrazie, aby je uelastycznić, a następnie obciążano je, by zapobiec powstawaniu i utrwalaniu się ewentualnych deformacji. Zastosowanie maszyny pozwoliło na zniwelowanie rozdarć w najszerszych miejscach z 2 cm do ok. 2-3 mm. Istotne jest, że proces naciągania nie zaburzył kompozycji obrazu ani proporcji jego wybranych fragmentów, co szczególnie ważne było w partii twarzy.

Rozbudowanie układu naciągającego o blat z przezroczystego *plexi* zainspirowało studentów do zaprojektowania i wykonania wielozadaniowego stołu *Mobile Multifunctional Table* w skrócie MMFT. Prace zakładały wymyślenie odpowiedniej konstrukcji, która spełniałaby ideę „mobilności” i była łatwa w budowie. W wyniku konsultacji z wykładowcami przygotowano autorski, wstępny projekt rysunkowy i model w skali 1:10. Prototyp stołu opracowano tak, aby składał się z kilkunastu gotowych elementów, które można łatwo złożyć i szybko zdemontować, a następnie przemieścić. Jest to istotne, gdyż przeważnie aparatura konserwatorska jest mało mobilna, a przewożenie do niej obiektów zabytkowych bywa skomplikowane i czasami niemożliwe. Celem było zatem również stworzenie konstrukcji, która pozwalałaby profesjonalnie działać stosować również w terenie.

Stolik MMFT może zatem stanowić również alternatywę dla stołów dublażowych (Arszyńska i in., 2005). W ramach projektu badawczo-rozwojowego zostały podjęte próby z wykorzystaniem stołu i mat grzejnych IMAT opartych na technologii nanorurek węglowych (Furferi, i in., 2014). Są one lekkie, cienkie i można je łatwo zwinąć w rulon, przez co zajmują mało miejsca podczas transportu. Nanorurki węglowe (CNT) są to struktury nadcząsteczkowe, które mają postać pustych w środku walców. Ich ścianki zbudowane są ze zwiniętego grafenu, który jest jednoatomową warstwą grafitu. Wykazują one dużą wytrzymałość na rozciąganie, dobrze przewodzą prąd oraz ciepło, dzięki czemu znalazły zastosowanie między innymi w matach grzejnych (Furferi i in., 2013). W trakcie projektu wykonano zabiegi z praktycznym wykorzystaniem tej aparatury. Zniwelowano deformacje płótna w jednym z konserwowanych obrazów.

PODSUMOWANIE

Reasumując powyższe rozważania, należy stwierdzić, że przedstawione metody konserwacji i restauracji malarstwa na podłożu płóciennym mają istotne znaczenie w procesie kształcenia konserwatorów. Wpływają na wykształcenie podstawowych czynności praktycznych oraz wzbogacają zdobytą wiedzę teoretyczną. Wykorzystywanie nowoczesnych technik badawczych umożliwia studentom Wydziału Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki ASP w Warszawie skompletowanie bogatego zbioru informacji o konserwowanych obiektach podkreślając tym samym znaczenie rzetelnej identyfikacji dzieła sztuki. Analizy wykonane kamerą hiperspektralną i mikroskopem HIROX przyczyniły się do dokładnej oceny stanu zachowania oraz poznania techniki wykonania dzieł. Dzięki uczestnictwu w procesach analitycznych studenci lepiej zrozumieli działania nowoczesnej technologii badawczej, co zachęciło ich do pogłębienia swojej wiedzy w literaturze naukowej. Maszynki Treker okazały się bardzo efektywne przy reperacji rozdarć podobrazii płóciennych. Umożliwiły skuteczne naciągnięcie pęknięć płótna i zminimalizowanie wielkości wklejanych łatek zgodne z właściwym pojmowaniem zasady minimalnej ingerencji. Wprowadzane w toku edukacyjnym metody konserwatorskie rozbudowują umiejętności techniczne, rozszerzają wiedzę na temat nowoczesnych materiałów, a także uczą tzw. „myślenia konserwatorskiego”. Jego fundamenty stanowią podstawowe zasady etyczne dziedziny konserwacji i restauracji mówiące o indywidualnym i unikatowym charakterze dziedzictwa przeszłości.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Alter, M., Bineta, L., Gourier, D., Le Hô, A. S., Lubin-Germain, N., Mirambet, F., Touati, N. (2019). Photochemical origin of the darkening of copper acetate and resinate pigments in historical paintings. *Inorganic Chemistry*, 58, 13115-13128.
- [2] Arszyńska, J., Osielczak, M., Rouba, B. J. (2005). Granice bezpieczeństwa zabiegów konserwatorskich przeprowadzanych z użyciem stołu niskociśnieniowego. W: M. Roznerska, J. Arszyńska (red.). *Problemy dublowania obrazów na płótnie* (s. 69-116). Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika.

- [3] Chase, W. T., Gettens, R. J., Kühn, H. (1993). Lead white. W: R. Ashok (red.) *Artist's pigments. A handbook of their history and characteristics*, t. 2 (s. 67-81). Archetype Publications Ltd.
- [4] Daniel, F., Mounier, A. (2016). Mobile hyperspectral imaging for the non-invasive study of a mural painting in the Belvas Castle. *Science and Technology of Archeological Research*, 1, 81-88. DOI: 10.1080/20548923.2016.1183942
- [5] Eastaugh, F., Eastaugh, N., Kelman, T., Marshall, S., Murray, P., Polak, A., Stothard, D. J. M. (2017). Hyperspectral imaging combined with data classification techniques as an aid for artwork authentication. *Journal of Cultural Heritage*, 26, 1-11. DOI: 10.1016/j.culher.2017.01.013
- [6] Farries, M. (2005). Analytical capabilities of Infrared reflectography: An Art Historian's Perspective. W: A. M. Sackler Colloquia (red.), *Scientific Examination of Art: Modern Techniques in Conservation and Analysis* (s. 87-104). National Academies Press.
- [7] Furferi, R., Markevicius, T., Meyer, H., Olsson, N. (2014). Towards the development of a novel nanotube-based flexible mild heater for art conservation. *Nanotechnology and Nanomaterials*, 4, 1-10. DOI: 10.5772/58472
- [8] Furferi, R., Markevicius, T., Meyer, H., Olsson, N., Saborowski, T. (2013). Carbon nanotubes in art conservation. *International Magazine of Conservation Science*, 4, 633-646.
- [9] Galeotti, M., Mazzeo, R., Pinna, D. (2012). *Współczesne metody badań obrazów sztalugowych. Podręcznik konserwatora-restauratora*. Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika.
- [10] Gavrillov, D., Grube, O., Ibarra-Castanedo, C., Maeva, E., Maev, R., Maldague, X. (2008). *Infrared methods in noninvasive inspection of artwork*. <https://www.ndt.net/search/docs.php3?DocGroup=1&MainSource=65&date=2008%25&language=1&Country=-1&instID=1&SearchDocs=INFRARED+METHODS+IN&restrict=titles&searchmode=AND&rderBy=session&admin=&edit=&rpp=20&rppoffset=0&reset=docs.php3#>
- [11] *Girl with Pearl Earring*. (b.d.). Pobrano 19 grudnia 2021 z: <https://www.micro-pano.com/pearl/>
- [12] Heiber, W. (1996). The thread-by-thread. Tear mending method. *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung*, 10(1), 117-146.
- [13] Heiber, W., Levenson, R., Scharff, M., Tomkiewicz, C. (2012). The mending and other structural treatments of canvas paintings, before or instead of lining. W: J. H. Stoner, R. Rushfield (red.), *Conservation of easel paintings* (s. 384-414). Routledge.
- [14] *Hirox in museums*. (b.d.). Pobrane 10 stycznia 2022 z <https://hirox-europe.com/applications/museum>
- [15] Jarmińska, D., Jeżewska, E., Kępa, L., Kurkowska, J., Nowicka, A., Rudniewski, P., Syta, O., Wagner, B., Wesołowska, A. (2018). *Pigmenty. Analiza mikrochemiczna i instrumentalna*. Wydawnictwo Akademii Sztuk Pięknych w Warszawie.
- [16] Katedra Konserwacji i Restauracji Malarstwa na Podłożach Ruchomych i Rzeźby Drewnianej Polichromowanej. (b.d.). Pobrane 8 kwietnia 2022 z: <https://wkirds.asp.waw.pl/katedra-konserwacji-i-restauracji-malarstwa-na-podlozach-ruchomych-i-rzezby-drewnianej-polichromowanej/>
- [17] *Konserwacja i restauracja malarstwa na podłożach ruchomych – praktyka*. (b.d.). Pobrane 8 kwietnia z: <https://akademus.asp.waw.pl/pl/katalog/kurs/12397/>
- [18] Laboratorium Chemiczne. (b.d.). Pobrane 8 kwietnia z: <https://wkirds.asp.waw.pl/laboratorium-chemiczne/>
- [19] Laboratorium Fotografii Dokumentacyjnej. (b.d.). Pobrane 8 kwietnia z: <https://wkirds.asp.waw.pl/laboratorium-fotografii-dokumentacyjnej/>
- [20] Międzywydziałowy Instytut Konserwacji. (2017). <https://www.mik.edu.pl/>
- [21] Poksińska, M. (1986). Tkaniny z włókien chemicznych. W: E. Mirowska, M. Poksińska, I. Wiśniewska (red.), *Identyfikacja podobrazii i spoiw malarzkich w zabytkowych dziełach sztuki* (s. 93-94). Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika.
- [22] Popławska, S., Popławski, P. (2018). Wydział Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki Akademii Sztuk Pięknych w Warszawie. W: M. Korsak-Truszczyńska, M. Supruniuk (red.), *Honoring the past, looking into the future. The 70th anniversary of the faculty Rouba of conservation and restoration of works of art of the academy of fine arts in Warsaw* (s. 38-45). Wydawnictwo Akademii Sztuk Pięknych w Warszawie.
- [23] Pracownia Konserwacji i Restauracji Malarstwa na Podłożach Ruchomych II. (b.d.). Pobrane 8 kwietnia z: <https://wkirds.asp.waw.pl/pracownia-konserwacji-i-restauracji-malarstwa-na-podlozach-ruchomych-ii/>

- [24] Rada Programowa WKiRDS. (2012). *Misja WKiRDS*. <https://wkirds.asp.waw.pl/wp-content/uploads/sites/13/2015/09/MISJA-WKiRDS.pdf>
- [25] Restauro-Technika. (b.d.). *Urządzenia, narzędzia i materiały do konserwacji i restauracji dzieł sztuki*. Pobrano 15 lutego 2022 z: <http://www.restauro.com.pl/polski/more.htm>
- [26] Rouba, B. J. (1985). Płótna jako podobrazia malarskie. *Ochrona Zabytków*, 38(3-4), 224-232.
- [27] Sobucki, W. (1997) Historia Wydziału Konserwacji warszawskiej Akademii Sztuk Pięknych w Warszawie. *Ochrona Zabytków*, 50(3), 193-194.
- [28] Szmelter, I. (1992). *Procesy dublowania obrazów na podłożu płóciennym*. Wydawnictwo Akademii Sztuk Pięknych w Warszawie.
- [29] Szmelter, I. (2020). *O fenomenie sztuk wizualnych i meandrach ich ochrony*. Wydawnictwo Naukowe PWN SA.
- [30] Ślesieński, W. (1995). *Konserwacja zabytków sztuki: Malarstwo sztalugowe i ścienne*. Arkady.
- [31] Włodarczyk, W. (2004). *Akademia Sztuk Pięknych w Warszawie w latach 1944-2004: 100 lat Akademii Sztuk Pięknych w Warszawie*. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne.