

## XX KONFERENCJA NAUKOWA „ANALIZA CHEMICZNA W OCHRONIE ZABYTEKÓW”, WARSZAWA, 4 GRUDNIA 2020 R.

**O**chrona materialnego dziedzictwa kultury wymaga zaangażowania bezpośrednich opiekunów zbiorów muzealnych i archiwalnych w oparciu o osiągnięcia naukowców różnych kierunków związanych z dziedzictwem kulturowym w obszarze szeroko pojętych badań.

Tematyka cyklicznej konferencji naukowej „Analiza Chemiczna w Ochronie Zabytków”<sup>1</sup>, organizowanej przez Zespół Analizy Spektralnej Komitetu Chemii Analitycznej PAN, Wydział Chemii Uniwersytetu Warszawskiego, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych UW oraz E-RIHS Polskie Konsorcjum dla Badań nad Dziedzictwem Kulturowym, obejmuje szeroki zakres zagadnień związanych z wykorzystaniem nowoczesnych technik analitycznych w badaniu różnorodnych obiektów zabytkowych oraz w opracowywaniu skutecznych metod konserwatorskich. Spotkania gromadzą chemików, fizyków, biologów i konserwatorów, co pozwala na obserwację postępu w zakresie przenikania świata nauki i sztuki. Osiągnięcia naukowe wykorzystuje się coraz szerzej do badania obiektów zabytkowych, aby nie tylko je poznać, ale dzięki poznaniu – skutecznie je chronić.

Ze względu na panującą sytuację epidemiczną jubileuszowa XX konferencja odbyła się w formie zdalnej – z wykorzystaniem platformy Webex. Patronat nad wydarzeniem objął Narodowy Instytut Muzealnictwa i Ochrony Zbiorów. Podczas uroczystego otwarcia konferencji dyrektor CNBCh UW prof. dr hab. Ewa Bulska oraz przewodnicząca Komitetu Naukowego Konferencji dr hab. Barbara Wagner przywitały uczestników i zaprosiły ich do wysłuchania i obejrzenia poszczególnych prezentacji. W trakcie trzech sesji wygłoszono 16 referatów, wizualizowanych bogatą dokumentacją zdjęciową i graficzną. Poszczególne sesje poprowadzili: dr hab. Łukasz Bratasz – prof. IKiFP PAN z Krakowa, dr hab. Tomasz Łojewski – prof. AGH w Krakowie oraz prof. dr hab. Piotr Targowski z UMK w Toruniu. Wśród wielu wystąpień miałam okazję wygłosić wykład przygotowany wspólnie z Wioletą Ługowską: „Badania technologiczne Raportu SS-Brigadeführera Jürgena Stroopa, «Es gibt keinen jüdischen Wohnbezirk in Warschau mehr!»” („Żydowska dzielnica mieszkaniowa w Warszawie już nie istnieje!”).

Autorem wykładu inauguracyjnego wirtualne spotkanie był prof. Heinz-Eberhard Mahnke z Freie Universität Berlin i Ägyptisches Museum und Papyrussammlung Berlin, Helmholtz-Zentrum Berlin (Niemcy). Prelegent wygłosił referat zatytułowany „Virtual Unfolding of Folded Papyri”, omawiający problemy i działania podejmowane w obszarze dziedzictwa kulturowego, które są związane ze światem wirtualnym, pozwalającym na rekonstrukcję wyglądu obiektów zabytkowych. Takie działania przenoszą nas w obszary algorytmów i aplikacji modelowania matematycznego. Są one szeroko wykorzystywane we wszystkich dziedzinach życia, a obecnie coraz częściej w ochronie zabytków.

<sup>1</sup> Zob. <http://analizazabytkow.pl/> (dostęp 16 XI 2021 r.).

Jako kolejna wystąpiła Angelika Bogdanowicz-Prus, która zaprezentowała badania fizyczne i chemiczne XV-wiecznego obrazu „Mater Misericordiae – Madonna w płaszczu opiekuńczym” Giovanniego da Gaety, pochodzącego ze zbiorów Zamku Królewskiego na Wawelu. W latach 2017–2020 w ramach projektu „Wawel – dziedzictwo dla przyszłości”, dofinansowanego ze środków europejskich Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko, podjęto prace badawcze i konserwatorskie obiektu – jednego z najcenniejszych, najstarszych i największych obrazów znajdujących się w zbiorach wawelskich, wykonanych na podobrazii drewnianym, w technice tempery ze złoconiami. Obraz był wielokrotnie poddawany zabiegom konserwatorskim. Podobrazie oraz pozostałe warstwy technologiczne, wrażliwe na zmienne warunki klimatyczne, a także wykonywane na przestrzeni kilkuset lat kolejne zabiegi mające zabezpieczyć dzieło pozostawiły w obrazie liczne zmiany i nawarstwienia. Przeprowadzone badania malowidła pozwoliły na ustalenie budowy technologicznej obiektu, określenie stanu zachowania oraz zaplanowanie i wykonanie złożonego procesu konserwacji. Prace, zrealizowane przez zespół specjalistów konserwatorów pod nadzorem Ewy Wiłkojć, przeprowadzono w sposób, który pozwolił przybliżyć stan oraz wyraz artystyczny obrazu bliski zamierzeniom jego autora.

Przedstawicielka Instytutu Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN w Krakowie Magdalena Soboń omówiła projekt badawczy związany z modelowaniem ryzyka pęknięcia rzeźb i innych masywnych obiektów drewnianych na skutek dynamicznych wahań klimatu. Rzeźby drewniane, stanowiące ważną część europejskiego dziedzictwa kulturowego, są jednymi z najbardziej narażonych obiektów na zmiany mikroklimatu. Badania miały na celu zrozumienie wpływu dynamicznych wahań wilgotności względnej, generujących duże gradienty zawartości wilgoci w masywnych obiektach drewnianych. Problem jest szczególnie ważny dla ochrony zabytków drewnianych w budynkach historycznych i świątyniach. W badaniach procesu pęknięcia drewna użyto Modelu Elementów Skończonych (MES) i metody obliczania prędkości uwalniania energii typowej dla mechaniki pęknięcia. Celem prowadzonych doświadczeń jest dostarczenie informacji o bezpiecznych zakresach wilgotności względnej dla masywnych obiektów drewnianych. Wyniki analizy pozwolą na wypracowanie zaleceń dotyczących organizacji wydarzeń religijnych, kulturalnych i komercyjnych w zabytkowych wnętrzach, z uwzględnieniem regulacji mikroklimatu bezpiecznego dla drewnianych obiektów zabytkowych.

Kolejne wystąpienie poświęcone było pierwszemu etapowi badań technologicznych<sup>2</sup> jednego z najcenniejszych obiektów z zasobu Archiwum IPN – Raportu Jürgena Stroopa. Raport jest oficjalnym dokumentem sporządzonym w maju 1943 r. dla Heinricha Himmlera przez dowódcę sił likwidacyjnych getta J. Stroopa. Stanowił dowód rzeczowy w procesach norymberskich i w 1951 r. – w postępowaniu przeciwko Stroopowi przed Sądem Wojewódzkim dla m.st. Warszawy – po czym przekazano go do archiwum KC PZPR, a następnie do archiwum Głównej Komisji Ścigania Zbrodni Hitlerowskich. Obecnie znajduje się w zbiorach Archiwum Instytutu Pamięci Narodowej. Natomiast drugi egzemplarz Raportu Stroopa jest w National Archives and Records Administration w Stanach Zjednoczonych. W obiektach występują różnice w zakresie treści, fotografii,

<sup>2</sup> Badania technologiczne obiektu obejmowały dwa zasadnicze etapy. Na XX Konferencji „Analiza Chemiczna w Ochronie Zabytków” w 2020 r. zaprezentowano wyniki pierwszego etapu. Kolejne analizy wykonano w 2021 r. we współpracy z naukowcami z UMK w Toruniu.

opisów i oprawy. Egzemplarz przechowywany w Archiwum IPN jest bezspornie dokumentem oryginalnym i autentycznym. Ze względu na szczególną wartość historyczną Raport został w 2017 r. wpisany na listę UNESCO „Pamięć Świata”. Warto wspomnieć, że jest to 1 z 17 obiektów z Polski umieszczonych na tej liście<sup>3</sup>. Raport składa się ze 126 luźnych kart w oprawie albumowej, skórzanej. Wewnątrz wklejono 53 czarno-białe fotografie. Dokument był dość intensywnie użytkowany, o czym świadczą charakterystyczne zniszczenia – mechaniczne i fizyko-chemiczne.

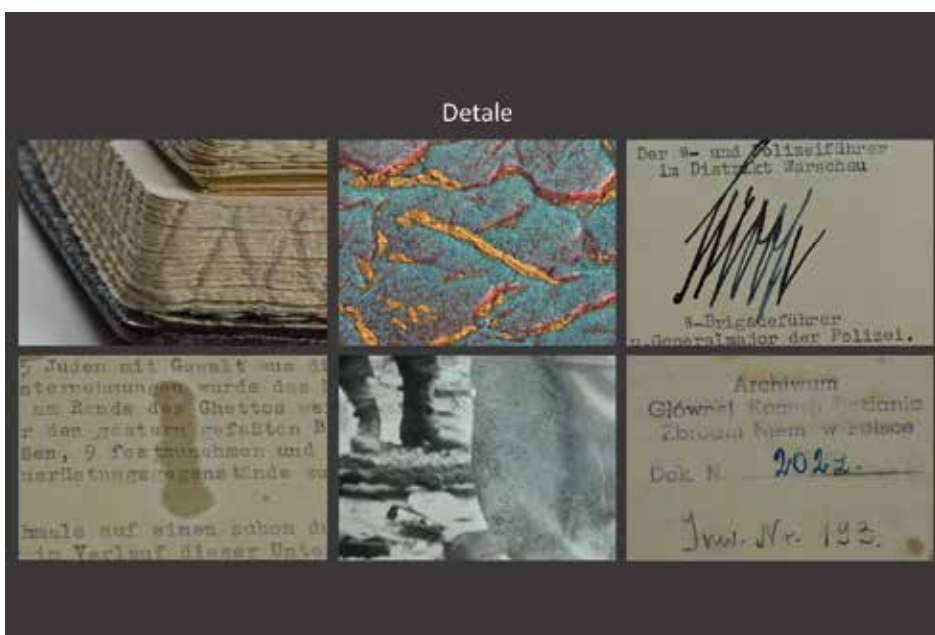
Celem podjętych badań było ustalenie budowy technologicznej obiektu, w tym zidentyfikowanie materiałów (skóry obleczenia, papierów, mediów pisarskich, klejów i techniki wykonania fotografii) oraz pochodzenia zniszczeń, np. zaplamień. Zakładano, że wyniki analiz pozwolą na ustalenie wrażliwości obiektu, zaplanowanie optymalnych warunków przechowywania i ewentualnego ekspozowania. Podjęto decyzję o sfinansowaniu badań z własnych środków budżetowych IPN. Do współpracy zaproszono specjalistów z zakresu badań materiałów użytych w obiekcie. Byli to: dr Dorota Jutrzenka-Supryn – analizy w zakresie ustalenia techniki wykonania oraz oceny stanu zachowania skóry; dr Katarzyna Królikowska-Pataraia – identyfikacja składu włóknistego papierów, tektur oraz włókien nici; mgr inż. Kamila Załęska – analizy i interpretacje XRF różnych materiałów; dr inż. Elżbieta Jeżewska – identyfikacja pigmentów, metali; dr inż. Joanna Kurkowska – identyfikacja spoiw organicznych. Ponadto przeprowadzono obserwację obiektu przy użyciu przenośnego zestawu mikroskopowego 3D VHX7000 Keyence.

Wykonane analizy pozwoliły stwierdzić, że obleczenie oprawy Raportu Stroopa wykonano ze skóry bydłowej, garbowanej roślinnie. Użyta skóra należy do grupy z tzw. nadanym licem. Spoiwem apretury wykończeniowej był prawdopodobnie olej lniany oraz asfalt naturalny. Pigmentem użytym do barwienia apretury była najprawdopodobniej czerń anilinowa. W zakresie badań pozostałych materiałów analizom poddano papiery raportów dziennych, barwiony papier wyklejki, tekturę okładki, papier fotografii, naklejek, płótno z grzbietu oprawy, nit z oprawy, metaliczny pigment z wyklejki, zaplamienia, warstwy obrazu fotografii oraz klej użyty do przyklejenia fotografii. Otrzymane wyniki pozwoliły stwierdzić, że w Raporcie użyto papierów z mas celulozowych drzew iglastych, czasem z domieszkami. Fotografie i fotokopie wykonano w technice żelatynowo-srebrowej. Do zamontowania zdjęć użyto kleju skrobiowego. Z uwagi na ograniczenia wynikające z wielkości pobranych próbek, część analiz wymaga doprecyzowania. Zrezygnowano z planowanych wcześniej badań światłotrwałości kart Raportu. Uznano, że ze względu na fotografie obiekt należy uznać za szczególnie wrażliwy i na każdym etapie przechowywania i użytkowania do minimum ograniczyć dostęp światła. Planuje się dodatkowe badania, m.in. pochodzenia zaplamień i użytych mediów pisarskich. Wstępne wnioski z analiz pozwalają stwierdzić, że obiekt nie wymaga natychmiastowej ingerencji, a właściwe przechowywanie zabytku – w opakowaniu ochronnym – oraz ostrożna manipulacja podczas przenoszenia, przeglądania oraz umieszczania na ekspozycji zapobiegnie dalszemu postępowi degradacji.

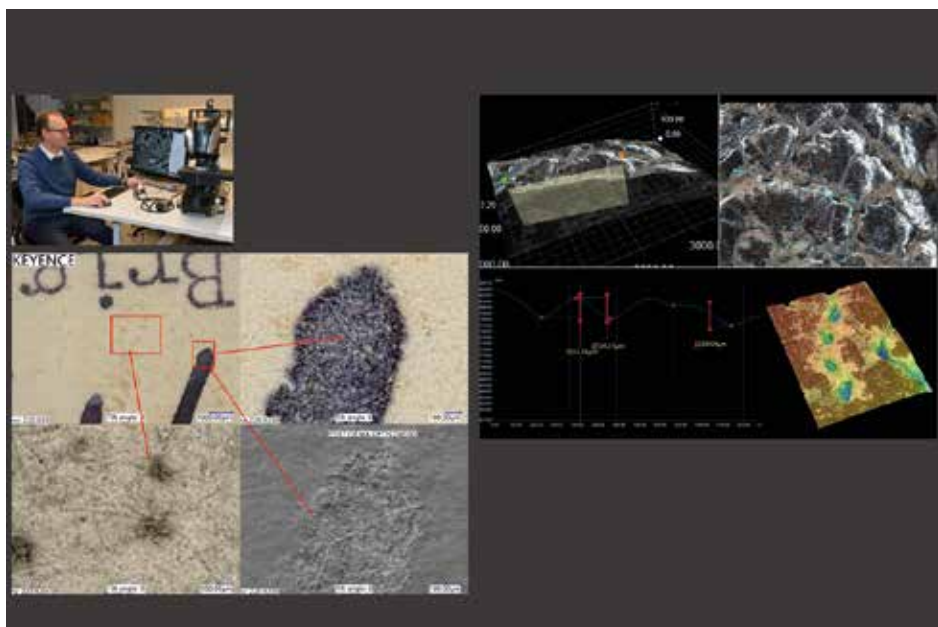
<sup>3</sup> Zob.: <https://ipn.gov.pl/pl/publikacje/ksiazki/12611,Jrgen-Stroop-Zydowska-dzielnica-mieszkanio-wa-w-Warszawie-juz-nie-istnieje.html> (dostęp 16 XI 2021 r.); <https://ipn.gov.pl/pl/aktualnosci/95571,Raport-Jrgena-Stroopa-Zydowska-dzielnica-mieszkanio-wa-w-Warszawie-juz-nie-istnieje.html> (dostęp 16 XI 2021 r.); <https://www.unesco.pl/komunikacja-i-informacja/pamiec-swiata/polskie-obiekty-na-liscie-pamieci-swiata/> (dostęp 16 XI 2021 r.).



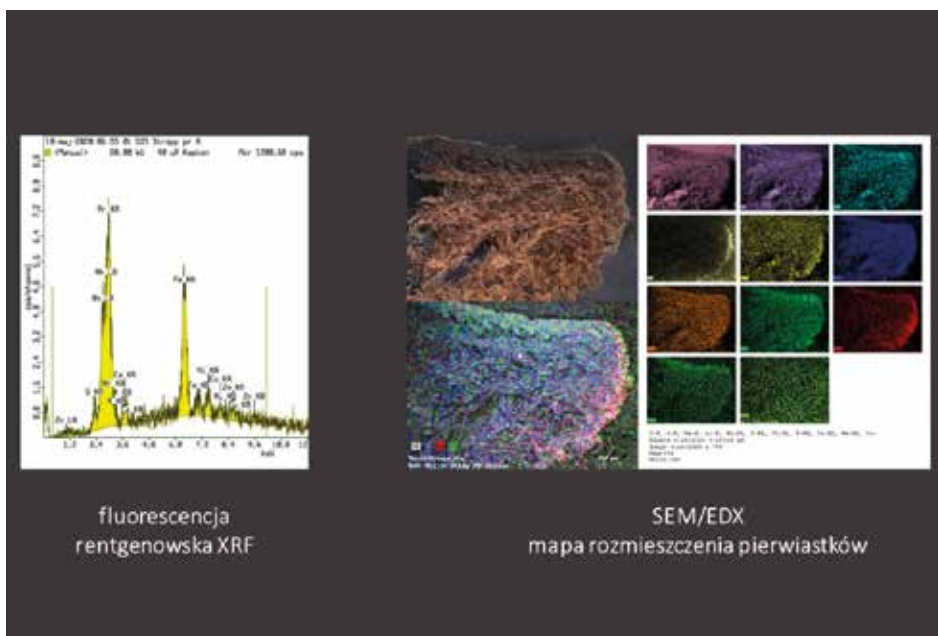
**Raport Jürgena Stroopa (AIPN, 2972/34)  
oraz certyfikat o wpisaniu obiektu na listę UNESCO „Pamięć Świata”.  
Fot. Anna Włodarczyk-Sętopek, Wioleta Ługowska (IPN)**



**Raport Jürgena Stroopa (AIPN, 2972/34) – detale dokumentu.  
Fot. Wioleta Ługowska (IPN)**



**Obserwacja dokumentu przy użyciu zestawu mikroskopowego.  
Fot. Konrad Witek – mikroskop VHX7000 Keyence,  
Anna Włodarczyk-Sętopek (IPN)**



**Analiza składu pierwiastkowego skóry obleczenia Raportu Jürgena Stroopa.  
Fot. z ekspertyzy dr Doroty Jutrzenki-Supryn (UMK)**

Profesor Piotr Targowski z Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu i E-RIHS poprowadził drugą sesję konferencji. Na wstępie podsumował piąty nabór wniosków MOLAB/FIXLAB<sup>4</sup>.

W tej części spotkania szczególne zainteresowanie uczestników wzbudziła prezentacja Katarzyny Lech z Wydziału Chemicznego Politechniki Warszawskiej zatytułowana „Skarb Zygmunta Augusta w rękach chemika, czyli analiza barwników organicznych w arrasach”. Barwniki naturalne pozyskiwano zarówno z roślin, zwierząt (głównie z rzędu pluskwiaków), jak i porostów czy grzybów. Rezeda, janowiec, marzana, czerwec polski czy orselka zawierają nawet kilkanaście związków barwiących. Kolor nici występujących w obiektach był wynikiem składu i sposobu aplikowania na włókno barwników różnego pochodzenia. Do ich identyfikacji konieczne jest zastosowanie technik mikroniszczących, pozwalających na rozdzielenie poszczególnych składników mieszaniny. Tak zwane techniki sprzężone umożliwiają uzyskanie informacji o użytych w zabytkowej tkaninie barwnikach naturalnych i syntetycznych. Podczas badania arrasów analizom poddano 61 próbek włókien pobranych z czterech arrasów (dwóch arrasów nadokiennych oraz dwóch werdiur) zamówionych przez króla Zygmunta Augusta, aktualnie należących do zbiorów Zamku Królewskiego na Wawelu. W wyniku przeprowadzonych analiz z użyciem techniki HPLC-UV-Vis--ESI MS/MS zidentyfikowano przede wszystkim barwniki wchodzące w skład klasycznej palety preparatów powszechnie stosowanych w Europie. Stwierdzono też, że w jednym z obiektów szeroka gama wybarwień (żółcienie, przez brązy, po czernie) była uzyskana przy użyciu tego samego barwnika. Ponadto wśród zidentyfikowanych substancji znalazły się także orselka, szafran, ale też barwnik syntetyczny(?).

Kolejną prelegentką była Anna Mikołajska, która wygłosiła wykład pt. „Badanie drewnianych figur Świętych Ojców Kościoła z nawy głównej katedry krakowskiej z wykorzystaniem dwuźródłowej tomografii komputerowej”. Do analiz wykorzystano tomograf z Zakładu Radiologii i Diagnostyki Obrazowej Szpitala im. Jana Pawła II w Krakowie. Tomografia komputerowa to jedna z najskuteczniejszych nieinwazyjnych metod badawczych, dająca całkowity, objętościowy obraz badanego obiektu. Dostarcza informacji o wewnętrznej budowie zabytku, morfologii zastosowanego surowca, elementach konstrukcyjnych czy stanie zachowania obiektu. Wprowadzona do diagnostyki wielowarstwowa tomografia komputerowa pozwala na dokładne obrazowanie struktur z możliwością uzyskania od kilkudziesięciu do kilkuset warstw podczas jednej akwizycji z rozdzielczością submilimetrową oraz daje możliwość tworzenia dowolnej liczby różnego typu trójwymiarowych rekonstrukcji. Obrazy uzyskane podczas badań pokazały budowę i stan zachowania drewnianych rzeźb.

Magdalena Dydą w drugiej i trzeciej sesji omówiła zagadnienia realizowane w ramach projektu „Wawel – dziedzictwo dla przyszłości” – o pierwszym mikrobionie muzealnym oraz o analizie czynników deterioracyjnych na Wawelu. W Krakowie, jednym z miast o najgorszej jakości powietrza w Europie, ochrona zabytków i budynków jest niezwykle trudna ze względu na wysokie zanieczyszczenie powietrza pochodzące ze źródeł antropogenicznych. Złożone oddziaływania fizyczne i chemiczne tych czynników z materiałami zabytkowymi przyspieszają procesy deterioracji. Ponadto zanieczyszczenia organiczne mogą wpływać na intensywność zanieczyszczenia mikrobiologicznego

<sup>4</sup> Zob. <http://www.e-rihs.pl/> (dostęp 16 XI 2021 r.).

zarówno budowli, jak i obiektów zabytkowych przechowywanych i eksponowanych w Muzeum Zamku Królewskiego na Wawelu. Udostępnianie na szeroką skalę zbiorów nie powinno prowadzić do przyspieszenia pogarszania się stanu cennych dzieł sztuki, często i tak już mocno doświadczonych przez historię.

Jednym z celów projektu „Wawel – dziedzictwo dla przyszłości” było opracowanie strategii ochronnych kolekcji wawelskiej przed zagrożeniami deterioracyjnymi, w tym mikrobiologicznymi. W ramach projektu podjęto próbę identyfikacji wszystkich bakterii i grzybów znajdujących się w aerozolu powietrza, osadzających się na zabytkowych tkaninach i obiektach, a także zasiedlających powierzchnie najstarszej budowli na Wzgórzu Wawelskim – Rotundy Świętych Feliksa i Adauka (Najświętszej Marii Panny). Do analiz zastosowano wysokoprzepustową metodę sekwencjonowania nowej generacji. Dzięki temu ustalono różnorodność bakterii i grzybów, a dodatkowo – taksonomię grzybów. Wykonano też analizy DNA, które wykazały, że nagromadzony na powierzchniach pył jest bogatszym repozytorium drobnoustrojów niż powietrze. W efekcie – po raz pierwszy w Polsce, a może nawet w Europie czy na świecie – przeprowadzono kompleksową analizę mikrobiomu muzeum z wykorzystaniem technologii omicznych.

Współautor kolejnego referatu, Wojciech Głuszewski, opowiedział o wykorzystaniu datowań OSL w interdyscyplinarnych badaniach stanowisk archeologicznych na przykładzie Jatwiezi Dużej. OSL to datowanie optyczne stymulowaną luminescencją, wykorzystujące światło. Referent przybliżył uczestnikom badania wykonywane na najlepiej do tej pory przebadanym stanowisku w okolicach Sokółki.

Ten sam prelegent, reprezentujący Instytut Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie, przedstawił komunikat na temat współpracy z francuską firmą ARC-NUCLÉART. Wojciech Głuszewski omówił zalety i ograniczenia metod radiacyjnych: dezynsekcji, dezynfekcji oraz konsolidacji obiektów istotnych dla dziedzictwa kulturowego.

„MS Spectrum – Spektroskopia FTIR i Ramanowska w analizie obiektów zabytkowych” to temat prezentacji Katarzyny Hryniewickiej. Prelegentka omówiła ofertę handlową i usługową firmy dysponującej sprzętem, który umożliwia przeprowadzanie analiz. Spektroskopia FTIR i spektroskopia Ramanowska należą do najczęściej wykorzystywanych metod w badaniach obiektów zabytkowych. Pozwalają na wykonywanie pomiarów próbek o różnej wielkości, czasem też umożliwiają wykonywanie analiz nieniszczących – bez konieczności pobierania próbki z obiektu zabytkowego. Są doskonałe w badaniu próbek, takich jak: werniksy, barwniki, spoiwa, wypełniacze, ceramika, tekstylia, kamienie szlachetne, meble czy rzeźby. Często są też wykorzystywane do sprawdzania autentyczności dokumentów, różnego rodzaju dzieł sztuki, a także monet i banknotów.

Kolejny prelegent – Jan Bulas zaprezentował eksperymentalną metodę pozwalającą na wykrycie niepełnowartościowych, importowanych monet rzymskich – denarów subaeratów. Pełnowartościowe denary wykonywano w całości ze srebra. Monety fałszywe – subaeraty mają brązowy lub miedziany rdzeń pokryty warstwą srebra. Są fałszerstwami i stanowią istotną – z punktu widzenia badań nad relacjami plemion barbarzyńskich z Imperium Rzymskim – tematykę badawczą. W wystąpieniu wskazano możliwości zastosowania radiografii cyfrowej jako nieinwazyjnej i szybkiej metody pozwalającej na rozpoznanie tego typu monet o nieuszkodzonej powierzchni.

Michał Kuźdzał, przedstawiciel firmy Labsoft, omówił urządzenia Bruker Nano, służące do wykonywania nieinwazyjnych analiz wykorzystujących mikrofluorescencję rentgenowską.

Przenośne spektrometry  $\mu$ XRF są doskonałym rozwiązaniem dla wykonywania analiz chemicznych w terenie i w miejscach trudno dostępnych. Produkowane przez firmę Bruker Nano Analytics modele ELIO i CRONO to pierwsze na rynku spektrometry zaprojektowane i zbudowane od podstaw z przeznaczeniem do konserwacji obiektów zabytkowych. Pozwalają na analizę pierwiastków poprzez bezkontaktowy pomiar w danym punkcie bądź mapowanie określonej powierzchni. Dodatkowo model CRONO znajduje zastosowanie w skanowaniu obiektów do  $60 \times 45$  cm oraz pracuje w bezpiecznej odległości 1 cm od badanego obiektu. Najbardziej zaawansowane urządzenie to M6 JETSTREAM. Jest to uniwersalny spektrometr  $\mu$ XRF, doskonale sprawdzający się w analizie pierwiastkowej powierzchni malowideł.

Aneta Gawryszewska i Tomasz Dziejicki, reprezentujący firmę Softwarely, zaprezentowali zasady działania systemu WOLF, pozwalającego na bezprzewodowy monitoring parametrów środowiskowych wewnątrz i na zewnątrz muzeów rezydencjonalnych. Czujniki Aura i Hestia mierzą parametry, takie jak temperatura, wilgotność oraz zapylenie wewnątrz budowli. Urządzenia te służą do ciągłego monitorowania warunków, w jakich przechowywane są zbiory muzealne bądź archiwalne. Dodatkowo – w sytuacjach krytycznych – czujniki wysyłają alerty (powiadomienia *push* i e-mail) informujące o zmianach parametrów fizykochemicznych, które znacząco mogą wpływać na stan ekspozycji i bezpieczeństwa przechowywanych obiektów.

Maria Goryl z krakowskiej ASP zaprezentowała prace badawcze związane z obrazem „Portret Marii Pusłowskiej” Jana Matejki, pochodzącym ze zbiorów Muzeum Uniwersytetu Jagiellońskiego Collegium Maius. Badania technologiczne malowidła pozwoliły na przybliżenie warsztatu autora obrazu. Mając na uwadze dobry stan zachowania dzieła, zastosowano nieniszczące techniki badawcze, takie jak reflektografia, obrazowanie Rtg oraz spektrometrię fluorescencji rentgenowskiej. Przeprowadzona analiza uwidoczniła prawdziwy kunszt mistrza Jana, który z niezwykłą starannością namalował detale stroju oraz szczegóły anatomiczne portretowanej kobiety. Na mapach rozkładu poszczególnych pierwiastków, jak również na zdjęciu Rtg, w okolicach dłoni Marii zaobserwowano wyraźne poprawki autorskie. Artysta zmienił kompozycję obrazu, na nowo malując dłonie Pusłowskiej. Powodem poprawek autorskich malarza mógł być kontekst historyczny. Dodatkowo – po przeanalizowaniu wcześniejszych wyników – wykonano badania SEM/EDX. Na ich podstawie określono rodzaj zastosowanej zaprawy oraz potwierdzono identyfikację niektórych pigmentów.

Prezentacja kolejnych prelegentek – Barbary Wagner i Anny Czajki – zatytułowana była „Informacja o składzie pierwiastkowym atramentów – wskaźniki Neevela w badaniach wspomagających diagnostykę stanu rękopisów archiwalnych”. W 1995 r. holenderski chemik Johan. G. Neevel zaproponował nowy sposób diagnozowania stanu rękopisów w oparciu o wykrywanie obecności jonów żelaza, które pozostawały niezwiązane w trwałych kompleksach metaloorganicznych, tworzących charakterystyczną barwę atramentów żelazowo-galusowych. Narzędzie diagnostyczne w postaci papierowych wskaźników nasączonych betafenantroliną pozwala na przeprowadzenie reakcji chemicznej prowadzącej do powstawania produktów o charakterystycznym różowawym zabarwieniu. Kolor wskaźnika zmienia zabarwienie pod wpływem kontaktu z atramentem zawierającym jony Fe(II) i informuje o zagrożeniu korozją atramentową rękopisów zapisanych atramentami żelazowo-galusowymi. Brak zmiany zabarwienia świadczy o braku wolnych jonów żelaza. Od lat ten rodzaj szybkich testów diagnostycznych



jest szeroko wykorzystywany podczas prac konserwatorskich. Jednak reakcja barwna wskaźników zależy nie tylko od obecności jonów żelaza w atramencie, lecz także od otoczenia chemicznego i od całkowitego składu pierwiastkowego badanych atramentów. W prezentacji pokazano, że za pomocą wskaźników Neevela może zostać w stosunkowo prosty sposób pozyskana szersza informacja o składzie pierwiastkowym atramentów, co wspomaga diagnostykę stanu rękopisów archiwalnych. Badania zużytych wskaźników nawet po wielu latach pozwalają na wykrycie nie tylko obecności wolnych jonów żelaza, lecz także mogą przybliżyć ogólny nieorganiczny skład chemiczny atramentów bez konieczności mechanicznego pobierania próbek i bez potrzeby transportowania dokumentów do laboratoriów. Ponadto opisano zastosowanie metody LA ICP MS (Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) w badaniach wskaźników Neevela i pokazano, w jaki sposób można zwizualizować rozmieszczenie w atramencie żelaza wraz z pierwiastkami towarzyszącymi, takimi jak: miedź, mangan, siarka, cynk, ołów, glin oraz potas, sód lub magnez.

Kończąc to niezwykle interesujące wirtualne spotkanie, uczestnicy wyrazili nadzieję na osobistą – w niedalekiej przyszłości – możliwość wymiany doświadczeń w zakresie badań nad dziedzictwem.

*Anna Włodarczyk-Sętorek*  
ORCID: 0000-0003-3586-4442