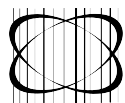


**ANALIZA CHEMICZNA
W OCHRONIE ZABYTKÓW
XXX**



**4 GRUDNIA 2020 r.
WARSZAWA**

Organizatorzy:



**Zespół Analizy Spektralnej
Komitetu Chemii Analitycznej PAN**



**Wydział Chemii
Uniwersytetu Warszawskiego**



**Centrum Nauk
Biologiczno-Chemicznych
Uniwersytetu Warszawskiego**

**Centrum Nauk
Biologiczno-Chemicznych UW**



**Polskie Konsorcjum dla Badań
nad Dziedzictwem Kulturowym**

Patron:



Narodowy Instytut Muzealnictwa i Ochrony Zbiorów

XX
Analiza Chemiczna
w Ochronie Zabytków

Warszawa, 4 grudnia 2020 r.

Konferencja naukowa **Analiza Chemiczna w Ochronie Zabytków**

Spotkania chemików analityków z historykami oraz konserwatorami dzieł sztuki są organizowane od 1999 roku i jesteśmy przekonani, że jest to niezmiernie ważny element budowania interdyscyplinarnej współpracy.

ORGANIZATORZY:

dr hab. Barbara Wagner

Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii

Centrum Nauk Biologiczno Chemicznych Uniwersytetu Warszawskiego

prof. dr hab. Piotr Targowski

Polskie Konsorcjum dla Badań

nad Dziedzictwem Kulturowym

PATRON:

NIMOZ

Narodowy Instytut Muzealnictwa i Ochrony Zbiorów

Konferencja naukowa

Analiza Chemiczna w Ochronie Zabytków

SŁOWO WSTĘPNE

Szanowni Państwo,

ze względu na panującą sytuację epidemiologiczną, wynikającą z towarzyszącego nam koronawirusa SARS-CoV-2 wywołującego zachorowanie na COVID-19, mamy w tym roku możliwość jedynie zdalnego komunikowania się ze sobą. Mam nadzieję, że pod tym względem ten rok będzie wyjątkowy, a kolejne konferencje pozwolą na powrót do bezpośrednich kontaktów, dyskusji i nawiązywania współpracy również podczas wspólnie spędzanych przerw kawowych i kularowych dyskusji.

Na razie jednak cieszę się na myśl o tym, że konferencja Analiza Chemiczna w Ochronie Zabytków może odbyć się w formie zdalnego spotkania i bardzo liczę na Państwa udział w nadchodzącym wydarzeniu.

Serdecznie zapraszam Państwa do wysłuchania wspaniałych wykładów, których zgłoszenia otrzymaliśmy. Tradycyjnie zaczynamy konferencję zaproszonym wykładem. W tym roku naszym gościem jest profesor Heinz-Eberhard Mahnke z Freie Universität Berlin i Ägyptisches Museum und Papyrussammlung Berlin, Helmholtz-Zentrum Berlin (Niemcy), który na rozpoczęcie konferencji, w dniu 4 grudnia 2020 roku, wygłosi wykład zatytułowany „Virtual Unfolding of Folded Papyri”. Temat wykładu zaproszonego dotyczy najbardziej aktualnych problemów i aktywności podejmowanych w obszarze dziedzictwa kulturowego. Wirtualne działanie pozwalające na rekonstrukcję wyglądu obiektów zabytkowych przeniesie nas w świat algorytmów i aplikacji modelowania matematycznego. Są one coraz częściej wykorzystywane we wszystkich dziedzinach życia, a nie jedynie w obszarze ochrony zabytków.

Wirtualność naszej rzeczywistości, aktywności naukowe podejmowane on-line, przeniesienie działań codziennych na poziom przeróżnych platform internetowych stanowią naszą nową rzeczywistość. Mogę z uśmiechem jedynie uznać, że z naszą rocznicową XX edycją konferencji jesteśmy jak najbardziej na bieżąco z panującymi trendami i zaprosić Państwa do zapoznania się ze streszczeniami wszystkich nadesłanych wystąpień, które zostaną zaprezentowane podczas tegorocznej XX konferencji Analiza Chemiczna w Ochronie Zabytków.

Życzę Państwu wspaniałego spotkania również w tym nietypowym roku, mając nadzieję, że za rok porozmawiamy bezpiecznie, ale już w bezpośrednim kontakcie.

Barbara Wagner

Konferencja naukowa

Analiza Chemiczna w Ochronie Zabytków

PROGRAM WEBINARIUM

4 XII 2020 (piątek)

8:30 – 9:00	Początek transmisji, testowanie połączeń
sesja I	Prowadzący – dr hab. Łukasz Bratasz, prof. I KiFP PAN, Kraków
9:00 – 9:10	Otwarcie Konferencji: prof. dr hab. Ewa Bulska , dyrektor CNBCh UW oraz dr hab. Barbara Wagner, Przewodnicząca Komitetu Naukowego Konferencji
9:10–10:00	Heinz-Eberhard Mahnke – Virtual Unfolding of Folded Papyri – wykład plenarny
10:00–10:20	Angelika Bogdanowicz-Prus – Badania fizyczne i chemiczne do obrazu „Mater misericordiae – Madonna w płaszczu opiekuńczym”, Giovanni da Gaeta, rok powstania 1448, ze zbiorów Zamku Królewskiego
10:20–10:40	Magdalena Soboń, Łukasz Bratasz – Modelowanie ryzyka pęknięcia rzeźb (i innych masywnych obiektów) drewnianych na skutek dynamicznych wahań klimatu
10:40–11:00	Anna Włodarczyk-Sętopek, Wioleta Ługowska – Badania technologiczne Raportu SS-Brigadenführera Jürgena Stroopa: „Es gibt keinen jüdischen Wohnbezirk in Warschau mehr!” (Żydowska dzielnica mieszkaniowa w Warszawie już nie istnieje!)
11:00–11:20	Przerwa
sesja II	Prowadzący – prof. dr hab. Piotr Targowski, UMK i E-RIHS.pl
11:20–11:40	Piotr Targowski – Podsumowanie 5-go naboru wniosków MOLAB/FIXLAB.pl – rezultaty konkursu
11:40–12:00	Katarzyna Lech – Skarb Zygmunta Augusta w rękach chemika, czyli analiza barwników organicznych w arrasach
12:00–12:20	Anna Mikołajska, Małgorzata Urbańczyk-Zawadzka, Robert Paweł Banyś, Ignacy Jakubczyk – Badanie drewnianych figur Świętych Ojców Kościoła z nawy głównej katedry krakowskiej z wykorzystaniem dwuźródłowej tomografii komputerowej
12:20–12:40	Magdalena Dyda, Adam Pyzik, Oliwia Buchwald-Zięcina, Ewa Wiłkojć – Pierwszy muzealny mikrobiom – wyniki badań realizowanych w ramach projektu „Wawel – dziedzictwo dla przyszłości”
12:40–13:00	Tomasz Kalicki, Wojciech Głuszewski, Marcin Frączek, Paweł Przepióra, Krzysztof Żurek – Wykorzystanie datowań OSL w interdyscyplinarnych badaniach stanowisk archeologicznych na przykładzie Jatwiezi Dużej (NE Polska)
13:00–13:15	Katarzyna Hryniewicka , MS Spectrum – Spektroskopia FTIR i Ramanowska w analizie obiektów zabytkowych
13:15–13:25	Jan Bulas, Anna Mikołajska, Michał Płotek, Magdalena Okońska-Bulas – Badania denarów subaeratów przy użyciu radiografii cyfrowej (plakat)
13:25–13:45	Przerwa

Konferencja naukowa

Analiza Chemiczna w Ochronie Zabytków

sesja III	Prowadzący – dr hab. Tomasz Łojewski, prof. AGH, Kraków
13:45–14:00	<u>Michał Kuźdżał</u> , Labsoft – Spektrometry mikrofluorescencji rentgenowskiej Bruker Nano – nieinwazyjna analiza chemiczna w ochronie zabytków
14:00–14:15	<u>Aneta Gawryszewska</u> , <u>Tomasz Dziedzicki</u> , Softwarely – Nowoczesny bezprzewodowy monitoring parametrów środowiskowych wewnątrz i na zewnątrz muzeów rezydencjonalnych
14:15–14:35	<u>Maria Goryl</u> , <u>Aleksandra Kisiel</u> , <u>Jolanta Pollesch</u> , <u>Anna Mikołajska</u> , <u>Małgorzata Walczak</u> – Portret Marii Pusłowskiej Jana Matejki, ze zbiorów Muzeum Uniwersytetu Jagiellońskiego Collegium Maius – odsłonić niewidzialne
14:35–14:55	<u>Magdalena Dyda</u> , <u>Łukasz Istel</u> , <u>Paulina Drabik</u> , <u>Oliwia Buchwald-Zięcina</u> , <u>Ewa Wiłkojć</u> – Działania prewencyjne w Muzeum Zamku Królewskiego na Wawelu – analizy czynników deterioracyjnych
14:55–15:15	<u>Barbara Wagner</u> , <u>Anna Czajka</u> – Informacja o składzie pierwiastkowym atramentów – wskaźniki Neevela w badaniach wspomagających diagnostykę stanu rękopisów archiwalnych.
15:15–15:30	Podsumowanie, dyskusja, uwagi końcowe

Patronem Konferencji jest Narodowy Instytut Muzealnictwa i Ochrony Zbiorów – NIMOZ.

WYKŁAD ZAPROSZONY

VIRTUAL UNFOLDING OF FOLDED PAPYRI

Heinz-Eberhard Mahnke*

Freie Universität Berlin

Ägyptisches Museum und Papyrussammlung Berlin

Helmholtz-Zentrum Berlin

*** mahnke@helmholtz-berlin.de**

The historical importance of ancient manuscripts is unique, since they provide information about the heritage of ancient cultures. Several texts are hidden in rolled or folded documents. Due to recent improvements with respect to sensitivity and resolution, spectacular disclosures of rolled hidden texts on parchment were possible by X-ray tomography, which will be reviewed. However, revealing text on folded manuscripts, especially on papyri, is even more challenging for two reasons, the folding technique and the delicate material. Manual unfolding is often not possible with respect to the fragile condition of the fragments. Recent results about unfolding will be presented and discussed, first on a mock-up to test the algorithm and then on ancient papyrus packages from the papyrus collection of the Musée du Louvre, originating from the island Elephantine near Aswan.

This investigation is part of an ERC starting grant ELEPHANTINE (PI Verena Lepper, curator for Egyptian and Oriental Papyri at the Ägyptisches Museum und Papyrussammlung Berlin).

REFERATY

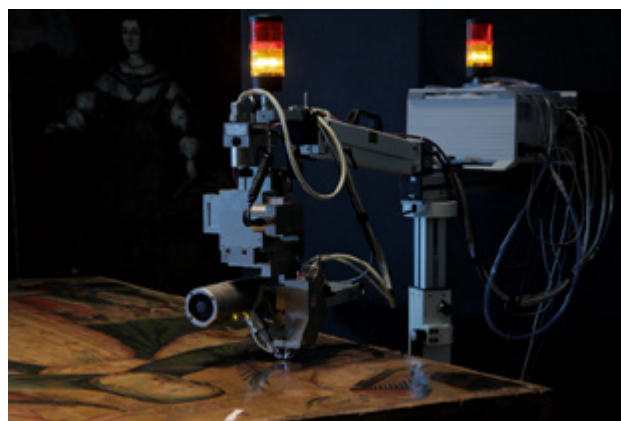
BADANIA FIZYCZNE I CHEMICZNE DO OBRAZU „MATER MISERICORDIAE – MADONNA W PŁASZCZU OPIEKUŃCZYM”, GIOVANNI DA GAETA, ROK POWSTANIA 1448, ZE ZBIORÓW ZAMKU KRÓLEWSKIEGO NA WAWELU

Angelika Bogdanowicz-Prus

Zamek Królewski na Wawelu
abogdanowicz@wawel.org.pl

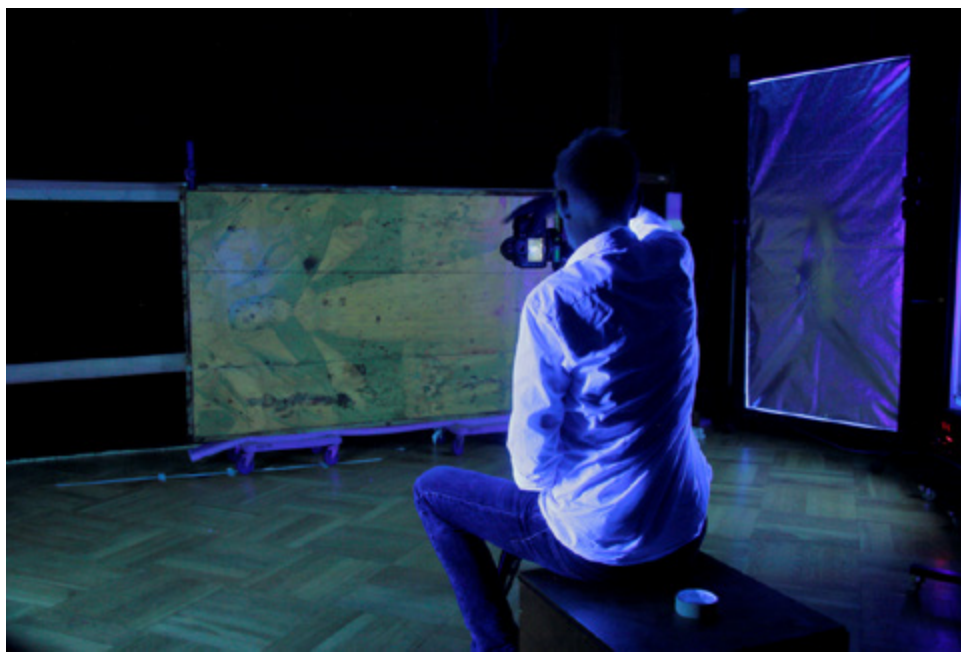
Zamek Królewski na Wawelu posiada w swoich zbiorach jedno z najcenniejszych dzieł sztuki, zgromadzonych na terenie Polski. W ramach działalności instytucji podejmowane są czynności bezpośrednio ratujące dzieła, które są zagrożone postępującymi procesami zniszczeń.

W latach 2017–2020 w ramach projektu „Wawel – Dziedzictwo dla przyszłości”, dofinansowanego ze środków europejskich z Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko podjęto prace badawcze oraz konserwatorskie przy obrazie „Mater Misericordiae – Madonna w płaszczu opiekuńczym”, powstałego w roku 1448 dla kościoła w Ardarze na Sardynii, autorstwa Giovaniego da Gaeta. Jeden z najstarszych, największych wykonanych w technice tempery ze złoceniami, na podobrazii drewnianym (211 cm x 129 cm), i najcenniejszych malowideł będących w zbiorach wawelskich od czasu powstania był wielokrotnie poddawany zabiegom mającym polepszyć jego stan. Wrażliwa na warunki klimatyczne złożona budowa technologiczna malowidła, a także przez stulecia wykonywane kolejne zabiegi mające zabezpieczyć dzieło pozostawiły w obrazie liczne zmiany oraz nawarstwienia.



Badania obiektu mające na celu dogłębne i wszechstronne rozpoznanie stanu zachowania oraz techniki i technologii przeprowadzono przy współpracy następujących jednostek naukowych:

- Laboratorium Analiz i Nieniszczących Badań Obiektów Zabytkowych LANBOZ przy Muzeum Narodowym w Krakowie,
- Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera Polskiej Akademii Nauk w Krakowie,
- Zakład Fizyki i Chemii Stosowanej Wydziału Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki w Krakowie,
- Microscopes Keyence International.



Analizę wyników badań obrazu, określenie stanu zachowania jako pierwszy etap, oraz złożony proces konserwacji obrazu wykonał zespół specjalistów konserwatorów Zamku Królewskiego na Wawelu: Angelika Bogdanowicz-Prus, Oliwia Buchwald- Zięcina, Małgorzata Stachurska-Barańska, Katarzyna Siwczyńska, Justyna Wyszowska. Prace pod nadzorem Ewy Wiłkojć wykonane zostały w sposób, który przybliżył stan oraz wyraz artystyczny najbliższy zamierzeniom twórcy.

MODELOWANIE RYZYKA PĘKANIA RZEŻB (I INNYCH MASYWNYCH OBIEKTÓW) DREWNIANYCH NA SKUTEK DYNAMICZNYCH WAHAŃ KLIMATU

Magdalena Soboń*, Łukasz Bratasz

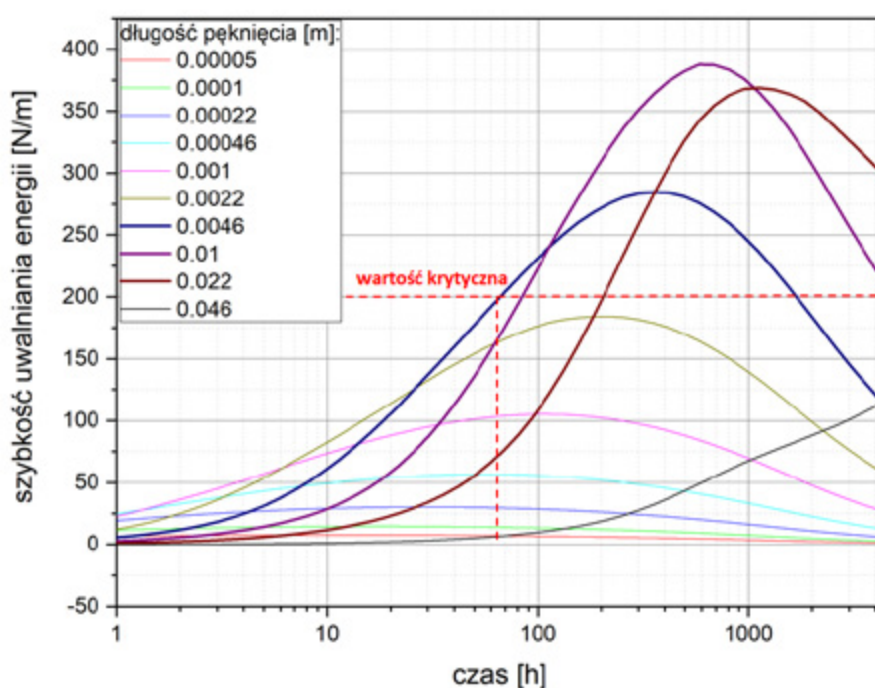
Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera,

Polska Akademia Nauk, Kraków

*magdalena.sobon@ikifp.edu.pl

Rzeźby drewniane stanowią ważną część europejskiego dziedzictwa kulturowego, będąc jednocześnie jednymi z obiektów najbardziej narażonych na wahania mikroklimatu: temperatury i wilgotności względnej. Fluktuacje warunków klimatycznych mogą prowadzić do uszkodzeń struktury, a w konsekwencji utraty wartości estetycznej rzeźby. Różnica odpowiedzi wymiarowej drewna w jego kierunkach anatomicznych na zmiany ilości zaadsorbowanej wody generuje naprężenia w materiale. W masywnych obiektach proces dyfuzji wilgoci nie przebiega natychmiastowo powodując powstanie gradientów zawartości wody zwłaszcza dla dynamicznych zmian wilgotności względnej w ich otoczeniu. Na skutek tego rozwijają się naprężenia, największe w zewnętrznych warstwach obiektu, rozciągające i ściskające – odpowiednio przy spadku i wzroście wilgotności względnej. Przekroczenie przez naprężenia krytycznej wartości wytrzymałości materiału prowadzi do rozwoju uszkodzeń, zazwyczaj w formie pęknięć wzdłuż promienia.

W dotychczas prowadzonych badaniach nad odpowiedzią obiektów zabytkowych na wahania klimatu analizowano prawie wyłącznie powolne zmiany wilgotności względnej. Prezentowana praca koncentruje się na zrozumieniu wpływu dynamicznych wahań wilgotności względnej, generujących szczególnie duże gradienty zawartości wilgoci w masywnych obiektach drewnianych. Zagadnienie to jest szczególnie ważne dla ochrony zabytków drewnianych w budynkach historycznych i świątyniach, w których sposób ogrzewania jest podyktowany komfortem wiernych oraz uczestników wydarzeń o charakterze kulturalnym lub komercyjnym. Nie istnieją powszechnie akceptowane zalecenia konserwatorskie dotyczące ogrzewania i regulacji klimatu podczas wspomnianych wydarzeń.



Do analizy procesu pęknięcia drewna użyto Modelu Elementów Skończonych (MES) i metody obliczania prędkości uwalniania energii typowej dla mechaniki pęknięcia. Główną zaletą tego modelu w porównaniu z modelem opartym na mechanice klasycznej jest jego zdolność do symulowania ryzyka powiększania pęknięcia w obiektach, które w trakcie wieków nagromadziły mikro-pęknięcia. Przeprowadzono analizę szeregu scenariuszy zmian wilgotności względnej, dla których porównano otrzymane przy pomocy całki J wartości szybkości uwalniania energii z krytycznymi wartościami literaturowymi dla drewna, stanowiącymi kryterium powiększania pęknięcia. Strategicznym celem prowadzonych badań jest dostarczenie informacji o bezpiecznych zakresach wilgotności względnej dla masywnych obiektów drewnianych, a w oparciu o nie – rozwój zaleceń dotyczących organizacji wydarzeń religijnych, kulturalnych i komercyjnych w zabytkowych wnętrzach.

BADANIA TECHNOLOGICZNE RAPORTU SS-BRIGADENFÜHRERA JÜRGENA STROOPA: „ES GIBT KEINEN JÜDISCHEN WOHNBEZIRK IN WARSCHAU MEHR!” (ŻYDOWSKA DZIELNICA MIESZKANIOWA W „WARSZAWIE JUŻ NIE ISTNIEJE!”)

Anna Włodarczyk-Sętopek, Wioleta Ługowska

**Sekcja Konserwacji Zasobu Archiwalnego, Archiwum Instytutu Pamięci Narodowej
KŚZpNP**

Raport jest oficjalnym dokumentem sporządzonym w maju 1943 roku dla Heinricha Himmlera, przez dowódcę sił likwidacyjnych getta – Jürgena Stroopa. Optyka przedstawienia wydarzeń opisanych w *Raporcie* jest porażająca. Holokaust jest ukazany z perspektywy zbrodniarza, nie ofiary, przez co dokument – wbrew intencji twórcy, nie gloryfikuje niemieckiej „odwagi, siły i ofiarności”, a staje się aktem oskarżenia i dowodem zbrodni popełnionej na ludności żydowskiej.

Raport stanowił dowód rzeczowy w procesach norymberskich i w 1951 roku w procesie 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 obiekt jest w zasobie Archiwum Instytutu Pamięci Narodowej.

Drugi z egzemplarzy *Raportu* przechowywany jest w NARA w Stanach Zjednoczonych.

W obiektach występują różnice w zakresie treści, fotografii, opisów i oprawy. Egzemplarz przechowywany w Archiwum IPN jest bezspornie dokumentem oryginalnym i autentycznym. Ze względu na szczególną wartość historyczną *Raport J. Stroopa* został w 2017 roku wpisany na listę UNESCO „Pamięć Świata”. Warto wspomnieć, że jest to 1 z 17 obiektów z Polski umieszczonych na tej liście.

Raport składa się ze 126 luźnych kart w oprawie albumowej, skórzanej. Wewnątrz wklejono 53 czarno-białe fotografie.

Wymiary zewnętrzne: wysokość 30,5 cm, szerokość 23,5 cm, grubość: 4,5 cm.

Obiekt był dość intensywnie użytkowany, o czym świadczą charakterystyczne zniszczenia – mechaniczne i fizyko-chemiczne.



Raport Stroopa – widok ogólny obiektu,
fot. W. Ługowska



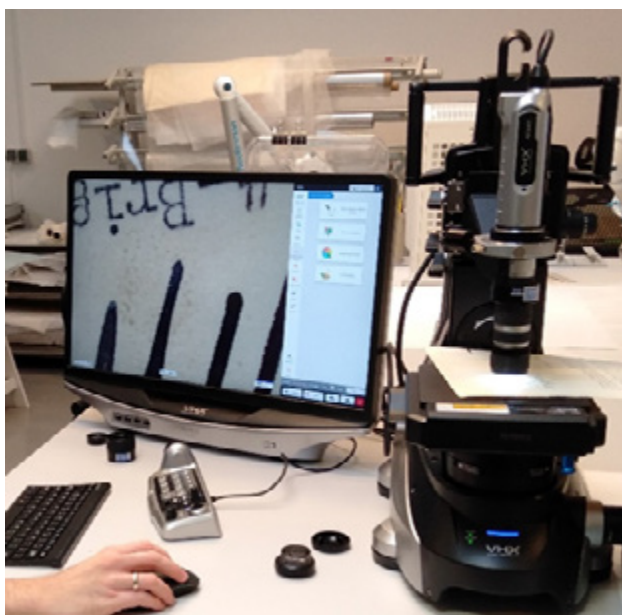
Certyfikat UNESCO, fot. AIPN



Widok strony tytułowej,
fot. A. Włodarczyk-Sętopek



Karty z wklejonymi fotografiami,
fot. W. Ługowska



Obserwacja obiektu z użyciem mikroskopu cyfrowego Keyence,
fot. A. Włodarczyk-Sętopek

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. Koordynacją prac zajęła się Magdalena Dyda reprezentująca firmę RDLS.

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.

Wykonano następujące analizy:

- obserwację obiektu przy użyciu przenośnego zestawu mikroskopowego VHX7000 Keyence,
- obserwację powierzchni obleczenia skórzanego i pobranych próbek skóry pod mikroskopem stereoskopowym i rejestracją obrazów,

- obserwacja i rejestracja obrazu fragmentów skóry w światłach diagnostycznych – obserwacja fluorescencji w UV, reflektografia w podczerwieni IR,
- analiza składu pierwiastkowego skóry metodą fluorescencji rentgenowskiej XRF,
- analiza składu pierwiastkowego metodą skaningowej mikroskopii elektronowej SEM z detektorem EDX (mapa rozłożenia pierwiastków w przekroju skóry),
- dentyfikacja sposobu garbowania skór,
- analiza składu cząsteczkowego metodą spektroskopii fourierowskiej w obszarze podczerwieni (FTIR),
- badania stopnia zakwaszenia skóry,
- badanie temperatury skurczu włókien kolagenowych metodą Micro Hot Table,
- ocena stopnia zorganizowania włókien kolagenowych (obserwacja mikroskopowa),
- badania mikrofedometryczne apretury skór,
- ocena w zakresie zniszczeń biologicznych i mikrobiologicznych,
- badania pH papieru elektrodą stykową,
- identyfikacja włókien papierów i płótna – oznaczenie składu włóknistego papieru – metody mikrochemiczne, obserwacja w UV,
- identyfikacja wypełniaczy papieru,
- identyfikacja spoiw organicznych metodą spektroskopii fourierowskiej w obszarze podczerwieni (FTIR),
- identyfikacja pigmentów,
- identyfikacja metalowego nitu metodą skaningowej mikroskopii elektronowej SEM z detektorem EDS i metodą fluorescencji rentgenowskiej XRF,
- analiza zaplamienia i składu pierwiastkowego białej farby i technik fotograficznych.

Analiz skóry dokonano na podstawie bezpośredniego oglądu obiektu i pobranych mikropróbek. Wykorzystano również udostępnione fotografie powierzchni skóry zarejestrowane z wykorzystaniem mikroskopu cyfrowego Keyence. Urządzenie pozwalało na obserwację, pomiary i rejestrację cyfrowych obrazów 3D.

Wykonane analizy pozwoliły stwierdzić, że obleczenie oprawy Raportu Stroopa wykonano ze skóry bydlęcej, 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 potwierdzić, 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 światłotrwłości 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.

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.

SKARB ZYGMUNTA AUGUSTA W RĘKACH CHEMIKA, CZYLI ANALIZA BARWNIKÓW ORGANICZNYCH W ARRASACH

Katarzyna Lech*

Wydział Chemiczny, Politechnika Warszawska

***e-mail: klech@ch.pw.edu.pl**

Barwniki naturalne stosowane do barwienia tkanin były pozyskiwane zarówno z roślin, zwierząt (głównie z rzędu pluskwiaków), jak i porostów czy grzybów. Rezeda, janowiec, marzana, czerwec polski czy orselka zawierają często od kilku do kilkunastu związków barwiących. To właśnie ich kompozycja, a także sposób w jaki są one aplikowane na włókno (i w jaki się z nim wiąże) decydują o finalnym kolorze wybarwienia. Co więcej niektóre barwniki (np. żółte barwniki flawonoidowe czy czerwone barwniki antrachinowe) zawierają bardzo podobną gamę związków barwiących. Dlatego też do prawidłowej identyfikacji wszystkich związków „składających się” na wybarwienie konieczne jest rozdzielenie składników tej mieszaniny, a co za tym idzie pobranie nici do badań. Z uwagi jednak na wartość obiektów (zarówno historyczną, jak i materialną), a często także zły stan ich zachowania, ilość tej próbki musi być ograniczona do minimum, co wymusza stosowanie czułych i selektywnych detektorów, które dostarczałyby kompletnej informacji o badanej mieszaninie. Dlatego współczesne badania organicznych barwników naturalnych w tkaninach zabytkowych prowadzone są głównie z zastosowaniem tzw. technik sprzężonych, przede wszystkim wysokosprawnej chromatografii cieczowej połączonej z detektorem spektrofotometrycznym oraz z detektorem tandemowej spektrometrii mas z jonizacją poprzez elektrorozpraszanie (HPLC-UV-Vis-ESI MS/MS). Technika ta umożliwia wykrycie szerokiej gamy związków barwiących uwzględnionych w metodzie analitycznej, a w niektórych przypadkach pozwala również na bezwzorcową identyfikację nieznanych analitów w oparciu o widma mas ich jonów potomnych (tj. rozpadu tych związków), co jest szczególnie przydatne w przypadku występowania nieznanych barwników syntetycznych.

Badaniom poddano 6 l próbek włókien pobranych z czterech arrasów (dwóch arrasów nadokiennych oraz dwóch werdiur) zamówionych przez Króla Zygmunta Augusta, a 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; ponadto stwierdzono, że w jednym z arrasów szeroka gama wybarwień (począwszy od żółtych, przez brązy, po czernie) była uzyskana przy użyciu jednego i tego samego barwnika. Nie mniej jednak wśród zidentyfikowanych preparatów znalazły się także orselka, szafran, jak i... barwnik syntetyczny(?).

BADANIE DREWNIANYCH FIGUR ŚWIĘTYCH OJCÓW KOŚCIOŁA Z NAWY GŁÓWNEJ KATEDRY KRAKOWSKIEJ Z WYKORZYSTANIEM DWUŹRÓDŁOWEJ TOMOGRAFII KOMPUTEROWEJ

**Anna Mikołajska^{1,2*}, Małgorzata Urbańczyk-Zawadzka³,
Robert Paweł Banyś³, Ignacy Jakubczyk⁴**

¹ Wydział Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki, Akademia Sztuk Pięknych im. Jana Matejki w Krakowie Wydział Odlewnictwa,

² Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica, Kraków

³ Zakład Radiologii i Diagnostyki Obrazowej, Szpital im. Jana Pawła II w Krakowie

⁴ Kierownik prac konserwatorskich

* amikolajska@asp.krakow.pl

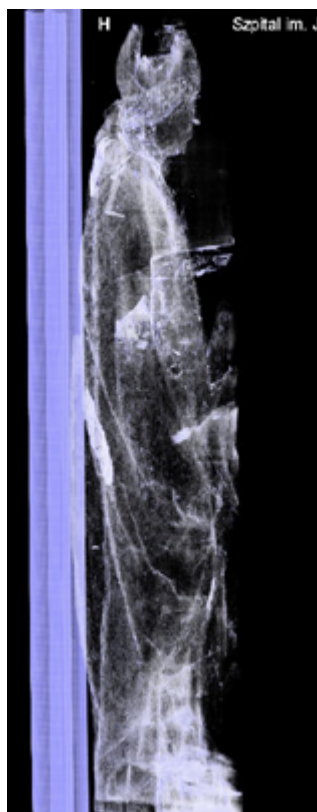
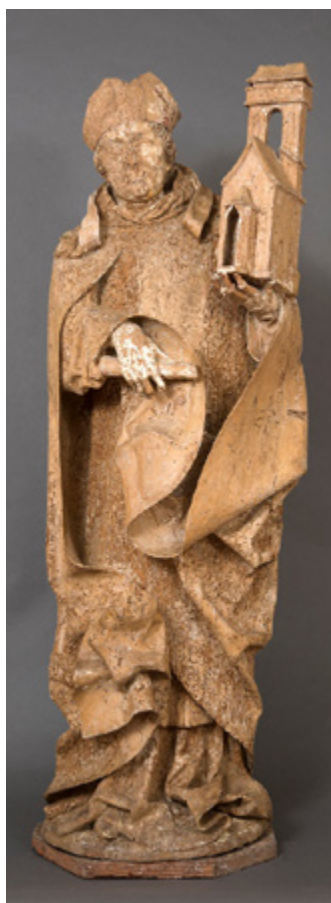
Tomografia komputerowa należy do jednych z najskuteczniejszych nieinwazyjnych metod badawczych, dając całkowity objętościowy obraz badanego obiektu. Dostarcza przede wszystkim informacji o wewnętrznej budowie danego dzieła, morfologii stosowanego drewna, elementach konstrukcyjnych czy stanie zachowania całości 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.

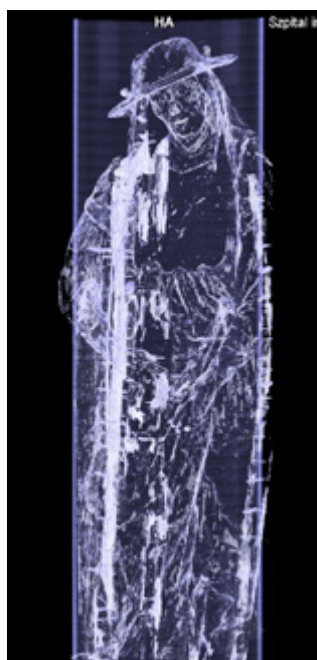
Przedmiotem badań były drewniane, polichromowane rzeźby z katedry krakowskiej, przedstawiające trzech świętych Ojców Kościoła: Hieronima, Ambrożego i Grzegorza. Były one eksponowane, przed bieżącą konserwacją, we wnękach baldachimowych ścian nawy głównej. Powstały w końcu XV, bądź na początku XVI wieku. Od drugiej połowy XIX wieku doceniano ich artystyczną klasę. Część historyków sztuki, odnosząc się do formy figury św. Hieronima, a niekiedy także Ambrożego, dopuszczała możliwość ich związku z warsztatem Wita Stwosza. Ich renowacja przeprowadzona na przełomie XIX i XX wieku, w ramach której, między innymi, uzupełniono ubytki form przy udziale drewna i gipsu, mocno zaciężała na ich odbiorze. Odwróceniu jej skutków po części poświęcono prace konserwatorskie figur wykonane w latach 2018–2019. Rzeźby nie stanowią jednolitego zespołu. Obserwowane różnice w opracowaniu wskazują, że pierwotne przeznaczenie każdej z nich było odmienne i do ekspozycji we wnękach nawy zostały zaadaptowane wtórnie. Nie wiadomo jednak dokładnie kiedy to nastąpiło. Na podstawie archiwalnych materiałów ikonograficznych, ich obecność w tej lokalizacji da się stwierdzić z całą pewnością w latach trzydziestych XIX wieku. Nie wiadomo też czy pochodzą z katedry, czy trafiły do niej skądinąd.

Dwuźródłową tomografię komputerową wykonano w Zakładzie Radiologii i Diagnostyki Obrazowej Szpitala im. Jana Pawła II w Krakowie, dzięki wieloletniej współpracy między Zakładem Chemii i Fizyki Konserwatorskiej krakowskiej ASP a Zakładem Radiologii i Diagnostyki Obrazowej.

Dzięki wykonanym tomogramom udało się szczegółowo zgłębić budowę wewnętrzną oraz stan zachowania badanych rzeźb.



Rzeźba Św. Ambrożego, po lewej przed konserwacją a po prawej po konserwacji, w środku rekonstrukcja 3D.



Rzeźba Św. Hieronima, po lewej przed konserwacją, po prawej po konserwacji, w środku rekonstrukcja 3D oraz przekrój poprzeczny (na dole).

PIERWSZY MUZEALNY MIKROBIOM – WYNIKI BADAŃ REALIZOWANYCH W RAMACH PROJEKTU „WAWEL – DZIEDZICTWO DLA PRZYSZŁOŚCI”

Magdalena Dyda^{1*}, Adam Pyzik², Oliwia Buchwald-Zięcina⁴, Ewa Wiłkojć⁴

¹ Zakład Geomikrobiologii, Instytut Mikrobiologii, Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski, RDLS sp. z o.o.

² Zakład Mikrobiologii i Biotechnologii Środowiskowej, Instytut Mikrobiologii, Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski

³ Instytut Biologii Ewolucyjnej, Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych UW

⁴ Muzeum Zamku Królewskiego na Wawelu, Kraków

* magdalena.dyda@biol.uw.edu.pl

Zamek Królewski na Wawelu jako jedno z najważniejszych muzeów w kraju ma oczywisty obowiązek możliwie szerokiego udostępniania swych zbiorów. Z drugiej strony ów szeroki dostęp nie może prowadzić do przyspieszonej deterioracji cennych dzieł sztuki, często i tak już mocno doświadczonych przez historię. Mając na uwadze, że jest to jeden z najliczniej odwiedzanych obiektów zabytkowych na turystycznej mapie Krakowa (w 2019 roku Muzeum odwiedziło ponad 1,4 mln turystów) opieka nad cennymi zbiorami stanowi nie lada wyzwanie. Razem z rzeszą turystów do sal muzealnych trafiają również liczne mikroorganizmy. Mikroorganizmy obecne w powietrzu mogą osadzać się na powierzchniach, a w trakcie wzrostu mogą przyczyniać się do pogorszenia stanu zachowania cennych obiektów zabytkowych. Nie bez znaczenia jest również negatywny wpływ mikroorganizmów na zdrowie ludzi.

W ramach projektu „Wawel – dziedzictwo dla przyszłości” podjęliśmy 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 ŚŚ. Feliksa i Adaukta (N P Marii). Analizy prowadzone były w wytypowanych pomieszczeniach w różnych porach roku i przy różnym nasileniu ruchu turystycznego. W badaniach określano różnorodność mikroorganizmów, które izolowano na różnych podłożach mikrobiologicznych jak i z pominięciem etapu hodowli. Różnorodność bakterii i grzybów ustalono dzięki zastosowaniu wysokoprzepustowej metody sekwencjonowania nowej generacji. Do ustalenia przynależności taksonomicznej wykorzystano sekwencje regionów hiperzmiennych: V3-V4 genu 16S rDNA dla identyfikacji bakterii i regionu ITS2 w celu ustalenia taksonomii grzybów.

Przeprowadzone badania wykazały, że etap hodowli ogranicza ilość uzyskiwanych taksonów mikroorganizmów. Z kolei analizy DNA izolowanego bezpośrednio z powietrza jak i z zebranych próbek osadów wykazały, że nagromadzony na powierzchniach pył jest bogatszym repozytorium drobnoustrojów niż powietrze. Stwierdzono również, że różnorodność bakterii izolowanych z powietrza w niewielkim stopniu pokrywała się z różnorodnością bakterii obserwowaną w próbkach kurzu. Z kolei różnorodność grzybów w obu rodzajach próbek była zbliżona.

W efekcie po raz pierwszy w Polsce, a może nawet w Europie czy na świecie przeprowadzono kompleksową analizę MIKROBIOMU MUZEUM z wykorzystaniem technologii omicznych.

WYKORZYSTANIE DATOWAŃ OSL W INTERDYSCYPLINARNYCH BADANIACH STANOWISK ARCHEOLOGICZNYCH NA PRZYKŁADZIE JATWIEZI DUŻEJ (NE POLSKA)

Tomasz Kalicki¹, Wojciech Głuszewski², Marcin Frączek¹, Paweł Przepióra^{1*}, Krzysztof Żurek¹

¹ Zakład Geomorfologii i Geoarcheologii, Instytut Geografii i Nauk o Środowisku,
Uniwersytet Jana Kochanowskiego, Kielce

² Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa

* pawelprzepiora1988@gmail.com

Do datowania próbek archeologicznych i geologicznych można wykorzystać nośniki ładunku (dziury i elektrony), uwięzione w pułapkach sieci krystalicznej. Źródłami promieniowania jonizującego powodującymi ekscytację np. krzemianów są radionuklidy obecne w naturalnym środowisku oraz promieniowanie kosmiczne. W skorupie ziemskiej obecnych jest nadal 18 długożyjących pierwiastków promieniotwórczych o okresie półtrwania zbliżonym do wieku Ziemi. Trzy szeregi promieniotwórcze są źródłem dodatkowych 43 innych radioizotopów. Ponieważ czasy połowicznego zaniku radionuklidów decydujących o aktywności promieniotwórczej środowiska są rzędu miliardów lat to można przyjąć, że ilość izotopów promieniotwórczych jest stała nawet w geologicznej skali czasu. Przy takim założeniu dawka promieniowania pochłonięta przez badany obiekt jest proporcjonalna do czasu jego przebywania w określonym miejscu.

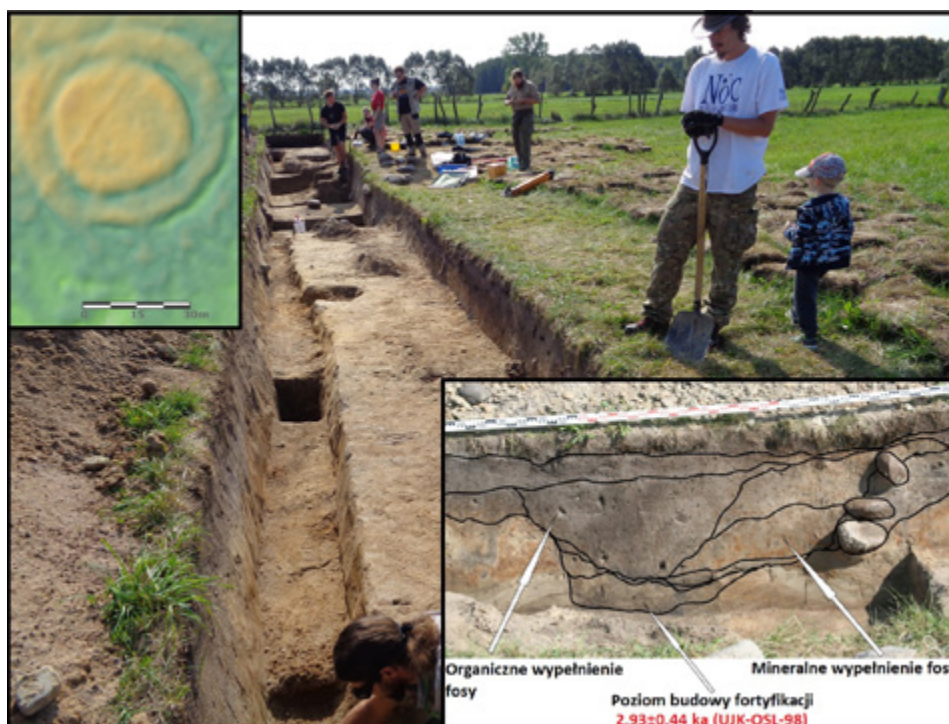
W wyniku podgrzania lub naświetlania (np. światłem słonecznym) elektrony z pułapek zostają przeniesione do pasma przewodnictwa, z którego rekombinują do centrów zawierających pułapowane nośniki przeciwnego znaku. Towarzyszy temu świecenie (luminescencja), którego natężenie jest zazwyczaj proporcjonalne do liczby elektronów uwięzionych w pułapkach, czyli do dawki promieniowania pochłoniętej podczas ekscytacji.

Metoda termoluminescencyjna (TL) jest powszechnie stosowana w naukach przyrodniczych do określania wieku osadów czwartorzędowych. Metoda TL może być wykorzystywana nie tylko do datowania próbek osadów plejstoceny i holocenu (szczególnie osadów eolicznych), ale również do datowania zabytków archeologicznych: ceramiki, cegieł, fragmentów glinianych pieców i polep, a także wypalonych krzemieni. Datowanie optycznie stymulowaną luminescencją (OSL), wykorzystuje do wyświecania zamiast podwyższonej temperatury światło. Obie metody, mimo że zostały opracowane w drugiej połowie XX w., są nadal stosowane i udoskonalane. Często datowanie TL i OSL wykonuje się naprzemiennie w celu weryfikacji uzyskanych wyników. Datowania są istotne dla dziedzictwa kulturowego.

W kontekście badań geoarcheologicznych metody luminescencyjne pozwalają zrekonstruować czas funkcjonowania danego stanowiska archeologicznego i powiązać go z innymi elementami paleośrodowiskowymi. Przykładem są badania prowadzone na Podlasiu, gdzie odkryto niewielkie, prehistoryczne struktury osadnicze z licznymi jamami zasobowymi, tzw. „Valley Forts” (rys.) [2,3].

Jest to koherentna sieć obiektów pradziejowych z późnej epoki brązu i wczesnej epoki żelaza, która zlokalizowana jest w dorzeczu dwóch głównych rzek województwa podlaskiego – Biebrzy i Narwi oraz ich mniejszych dopływów. Obiekty tego typu charakteryzują się owalną strukturą złożoną z placu centralnego oraz serii okalających je umocnień ziemnych, w skład których wchodzi znacznie denudowane, prawdopodobnie antropogeniczne, fosy i wały.

Najlepiej przebadanym do tej pory stanowiskiem jest obiekt umiejscowiony w Jatwiezi Dużej (rys.) (powiat Sokółka, województwo podlaskie, NE Polska). Stanowisko to położone jest na plejstocenyjskiej



Rys. Stanowisko archeologiczne typu „Valley Forts” w Jątwiezi Dużej widoczne na NMT (geoportal.gov.pl) oraz wykopaliska archeologiczne w zachodniej części struktury wraz z datowaniem OSL dna jednej z fos (fot. Kalicki, Przepióra 2018)

równinie sandrowej i jest oddalone o ok. 1,5 km na zachód od rzeki Brzozówka, która stanowi lewostronny dopływ Biebrzy. Stanowisko to posiada pierścieniową formę złożoną z centralnej, płaskiej i wyniesionej elewacji oraz serii dwóch fos rozdzielonych nasypem. Łącznie tworzy to trwałe bądź czasowe osiedle o średnicy ok. 60 m [2].

W trakcie wykopalisk w sezonie 2018 odkryto 10 archeologicznych obiektów zasobowych z 79 fragmentami ceramiki i 83 narzędziami krzemiennymi, które należy łączyć, ze względów typologicznych, z kulturą łużyckich pól popielnicowych [2]. Do datowania pobrano mineralne próbki z dna jednej z fos (datowanie bezwzględne metodą OSL). Zachowując wszelkie procedury związane z poprawnością wykonania datowania próbka była przechowywana i suszona bez dostępu światła UV w temperaturze pokojowej. Z wysuszonego materiału odseparowano frakcję o rozmiarach poniżej $63\ \mu\text{m}$, następnie poddano ją szeregowi procedur mających na celu oczyszczenie materiału pozostawiając jedynie ziarna kwarcu.

Na podstawie pomiarów stężeń radioizotopów potasu (^{40}K), radu (^{226}Ra) i toru (^{228}Th) określono tak zwane dawki roczne promieniowania naturalnego tła. W celu wyznaczenia krzywej kalibracji, wyzerowane światłem UV (24 h), próbki napromieniowano określonymi dawkami promieniowania gamma. Laboratoryjnymi źródłami promieniowania jonizującego są najczęściej urządzenia z radioaktywnymi izotopami kobaltu. Dla formalności należy wyjaśnić, że ^{60}Co jest β promieniotwórczy. Praktyczne znaczenie ma natomiast promieniowanie elektromagnetyczne (γ) emitowane przez nietrwały produkt jego rozpadu, wzbudzone jądra $^{60}\text{Ni}^*$. W opisanym przykładzie wykorzystano źródło produkcji indyjskiej (GC 5000) o mocy dawki 3,1 kGy/h.

Analiza OSL mineralnego dna wypełnienia fosy pozwoliło uzyskać datę $2,93 \pm 0,44\ \text{ka}$ (UJK-OSL-98) (rys.) [2]. Wpisuje się ona w okres ochłodzenia klimatu mającego miejsce w trakcie drugiego zdarzenia Bonda [1] zmuszającego ówczesnych ludzi do przechowywania żywności w obrębie tych struktur. Archeologiczne datowania artefaktów umożliwiają powiązanie pozostałości tych struktur z działalnością konkretnej kultury. Datowanie OSL odpowiednio wybranych mineralnych elementów tej formy umożliwia potwierdzenie archeologicznej prospekcji, jak również precyzyjniejsze umieszczenie w czasie momentu powstania tego obiektu.

Wyniki badań były podstawą do rozpoczęcia projektu „Fortece na bagnach. Nieinwazyjne rozpoznanie wybranych grodzisk dolinnych typu Jatwież Duża” finansowanego przez Ministerstwo Kultury i Dziedzictwa Narodowego. Datowania OSL wykonano w Laboratorium Geomorfologiczno-Hydrologicznym Instytutu Geografii i Nauk o Środowisku Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach. Napromieniowania prób wykonano w Instytucie Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie.

Literatura:

- [1] Bond G., William W., Cheseby M., Lotti R., Almasi P., deMenocal P., Priore P., Cullen H., Hajdas I., Georges Bonani G. A., 1997. Pervasive Millennial-Scale Cycle in North Atlantic Holocene and Glacial Climates, *Science* 278 (5341), s. 1257–1266, DOI:10.1126/science.278.5341.1257.
- [2] Przepióra P., Żurek K., Kalicki T., Frączek M., Wawrusiewicz A., Piasecki A., Piasecka K., Fularczyk K., Biesaga P., Małęga E., 2019. Geoarchaeology of “Valley Forts”: Case study at Jatwież Duża (Podlasie, E-Poland) - first results. 5th International Scientific Conference Geobalcanica 2019 Proceedings. Geobalcancia Society – Sofia, Republic of Bulgaria, s 43-50, ISSN 1857-7636.
- [3] Żurek K., Kalicki T., Przepióra P., Frączek M., Niebieszczanski J., Bahyrycz C., Chwałek S., Piasecki A., Wawrusiewicz A., 2020. Preliminary results of the geophysical surveys of the network of defence settlements from the Bronze Age between the Biebrza and Narew (NE Poland). *Acta Geobalcanica*, 6-2, s. 57-64.

SPEKTROSKOPIA FTIR I SPEKTROSKOPIA RAMANOWSKA W ANALIZIE OBIEKTÓW ZABYTKOWYCH

Katarzyna Hryniewicka*

MS Spektrum, Warszawa

***e-mail: kh@msspektrum.pl**

Spektroskopia FTIR i spektroskopia Ramanowska to obecnie jedne z najczęściej wykorzystywanych metod w analizie obiektów zabytkowych. Obie techniki należą do metod niedestrukcyjnych i często umożliwiają wykonywanie pomiarów bez konieczności pobrania próbek. Spektroskopie FTIR i Ramanowska umożliwiają wykonywanie pomiarów zarówno próbek o dużych rozmiarach, jak i próbek w skali mikro. Przy wykorzystaniu mikroskopów FTIR i Ramanowskich istnieje możliwość pomiaru obiektów o wymiarach kilku mikrometrów. Metody te doskonale sprawdzają się w analizie próbek takich jak: werniksy, barwniki, spoiwa, wypełniacze, ceramika, tekstylia, kamienie szlachetne, meble, rzeźby i wiele innych. Często też jest wykorzystywana do sprawdzania autentyczności dokumentów, dzieł sztuki oraz pieniędzy.

BADANIA DENARÓW SUBAERATÓW PRZY UŻYCIU RADIOGRAFII CYFROWEJ

Jan Bulas^{1*}, Anna Mikołajska^{2,3}, Michał Płotek², Magdalena Okońska-Bulas⁴

¹ **Badacz niezależny, Fi Projekt: Jan Bulas**

² **Wydział Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki, Akademia Sztuk Pięknych im. Jana Matejki w Krakowie**

³ **Wydział Odlewnictwa, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica, Kraków**

⁴ **Instytut Archeologii, Uniwersytet Jagielloński**

*** bulas.jan@gmail.com**

Celem plakatu jest prezentacja eksperymentalnej metody pozwalającej na wykrycie niepełnowartościowych, importowanych monet rzymskich – denarów subaeratów, z wykorzystaniem radiografii cyfrowej.

W przeciwieństwie do pełnowartościowych denarów, wykonanych w całości ze srebra, subaeraty posiadają brązowy lub miedziany rdzeń, pokryty warstwą srebra. Monety te, będące fałszerstwami pełnowartościowych numizmatów, stanowią istotną – z punktu widzenia badań nad relacjami plemion barbarzyńskich z Imperium Rzymskim – tematykę badawczą. Plakat prezentuje wyniki i wnioski wynikające z zastosowania radiografii cyfrowej jako nieinwazyjnej i szybkiej metody pozwalającej na rozpoznanie tego typu monet w przypadku, kiedy ich powierzchnia jest nieuszkodzona.

Radiografię cyfrową wykonano w Zakładzie Chemii i Fizyki Konserwatorskiej Wydziału Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki, przy użyciu przenośnego aparatu RTG Ultra 100 HF wraz z systemem pośredniego ucyfrowienia Carestream Vita LE. Analizę przeprowadzono na egzemplarzach monet rzymskich odkrytych na wybranych osadach kultury przeworskiej z Małopolski.

SPEKTROMETRY MIKROFLUORESCENCJI RENTGENOWSKIEJ BRUKER NANO – NIEINWAZYJNA ANALIZA CHEMICZNA W OCHRONIE ZABYTKÓW

**Michał Kuźdzał,
Labsoft, Warszawa**

Przenośne spektrometry μ XRF są doskonałym rozwiązaniem w obliczu potrzeby wykonania analizy chemicznej w terenie i w trudno dostępnych miejscach. Produkowane przez firmę Bruker Nano Analytics modele ELIO i CRONO to pierwsze na rynku spektrometry zaprojektowane i zbudowane od podstaw z przeznaczeniem do konserwacji zabytków. Pozwalają na analizę pierwiastków od Na do U poprzez bezkontaktowy pomiar w punkcie bądź mapowanie zadanej powierzchni w płaszczyźnie X-Y-Z. Dodatkowo CRONO znajduje zastosowanie w skanowaniu dużych obiektów aż do 60 cm x 45 cm i pracuje w bezpiecznej odległości 1 cm od badanego obiektu.

M6 JETSTREM to najbardziej zaawansowany i uniwersalny spektrometr μ XRF do badań w warunkach laboratoryjnych. Zastosowana tutaj optyka polikapilarna, możliwość omywania helem oraz umieszczenie na specjalnej ramie sprawiają, że jest to najdoskonalsze narzędzie pozwalające badaczowi, z doskonałą czułością, na pomiar np. powierzchni obrazów w pozycji pionowej lub poziomej i o rozmiarach aż 800 mm x 600 mm.

NOWOCZESNY BEZPRZEWODOWY MONITORING PARAMETRÓW ŚRODOWISKOWYCH WEWNĄTRZ I NA ZEWNĄTRZ MUZEÓW REZYDENCJONALNYCH

Aneta Gawryszewska, Tomasz Dziedzicki

Softwarey, Warszawa

aneta.gawryszewska@softwarey.pl

tomasz.dziedzicki@softwarey.pl

System WOLF to rozwiązanie do ciągłego monitorowania, zbierania oraz prezentowania danych środowiskowych. Wykorzystywane w systemie czujniki monitorują powietrze wewnątrz budynków (Aura i Hestia), wilgotność gleby (Troglodyta) oraz wysokość lustra wody (Helica). Zadaniem systemu WOLF jest badanie aktualnych parametrów środowiska poprzez automatyczne, cykliczne wykonywanie pomiarów, przesyłanie ich na serwery platformy WOLF, gdzie są przechowywane, a następnie prezentowanie danych w aplikacji www, aplikacji mobilnej oraz na Dashboardach TV. Automatyczny bezprzewodowy monitoring za pomocą urządzeń systemu WOLF zapewnia możliwość reagowania w czasie rzeczywistym na zagrażające zbiorom archiwalnym warunki środowiskowe (dzięki powiadomieniom *push* oraz e-mail), jak również retrospektywne analizy i statystyki warunków środowiskowych w poszczególnych pomieszczeniach ze zbiorami.

Oferowane przez nas czujniki Aura i Hestia mierzą parametry wewnątrz obiektów, takie jak: temperatura, wilgotność oraz zapylenie (PM 2,5 i PM 10). Urządzenia te służą do ciągłego monitorowania warunków, w jakich są przechowywane zbiory muzealne. Dodatkowo w sytuacjach krytycznych czujniki wysyłają alerty (powiadomienia *push* i e-mail) informujące o zmianach parametrów fizykochemicznych, które znacząco mogą wpływać na stan ekspozycji.

Urządzenia Hestia pracują w sieci o topologii siatki (Mesh). Sieć czujników Mesh składa się z urządzeń typu serwer oraz klient. Serwery to urządzenia pomiarowe dokonujące pomiarów temperatury, wilgotności oraz zapylenia. Urządzenie typu klient agreguje dane z wielu czujników, które pełnią funkcję przekazników danych. To oznacza, że można zwiększać zasięg sieci poprzez zwiększenie liczby czujników. Urządzenia Hestia komunikują się ze sobą przy wykorzystaniu Bluetooth Mesh – technologii o strukturze siatki, autorstwa Bluetooth Special Interest Group (jej specyfikacja definiuje zasady bezpieczeństwa przesyłanych w sieci pakietów danych). Jest to sieć rozproszona, samokonfigurująca się. Komunikacja radiowa wykonywana jest w paśmie ISM (ang. *Industrial, Scientific, Medical*) w częstotliwości 2,4 GHz. Czujniki Hestia przesyłają pakiety pomiarów do odbiornika Bluetooth opartego na komputerze jednopłytkowym Raspberry Pi.

Czujniki Troglodyta służą do ciągłego monitorowania wilgotności gleby. Sonda, umieszczona w podłożu na głębokości około 15 cm – 25 cm, umożliwia kontrolę warunków środowiskowych oddziałujących na rośliny w ogrodach muzealnych oraz obserwację poziomu wilgotności fundamentów budynków, który może mieć wpływ na zbiory muzealne przechowywane np. w piwnicach.

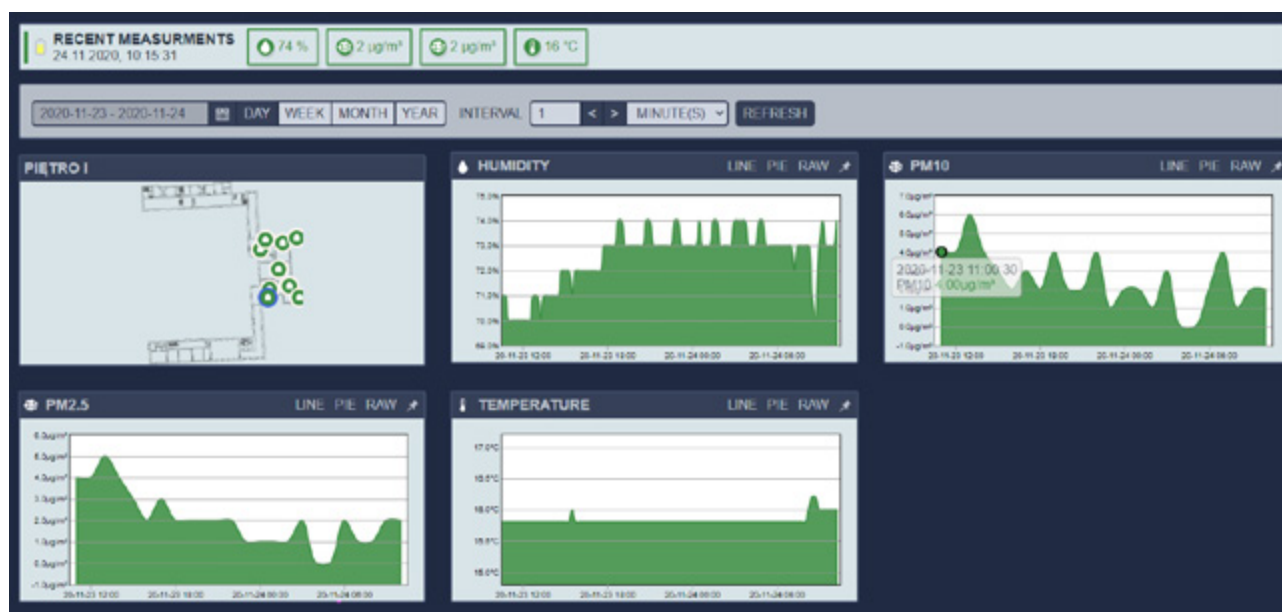
Sondy Helica mierzą wysokość lustra wody. Są one wykorzystywane w zbiornikach wodnych znajdujących się w pobliżu muzeów. Stały monitoring poziomu wody pozwala na odpowiednio wczesne reagowanie w razie zagrożenia powodzią.

Urządzenia Aura, Troglodyta i Helica wysyłają pakiety z pomiarami do odbiornika LoRa. Działanie tego odbiornika jest oparte na komputerze jednopłytkowym działającym pod kontrolą systemu Linux. Oprogramowanie o strukturze wielowątkowej pozwala na obsługę dwóch kanałów komunikacyjnych systemu LoRa o częstotliwościach 433 MHz lub 868 MHz. Dodatkowo urządzenie ma możliwość deszyfracji oraz wstępnej analizy wyników. Dokonuje też wstępnej selekcji komunikatów, a następnie wysyła je poprzez Ethernet do serwera danych.

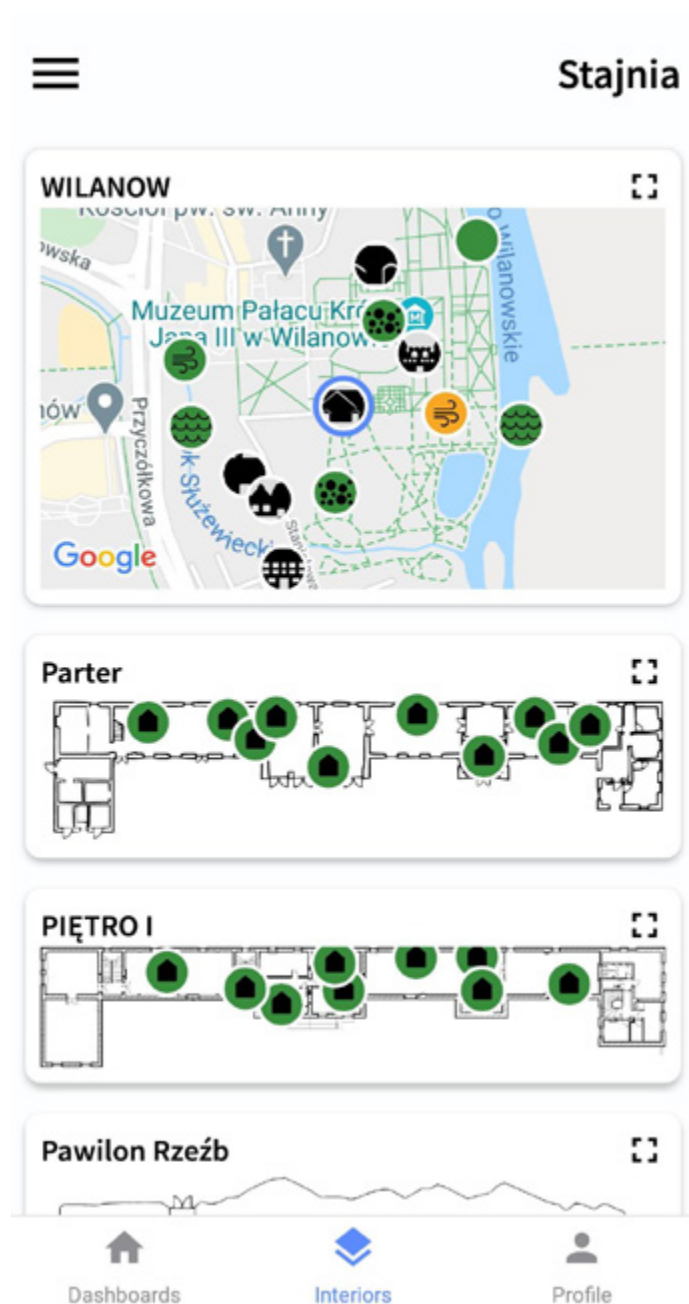
Użytkownik systemu WOLF ma dostęp do platformy www oraz do aplikacji mobilnej. Ciągła rejestracja pomiarów daje możliwość przeprowadzenia dokładnej oceny parametrów środowiskowych. W systemie dostępny jest podgląd pomiarów z danego dnia, miesiąca, a także z konkretnego okresu. Dzięki temu można dokonać porównania danych z interesujących użytkownika przedziałów czasowych. WOLF umożliwia też rejestrację momentów, w których zostaną przekroczone określone progi dla mierzonych parametrów. Występują wtedy tzw. alerty – prezentowane wykresy zmieniają barwę, a na e mail lub w aplikacji mobilnej (*push*) wysyłane są komunikaty. Użytkownik systemu ma możliwość eksportu wyników pomiarów do Excela, dzięki czemu mogą one być wykorzystywane do tworzenia raportów, porównań itd.



Rys. 1. Przykładowy widok z aplikacji www



Rys. 2. Przykładowy widok z Dashboardu TV



Rys. 3. Przykładowy widok z aplikacji mobilnej

Platforma WOLF to rozwiązanie end to end służące do kontroli parametrów środowiskowych na terenie obiektów muzealnych: od wykonania pomiaru, poprzez przesyłanie danych w czasie rzeczywistym na serwery i prezentowanie użytkownikom na Dashboardach, w aplikacji www oraz aplikacji mobilnej, po przechowywanie historycznych danych pozwalające na ich analizy i raportowanie.

Poszczególne elementy systemu WOLF mogą być również integrowane z istniejącą infrastrukturą pomiarową bądź systemów IT. Możliwe jest powiązanie czujników WOLF z innym systemem przechowyującym i prezentującym dane z pomiarów, jak również systemu WOLF (serwer, aplikacje www i mobilna) z innymi urządzeniami pomiarowymi już zainstalowanymi w placówce muzealnej.

PORTRET MARII PUSŁOWSKIEJ JANA MATEJKI, ZE ZBIORÓW MUZEUM UNIwersYTETU JAGIELLOŃSKIEGO COLLEGIUM MAIUS – ODSŁONIĆ NIEWIDZIALNE

Maria Goryl^{1*}, Aleksandra Kisiel¹, Jolanta Pollesch², Anna Mikołajska¹, Małgorzata Walczak¹

¹ Akademia Sztuk Pięknych im. Jana Matejki w Krakowie, Wydział Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki

² Muzeum Uniwersytetu Jagiellońskiego Collegium Maius, Kraków

* mgoryl@asp.krakow.pl

Warsztat malarski Jana Matejki ciągle kryje wiele wartych odkrycia tajemnic. Dlatego, z dużym zainteresowaniem przyjęto propozycję przeprowadzenia badań technologicznych, portretu Marii Pusłowskiej, autorstwa Mistrza, który znajduje się w zbiorach Muzeum Uniwersytetu Jagiellońskiego Collegium Maius. Dobry stan zachowania obiektu wymusił zastosowanie nieniszczących technik badawczych, takich jak reflektografia, obrazowanie RTG oraz spektrometria fluorescencji rentgenowskiej, przy użyciu skanera makro oraz przenośnego spektrometru Tracer 5g.

Przeprowadzona analiza uwidoczniła prawdziwy kunszt Matejki, który z niezwykłą starannością naniósł detale stroju Pusłowskiej oraz szczegóły anatomiczne. Na mapach rozkładu poszczególnych pierwiastków, jak również na zdjęciu RTG, w okolicach dłoni Marii, zaobserwowano, doskonale widoczne pentimenti. Artysta zmienił kompozycję obrazu, na nowo malując dłonie Pusłowskiej. Analiza kontekstu historycznego wskazuje na wiele powodów, które mogły wpłynąć na owe zmiany, jednym z nich mógł być stan błogosławiony, w jakim znalazła się portretowana. Dodatkowo, po przeanalizowaniu wcześniejszych wyników, wykonane zostały również badania SEM/EDX. Na ich podstawie określono rodzaj zastosowanej zaprawy oraz potwierdzono identyfikację niektórych pigmentów.

Autorki dziękują Muzeum Uniwersytetu Jagiellońskiego Collegium Maius za udostępnienie obiektu do badań.

Przedstawione wyniki zostały wykonane w ramach pracy dyplomowej Aleksandry Kisiel, pod kierunkiem Andrzeja Raczkowskiego.



Zdjęcie portretu Marii Pusłowskiej Jana Matejki, ze zbiorów Muzeum UJ Collegium Maius w świetle widzialnym oraz fragment zdjęcia RTG, przedstawiający okolice dłoni Marii.

DZIAŁANIA PREWENCYJNE W MUZEUM ZAMKU KRÓLEWSKIEGO NA WAWELU – ANALIZY CZYNNIKÓW DETERIORACYJNYCH

Magdalena Dyda^{1,4*}, Łukasz Istel³, Paulina Drabik⁴, Oliwia Buchwald-Zięcina⁵, Ewa Wiłkojć⁵

¹ Zakład Geomikrobiologii, Instytut Mikrobiologii, Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski

² Zakład Mikrobiologii i Biotechnologii Środowiskowej, Instytut Mikrobiologii, Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski

³ Instytut Biologii Ewolucyjnej, Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych

⁴ RDLS sp. z o.o., spółka spin-off Uniwersytetu Warszawskiego

⁵ Muzeum Zamku Królewskiego na Wawelu, Kraków

* magdalena.dyda@biol.uw.edu.pl

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 drastycznie przyspieszają procesy deterioracji. Dodatkowo, zanieczyszczenia organiczne mogą wpływać na intensywność zanieczyszczenia mikrobiologicznego zarówno budowli jak i obiektów zabytkowych przechowywanych i ekspozycyjnych w Muzeum Zamku Królewskiego na Wawelu.

Unikatowy charakter zbiorów, specyficzne warunki klimatyczne panujące w zabytkowych murach oraz konieczność pogodzenia bezpieczeństwa zbiorów z ich możliwe szerokim udostępnianiem stanowią poważne wyzwanie dla zespołu konserwatorów i kustoszy, tym bardziej, że procesy mające negatywny wpływ na stan obiektów zachodzą zazwyczaj powoli, a ich fatalne skutki stają się widoczne dopiero w wyniku kumulacji w czasie. Możliwe, że dopiero następne pokolenia będą mogły te zjawiska właściwie zrozumieć. Pamiętając o przyszłości, należy już dziś tworzyć warunki zmierzające do redukcji tych zmian. Jednym z podstawowych działań jest zatem identyfikacja wszystkich zjawisk, które mogą prowadzić do zagrożenia obiektów ekspozycyjnych we wnętrzach muzealnych.

Jednym z celów projektu „Wawel - dziedzictwo dla przyszłości” było opracowanie strategii ochronnych kolekcji wawelskiej przed zagrożeniami deterioracyjnymi, w tym przed zagrożeniami mikrobiologicznymi. W ramach projektu przeprowadzono kompleksowe analizy czystości mikrobiologicznej powietrza oraz powierzchni zabytkowych obiektów. Równolegle prowadzono szeroki monitoring parametrów fizyko-chemicznych powietrza (analizy składu chemicznego oraz stężenia pyłów zawieszonych w powietrzu) oraz wykonano wielokrotne przeglądy entomologiczne kolekcji. Analizy wykonywano systematycznie w pomieszczeniach magazynowych, pracowniach konserwatorskich oraz pomieszczeniach ekspozycyjnych przez okres blisko dwóch lat. Oprócz analiz w głównym budynku Muzeum, badania prowadzono w Rotundzie św. Feliksa i Adaukt – najstarszej budowli na Wzgórzu Wawelskim. Otrzymane wyniki pozwoliły na identyfikację zagrożeń i wprowadzenie konkretnych działań naprawczych dla lokalizacji najbardziej narażonych na oddziaływanie czynników deterioracyjnych.

INFORMACJA O SKŁADZIE PIERWIASTKOWYM ATRAMENTÓW– WSKAŹNIKI NEEVELA W BADANIACH WSPOMAGAJĄCYCH DIAGNOSTYKĘ STANU RĘKOPISÓW ARCHIWALNYCH.

Barbara Wagner¹, Anna Czajka²

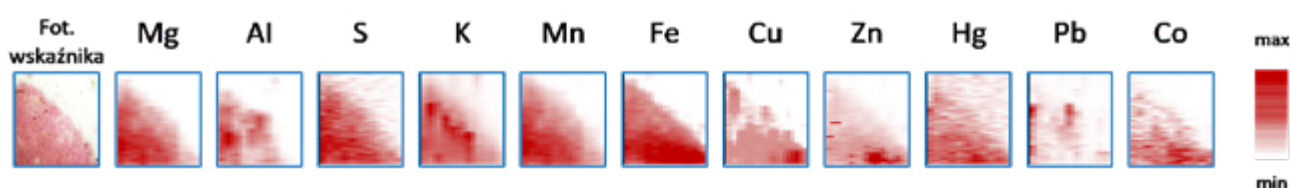
¹ Centralne Archiwum Akt Dawnych, Warszawa

² Wydział Chemii, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych, Uniwersytet Warszawski

¹ barbog@chem.uw.edu.pl

² aczajka@agad.gov.pl,

W 1995 roku holenderski chemik Johan.G. Neevel zaproponował nowy sposób diagnozowania stanu rękopisów w oparciu o wykrywanie obecności jonów żelaza, które pozostawały niezwiązane w trwałych kompleksach metalo-organicznych tworzących charakterystyczną barwę atramentów żelazowo-galusowych.... Zaproponowane narzędzie diagnostyczne w postaci papierowych wskaźników nasączonych beta-fenantroliną 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 w oczywisty sposób przekazuje informację o realnym zagrożeniu korozją atramentową rękopisów zapisanych atramentami żelazowo-galusowymi. Brak zmiany zabarwienia świadczy o braku wolnych jonów żelaza.



Rys. Przykładowe zdjęcie wskaźnika Neevela i mapy rozmieszczenia wybranych pierwiastków

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 również od otoczenia chemicznego i od całkowitego składu pierwiastkowego badanych atramentów. W naszej pracy pokazujemy, że za pomocą wskaźników Neevela może zostać w stosunkowo prosty sposób pozyskana szersza informacja o składzie pierwiastkowym atramentów, wspomagając diagnostykę stanu rękopisów archiwalnych (rys.). Badania zużytych wskaźników nawet po wielu latach pozwalają na wykrycie nie tylko obecności wolnych jonów żelaza, lecz również mogą przybliżyć ogólny nieorganiczny skład chemiczny atramentów bez konieczności mechanicznego pobierania próbek i bez potrzeby transportowania dokumentów do laboratoriów. Opisujemy zastosowanie metody LA ICP MS (ang. Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) w badaniach wskaźników Neevela i pokazujemy w jaki sposób można zwizualizować rozmieszczenie w atramencie żelaza (Fe) wraz z pierwiastkami towarzyszącymi takimi jak miedź (Cu), mangan (Mn), siarka (S), cynk (Zn), ołów (Pb), glin (Al) oraz potas (K), sód (Na) lub magnez (Mg) [1].

Literatura:

- [1] B.Wagner, A.Czajka, Non-invasive approximation of elemental composition of historic inks by LA-ICP-MS measurements of bathophenanthroline indicators, *Talanta* (2021) 222/15 121520 <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2020.121520>

RADIACYJNA KONSERWACJA OBIEKTÓW HISTORYCZNYCH – 50 LAT TRADYCJI W ARC-NUCLÉART

Laurent Cortella¹, Christophe Albino¹, Quoc Khoi Tran¹, Karine Froment¹, Wojciech Głuszewski^{2*}

¹ ARC-Nucléart, Grenoble, France

² Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa

* w.gluszewski@ichtj.waw.pl

W komunikacie na przykładzie współpracy z ARC-NUCLÉART omówiono zalety i ograniczenia radiacyjnych metod: dezynsekcji, dezynfekcji oraz konsolidacji obiektów istotnych dla dziedzictwa kulturowego. Światowe doświadczenia w tej dziedzinie zostały podsumowane w monografii wydanej przez Międzynarodową Agencję Energii Atomowej [1]. Udział w tej publikacji ma również Instytut Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie, w którym działa tzw. IAEA Collaborating Centre – RAPID (ang. Radiation Processing and Industrial Dosimetry). Unikatowymi cechami technik radiacyjnych jest możliwość prowadzenia konserwacji wielu obiektów w dowolnej temperaturze w bardzo krótkim czasie. Najczęściej jest to temperatura otoczenia (rzadziej ujemna).

Obchodząca w tym roku jubileusz pięćdziesięciolecia pracownia konserwacji zabytków ARC-NUCLÉART powołana została przez francuski Komisariat ds. Energii Atomowej i Alternatywnych Źródeł Energii (CEA) [2]. Zajmowała się ona badaniami naukowymi i wdrażaniem wszelkiego rodzaju działań prowadzonych z użyciem promieniowania jonizującego mających na celu zahamowanie trwającego procesu degradacji przedmiotów lub grupy przedmiotów bądź utrwaleniem najbardziej delikatnych artefaktów [3]. Po raz pierwszy promieniowanie jonizujące wykorzystano do konserwacji historycznego parkietu i średniowiecznych przedmiotów drewnianych. Wyrazem uznania dla osiągnięć naukowych pracowni było powierzenie jej w roku 1977 dezynfekcji mumii Ramzesa II, którą przetransportowano z Egiptu. W roku 1981 w ramach partnerstwa między CEA, Dyрекcją Muzeów Francji i Miastem Grenoble, utworzono Centrum Badań i Konserwacji Mokrego Drewna (CETBGE). Doświadczenia te wykorzystuje się również dla innych celów. Przykładowo konsolidowanym radiacyjnie parkietem wyłożone jest lotnisko w Seulu.

ARC-NUCLÉART nieprzerwanie od lat siedemdziesiątych XX wieku do obróbki radiacyjnej wykorzystuje basenowe źródło promieniowania gamma. W minionym okresie, radiacyjnej konserwacji poddano wiele tysięcy artefaktów, od skromnych wyrobów sztuki ludowej po najbardziej prestiżowe eksponaty archeologiczne. Najczęstszym zabiegiem radiacyjnej konserwacji jest eliminacja owadów. Próg wymagany do osiągnięcia deterministycznej śmierci dowolnych rodzajów insektów został eksperymentalnie ustalony na poziomie 500 Gy. Niszczy się w ten sposób jaja i powoduje bezpłodność dorosłych form insektów. Zwiększając dawkę do 2 kGy można skrócić czas uzyskania efektu letalnego do kilku dni. Oprócz niektórych rzadkich przeciwwskazań technika radiacyjna jest bezpieczna dla bardzo szerokiego zakresu materiałów. Minimalną dawkę ustala się z punktu widzenia oczekiwanego celu biologicznego. Maksymalną dawkę, której nie należy przekraczać, ocenia się po analizach potencjalnych działań niepożądanych, na które zawsze zwraca się szczególną uwagę.

W dezynfekcji stosuje się dawki od 3 kGy do 10 kGy. Obniża się w ten sposób zanieczyszczenia pleśniami i grzybami do akceptowalnego dla muzeum lub pomieszczenia magazynowego poziomu. Całkowita sterylizacja nie jest potrzebna gdyż zarodniki grzybów są i tak zawsze obecne w powietrzu. W Instytucie Chemii i Techniki Jądrowej do napromieniowania wykorzystuje się wiązki elektronów przyspieszane w akceleratorze w celu sterylizacji wyrobów medycznych, przeszczepów i wyrobów spożywczych.

Pracownia ARC-NUCLÉART opracowała oryginalną metodę konserwacji obiektów drewnianych w bardzo złym stanie poprzez tak zwaną radiacyjną konsolidację. Powoduje to objętościowe wzmocnienie porowatego materiału w wyniku inicjowanych promieniowaniem jonizującym polimeryzacji monomerów i sieciowania żywic. We Francji stosuje się najczęściej żywice typu styren/nienasycony poliester. Wcześniej prowadzi się impregnację materiału techniką próżniowo/ciśnieniową. Zabieg taki w odróżnieniu od klasycznych metod z użyciem poli(tlenku etylenu) można wykonać w bardzo krótkim czasie. Osiągnięta w ten sposób konsolidacja jest szczególnie stabilna ale nieodwracalna. Dlatego jest ona celowo ograniczana do uzasadnionych przypadków, w których konserwacja nie może być osiągnięta za pomocą mniej inwazyjnych środków. Jest to najczęściej tak zwana konserwacja „ostatniej szansy” i dotyczy znacznie zdegradowanych rzeźb drewnianych lub sytuacji, gdy wymagane jest uzyskanie funkcjonalnej wytrzymałości mechanicznej. Dzięki wysokiej stabilności chemicznej polimeru jest często stosowana do konserwacji mokrego drewna archeologicznego, szczególnie w obecności nierozłącznych części metalowych, które podlegałyby korozji w konwencjonalnych metodach.

Należy podkreślić, że prowadzone od ponad pół wieku badania nad wpływem promieniowania jonizującego na historyczne materiały pozwoliły wyodrębnić grupy obiektów, które się do takich zabiegów nadają. Prace te przez wiele lat były koordynowane przez Międzynarodową Agencję Energii Atomowej [4]. ARC-Nucléart współpracuje z instytucjami z całego świata szkoląc specjalistów i podejmując się najtrudniejszych przypadków ratowania dzieł sztuki. W pomieszczeniach wyposażonych w nowoczesny sprzęt, na powierzchni 3000 m², interdyscyplinarny zespół (chemicy, fizycy, technicy, konserwatorzy, kuratorzy, pracownicy administracyjni) zajmuje się ochroną dziedzictwa, pracami nad zbiorami muzealnymi lub w zabytkami historycznymi, ale także prowadzą prace na stanowiskach wykopaliskowych, aby pomóc archeologom. Ważnym elementem działalności, jest również promocja wiedzy na temat technik radiacyjnych w identyfikacji i konserwacji dzieł sztuki.

Literatura:

- [1] IAEA (2017). Uses of Ionizing Radiation for Tangible Cultural Heritage Conservation. IAEA Radiation Technology Series N 6, International Atomic Energy Agency, Vienna.
- [2] Cortella, L., Albino, C., Tran, Q.-K., Froment, K. (2020). '50 years of French experience in using gamma rays as a tool for cultural heritage remedial conservation', Radiation Physics and Chemistry, 171, 108726, DOI: 10.1016/j.radphyschem.2020.108726.
- [3] Głuszewski, W., Zagórski Z.P., Tran Q.K., Cortella L. (2011). Maria Skłodowska Curie – the precursor of radiation sterilization methods. Analytical and Bioanalytical Chemistry, 400: 1577-1582. DOI: 10.1007/s00216-011-4699-7
- [4] Głuszewski, W., Khôi Tran, Cortella, L., Abbasova, D., Radiacyjna modyfikacja celulozy i konsolidacja radiacyjna. Tworzywa Sztuczne w Przemysle, 3, 2016, 98-99



AGENCJA
REKLAMOWA
MALAMUT

arMalamut.pl



Organizujesz spotkania naukowe?
Zamów pakiety reklamowe!

szczegóły na stronie www.arMalamut.pl

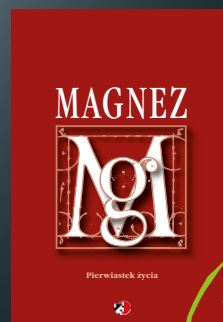
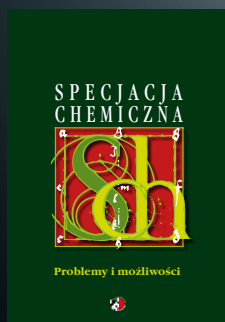
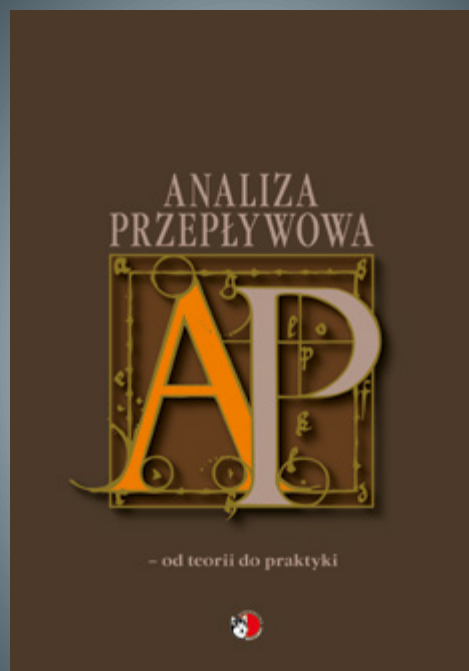
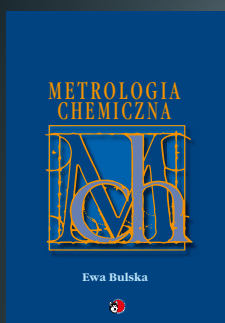
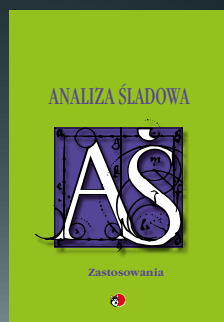
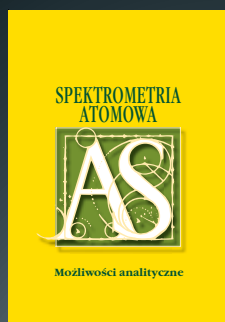
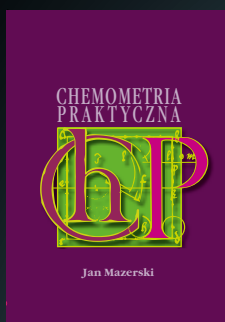


▼ info@arMalamut.pl ▼ tel. +48 606 330 955 ▼



BIBLIOTEKA ANALITYKA

chemia w dobrym wydaniu



www.malamut.pl

KSIĄŻKI
w sklepie
internetowym
www.malamut.pl
DOSTĘPNE