

ANALIZA CHEMICZNA  
W OCHRONIE ZABYTKÓW

XV





3 – 4 grudnia 2015

Warszawa

## **Patronat honorowy**

**Pani Prezydent m.st. Warszawy**

**Hanny Gronkiewicz-Waltz**



PATRONAT HONOROWY PREZYDENTA  
MIASTA STOŁECZNEGO WARSZAWY

## XV konferencja Analiza Chemiczna w Ochronie Zabytków

Konferencja jest organizowana i dofinansowana przez Komitet Chemii Analitycznej PAN

### KOMITET ORGANIZACYJNY:



Wydział Chemii UW



Polska Akademia Nauk



Zespół Analizy Spektralnej Komitetu Chemii Analitycznej PAN



Państwowe Muzeum Archeologiczne  
w Warszawie



Stowarzyszenie Naukowe Archeologów Polskich, Oddział Warszawa

### KOMITET NAUKOWY:

Prof. dr hab. Ewa Bułska

### KOMITET ORGANIZACYJNY:

#### Przewodnicząca:

dr hab. Barbara Wagner

#### Vice- Przewodniczący:

Władysław Weker

#### Sekretarze:

Regina Dziklińska

Olga Syta

Luiza Kępa

Aleksandra Wesołowska

Kamila Załęska

# ACHwOZ'15

Szanowni Państwo, przekazujemy do Państwa rąk kolejną książkę abstraktów, której współautorami są wszyscy uczestnicy konferencji Analiza Chemiczna w Ochronie Zabytków, AChwOZ'XV. Spotkania chemików analityków z archeologami, historykami i konserwatorami dzieł sztuki są organizowane od 1999 roku i niezmiennie jesteśmy przekonani o tym, że jest to ważny element budowania interdyscyplinarnej współpracy.

Baczenie obserwujemy zmiany, jakie zaszły od momentu pierwszej konferencji w sposobie prezentowania badań i widzimy ogromny postęp, jaki dokonał w tym czasie. Zmianie uległo rozłożenie akcentów realizowanych projektów, na pewno wzrosła umiejętność komunikacji wzajemnych potrzeb lub wymagań, ale czy towarzyszy temu partnerstwo i zrozumienie specyfiki tak bardzo zróżnicowanych środowisk? Mamy szczerą nadzieję, że tak właśnie jest, a dwa dni spędzone na żywych dyskusjach pozwolą to zrozumienie pogłębić w trakcie trwania konferencji AChoZ'XV.

ORGANIZATORZY

## 3 CZWARTEK XII 2015 • CENTRUM NAUK BIOLOGICZNO CHEMICZNYCH, WYDZIAŁ CHEMII UW, UL. ŻWIRKI WIGURY 101

|             |                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15.00–15.30 | <b>Rejestracja</b>                                                                                                                                                                                              |
| 15.30–16.00 | Otwarcie konferencji                                                                                                                                                                                            |
| 16.00–16.40 | Tomasz Łojewski „Obrazowanie wielospektralne w badaniu zabytków i dzieł sztuki”                                                                                                                                 |
| 16.40–17.10 | Ludwik Halicz „MC–ICPMS and LA–MC–ICPMS methods as a new tool for archaeological research”                                                                                                                      |
| 17.10–17.30 | Arkadiusz Sołtysiak „Analiza trwałych izotopów azotu i węgla w szczątkach ludzkich i zwierzęcych ze stanowisk archeologicznych położonych w środkowej dolinie Eufratu (Syria)”                                  |
| 17.30–17.40 | <b>przerwa na kawę</b>                                                                                                                                                                                          |
| 17.40–17.55 | Joanna Sobczyk „Zastosowanie metod komputerowej analizy obrazu oraz morfometrii statystycznej w badaniach i dokumentacji średniowiecznych witraży z Grodzka w celu poszerzenia wyników badań fizykochemicznych” |
| 17.55–18.10 | Edyta Bernady „Analiza technologii i stanu zachowania XV-wiecznego witrażu Tron Łaski z klasztoru oo. Dominikanów w Krakowie z zastosowaniem makroskanera XRF oraz dyfrakcji rentgenowskiej XRD”                |
| 18.10–18.25 | Monika Ganeczko „Analiza barwników tkanin pochodzących z komnat królewskich w Pałacu w Wilanowie za pomocą LC/MS/MS”                                                                                            |
| od 18.25    | <b>Spotkanie uczestników konferencji przy lampce wina</b>                                                                                                                                                       |

## 4 PIĄTEK XII 2015 • WYDZ. KONSERWACJI I RESTAURACJI DZIEŁ SZTUKI ASP W WARSZAWIE, WYBRZ. KOŚCIUSZKOWSKIE 37

|                  |                                                                                                                              |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>sesja I:</b>  | <b>badania instrumentalne w analizie zabytków</b>                                                                            |
| 9.30–10.00       | Rozpoczęcie konferencji, powitanie                                                                                           |
| 10.00–10.10      | Wystąpienie Przedstawiciela Miasta st. Warszawy                                                                              |
| 10.10–10.30      | Monika Stachurska „Złoto cypryjskie – kontynuacja XIX-wiecznych badań. Refleksje.”                                           |
| 10.30–10.50      | Piotr Targowski „Zastosowanie metody makroXRF do oceny stanu zachowania obiektu na przykładzie obrazu „Matka Boża Byszevska” |
| 10.50–11.05      | Barbara Łydzba-Kopczyńska „Projekty badawcze Krajowego Centrum Badań nad Dziedzictwem”                                       |
| 11.05–11.15      | Katarzyna Hryniewicka „Zastosowanie spektroskopii w podczerwieni w analizie obiektów zabytkowych”                            |
| 11.15–11.30      | przerwa na kawę                                                                                                              |
| <b>sesja II:</b> | <b>badania w konserwacji zabytków na podłożu papierowym i pergaminowym</b>                                                   |
| 11.30–11.50      | Anna Nowicka „Odkwaszanie podłoża celulozowych w konserwacji malarstwa – konieczność czy fanaberia?”                         |
| 11.50–12.05      | Wojciech Głuszewski „Wykorzystanie DRS i GC do badania odporności radiacyjnej starodruków”                                   |

## ANALIZA CHEMICZNA W OCHRONIE ZABYTKÓW PROGRAM KONFERENCJI

|                   |                                                                                                                                                                                          |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12.05–12.20       | Tomasz Sawoszczuk „Detekcja aktywności pleśni powodujących biodeteriorację pergaminu na podstawie analizy mikrobiologicznych lotnych związków organicznych”                              |
| 12.20–12.35       | Izabela Zając „Zabytkowe fotografie na papierze – problematyka identyfikacji technologii i czasu powstania”                                                                              |
| 12.35–12.45       | Piotr Linke „Instrumenty analityczne Brukera w rękach konserwatorów zabytków i archeologów”                                                                                              |
| od 12.45          | lunch                                                                                                                                                                                    |
| do 13.45          | sesja plakatowa                                                                                                                                                                          |
| <b>sesja III:</b> | <b>badania warstw malarskich</b>                                                                                                                                                         |
| 13.45–14.00       | Sylvia Svorova Pawełkowicz „Typowe i nietypowe zanieczyszczenia pigmentów miedziowych”                                                                                                   |
| 14.00–14.15       | Elżbieta Szmit-Naud „Składniki malarskiej palety w iluzjonistycznych dekoracjach teatralnych – przykłady z europejskich kolekcji XVIII–XX w. w świetle badań instrumentalnych”           |
| 14.15–14.30       | Elżbieta Zygier „Porównanie palety dwóch polskich artystów dziewiętnastowiecznych – M. Gierymskiego i H. Siemiradzkiego – na podstawie badań prowadzonych w Muzeum Narodowym w Krakowie” |
| 14.30–14.45       | Magdalena Iwanicka „Połączenie techniki Koherencyjnej Tomografii Optycznej i obrazowania makroXRF do oceny nawarstwień na XVII-wiecznym obrazie holenderskim”                            |
| 14.45–14.55       | Rafał Głuszczka „Techniki spektrometryczne w badaniach powierzchni”                                                                                                                      |
| 14.55–15.15       | przerwa na kawę                                                                                                                                                                          |
| <b>sesja IV:</b>  | <b>badania wpływu czynników fizyko-chemicznych na trwałość obiektów zabytkowych</b>                                                                                                      |
| 15.15–15.30       | Arkadiusz Kupczak „HARle – oprogramowanie do ilościowej oceny zagrożenia obiektów zabytkowych przez wahania parametrów klimatycznych”                                                    |
| 15.30–15.45       | Julio M. del Hoyo-Melendez „Planowanie, projektowanie i wdrażanie strategii oświetleniowych w Muzeum Narodowym w Krakowie, uszczegółowienie wytycznych dla prewencji konserwatorskiej”   |
| 15.45–16.00       | Karina Niedzielska „Zaprawy iniekcyjne do konserwacji odspojonych malowideł ściennych”                                                                                                   |
| 16.00–16.15       | Dorota Białek-Kostecka „Wpływ spoiw syntetycznych użytych w procesie utrwalania malowideł ściennych na właściwości warstw malarskich”                                                    |
| 16.15–16.30       | Podsumowanie konferencji i wręczenie nagrody za najlepszy plakat                                                                                                                         |
| 16.30–16.45       | Zakończenie konferencji i wernisaż wystawy „Tajemnice kolorów. Od kamienia do obrazu, czyli rzecz o pigmentach mineralnych”                                                              |

## Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych Uniwersytetu Warszawskiego

- Partnerstwo w projektach naukowych i aplikacyjnych
- Współpraca naukowa z jednostkami sektorów publicznych i prywatnych
- Ekspertyzy naukowe oraz badania na zlecenie
- Szkolenia kadr na potrzeby jednostek rządowych i samorządowych



Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych  
Uniwersytetu Warszawskiego  
ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa  
tel. +48 22 55 25 523, +48 22 55 26 524  
www.cent3.uw.edu.pl

### Obrazowanie wielospektralne w badaniu zabytków i dzieł sztuki

Tomasz Łojewski

Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki AGH, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

\*[lojewski@agh.edu.pl](mailto:lojewski@agh.edu.pl)

Wśród metod stosowanych w obszarze badań dzieł sztuki i zabytków najcenniejsze są te, które łączą w sobie nieinwazyjność i mobilność z możliwie szerokim zakresem informacji uzyskiwanych o obiekcie. Przedstawiana technika pozwala na jednoczesne zbieranie informacji przestrzennych i spektralnych, i może być stosowana w skali od zdjęć lotniczych po rejestrację prowadzone dla pojedynczego włókna. Analiza obrazów wielospektralnych w przypadku zabytków pozwala m.in. na uwidocznienie nieczytelnych treści, czego koronnym przykładem są liczne udane odczytania palimpsestów, rozróżnienie elementów różnych chemicznie, a nierozróżnialnych dla oka ludzkiego (farby, atramenty, tusze). W szczególnych przypadkach, w oparciu o obrazowanie wielospektralne możliwa jest identyfikacja chemiczna składników dzieła, takich jak pigmenty czy barwniki. Obrazowanie wielospektralne, po odpowiedniej kalibracji, pozwala również na uzyskiwanie danych ilościowych, co otwiera drogę do monitorowania zmian zachodzących pod wpływem czasu lub zabiegów konserwatorskich.

W wystąpieniu przedstawione zostaną podstawy techniczne metody, sposoby obróbki uzyskiwanych dużych zespołów danych oraz przykłady zastosowania obrazowania wielospektralnego w obszarze badań dziedzictwa kulturowego.

### MC-ICPMS and LA-MC-ICPMS method as a new tool for archeological research

Ludwik Halicz

Biological and Chemical Research Centre – University of Warsaw and Geological Survey of Israel– Jerusalem, Israel

For many decades the accurate and precise determination of isotope ratios has remained a very strong interest to many researchers due to its important applications in earth, environmental, biological, archeological, and medical sciences. Traditionally, thermal ionization mass spectrometry (TIMS) has been the technique of choice for achieving the highest accuracy and precision; in archeology sciences especially for determination isotope ratios of lead and strontium. However, recent developments in multi-collector inductively coupled plasma mass spectrometry (MC-ICP-MS) have brought a new dimension to this field. In addition to its simple and robust sample introduction, high sample throughput, and high mass resolution, the flat-topped peaks generated by this technique provide for accurate and precise determination of isotope ratios with precision reaching 0.001%, comparable to that achieved with TIMS. These features, in combination with the ability of the ICP source to ionize nearly all elements in the periodic table, have resulted in an increased use of MC-ICP-MS for such measurements in various sample matrices.

## Analiza trwałych izotopów azotu i węgla w szczątkach ludzkich i zwierzęcych ze stanowisk archeologicznych położonych w środkowej dolinie Eufratu (Syria)

Arkadiusz Soltysiak<sup>1\*</sup>, Holger Schutkowski<sup>2</sup>

1) Instytut Archeologii, Uniwersytet Warszawski

2) School of Applied Sciences, Bournemouth University, UK

\*a.soltysiak@uw.edu.pl

W środkowej dolinie Eufratu położone są stanowiska archeologiczne Tell Aszara i Tell Masaich. Ze 125 szkieletów dorosłych osobników pochowanych na tych stanowiskach oraz 15 kości dzikich i udomowionych zwierząt zostały pobrane próbki zębiny w celu zrekonstruowania zmian diety na podstawie trwałych izotopów węgla i azotu w kolagenie. Zawartość kolagenu okazała się wystarczająca w 115 zębach (drugie i trzecie trzonowce) 84 osobników oraz w 11 próbkach zwierzęcych. Datowanie szkieletów umożliwia uzyskanie wglądu w dietę między wczesną epoką brązu (ok. 2500–2200 p.n.e.) a XX wiekiem n.e.

W przypadku zarówno  $\delta^{13}\text{C}$ , jak i  $\delta^{15}\text{N}$  została zaobserwowana silna korelacja ( $r^2=0.85$ ) między drugim i trzecim trzonowcem, co sugeruje brak różnic w diecie między późnym dzieciństwem a okresem młodzieńczym. Jedynie współczesna próba (XIX/XX wiek) nieco odbiega pod tym względem od pozostałych. Również w tej próbie zaobserwowane zostały wyraźnie wyższe wartości  $\delta^{13}\text{C}$  (między  $-19\text{‰}$  a  $-13\text{‰}$  w porównaniu do zakresu od  $-21\text{‰}$  do  $-18\text{‰}$  we wcześniejszych okresach), co wskazuje na wyższy bezpośredni lub pośredni udział roślin  $\text{C}_4$  w diecie Beduinów zamieszkujących badany obszar w XIX i XX wieku.

Najważniejsza zmiana w wartościach  $\delta^{15}\text{N}$  nastąpiła pomiędzy epoką brązu a późniejszymi okresami i jest to bardzo wyraźny spadek, z zakresu  $13\text{--}17\text{‰}$  do zakresu  $9\text{--}13\text{‰}$ . Ta drastyczna zmiana może być wynikiem zwiększenia dostępności wody na badanym obszarze i/lub większego udziału pokarmu pochodzenia roślinnego w diecie w związku z pojawieniem się rozległej sieci kanałów irygacyjnych.

## Zastosowanie metod komputerowej analizy obrazu oraz morfometrii statystycznej w badaniach i dokumentacji średniowiecznych witraży z Grodzca w celu poszerzenia wyników badań fizykochemicznych

Joanna Sobczyk<sup>1\*</sup>, Marta Kamińska<sup>2</sup>, Małgorzata Walczak<sup>2</sup>

1) Muzeum Narodowe w Krakowie, Laboratorium Analiz i Nieniszczących Badań Obiektów Zabytkowych (LANBOZ), ul. Piłsudskiego 14, 31–109 Kraków

2) Akademia Sztuk Pięknych im. Jana Matejki w Krakowie, Wydział Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki, ul. Lea 27–29, 30–052 Kraków

\*jsobczyk@mnk.pl

Przed podjęciem prac z zakresu konserwacji, analizy historycznej czy stylistycznej, dzieło sztuki poddaje się oglądowi oraz fotografowaniu z użyciem źródeł promieniowania elektromagnetycznego o różnym zakresie. Pozwala to na zgromadzenie licznych informacji na temat technologii, techniki wykonania czy stanu zachowania obiektu. Odpowiednio ukierunkowane światło pozwala odczytać nie tylko malarską treść dzieła, ale też sposób nakładania farby, fakturę powierzchni czy też różnego rodzaju uszkodzenia.

Z drugiej strony pozyskane informacje mają niekiedy subtelny charakter, który utrudnia właściwe pogrupowanie danych i ujawnienie niektórych tajników warsztatu artysty. Na zdjęciach nakładają się warstwy z różnymi informacjami o obiekcie, z których część wydaje się zbędna. Nie można precyzyjnie określić i scharakteryzować pewnych parametrów wykorzystując wyłącznie możliwości analizy wizualnej, czyli ludzkiego oka, czy też technik fotograficznych. Zastosowanie metod komputerowego przetwarzania i analizy obrazu oraz morfometrii statystycznej, otwiera nowe możliwości zarówno diagnostyczne, jak i interpretacyjne.

Praktyczne zastosowanie tych narzędzi zaprezentowano tutaj na przykładzie przeprowadzonej analizy porównawczej warstw malarskich wybranych kwater z kolekcji XVI-wiecznych witraży z Grodzca przedstawiających postacie świętych, znajdujących się w zbiorach Muzeum Narodowego we Wrocławiu oraz w stałej ekspozycji Muzeum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie. Głównym celem prac było potwierdzenie lub odrzucenie hipotezy o integralności kolekcji, poprzez wykazanie podobieństw i rozbieżności pomiędzy charakterystycznymi fragmentami warstw malarskich poszczególnych kwater.

PROJEKT ZOSTAŁ SFINANSOWANY ZE ŚRODKÓW NARODOWEGO CENTRUM NAUKI PRZYZNANYCH NA PODSTAWIE DECYZJI NUMER DEC–2012/05/E/HS2/03867.

## Analiza technologii i stanu zachowania XV-wiecznego witrażu Tron Łaski z klasztoru oo. Dominikanów w Krakowie z zastosowaniem makro skanera XRF oraz dyfrakcji rentgenowskiej

Edyta Bernady<sup>1</sup>, Marta Kamińska<sup>1</sup>, Michał Płotek<sup>1</sup>, Zofia Kaszowska<sup>1</sup>, Małgorzata Walczak<sup>1\*</sup>

1) Akademia Sztuk Pięknych im. Jana Matejki w Krakowie, Wydział Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki, ul. Lea 27–29, 30–052 Kraków

\*mwalczak@asp.krakow.pl

Przedmiotem badań jest witraż z przedstawieniem Trójcy Św. w typie Tronu Łaski, pochodzący z klasztoru oo. Dominikanów w Krakowie. Kwaterna datowana jest na 1 połowę XV wieku i jest jedną z 21 zachowanych średniowiecznych kwater konwentu.

*Tron Łaski*, jako jeden z kilku witraży dominikańskich, do tej pory nie został poddany żadnym zabiegom konserwatorskim. Prowadzone badania stanowią zatem pierwszą okazję na dokonanie szczegółowej analizy technologii witrażu i stanu zachowania. W celu wstępnego zbadania składu chemicznego szkła i warstwy malarskiej zastosowano makro skaner fluorescencji rentgenowskiej. Zastosowanie dyfrakcji rentgenowskiej XRD umożliwiło identyfikację nawarstwień obecnych na zewnętrznej stronie szkła. Wyniki badań pozwoliły uzyskać ogólny wgląd w technologię witrażu, pokazały różnorodność składu chemicznego materiałów pochodzących z różnych okresów. Wykazały między innymi wysoką zawartość potasu w szklach XV-wiecznych oraz znaczną ilość chromu w szklach XX-wiecznych. Uwidoczniły również różnice w składzie warstwy malarskiej średniowiecznej i współczesnej. Badania wykazały ponadto zależność między stanem zachowania a składem chemicznym farb.

Uzyskane informacje wyznaczyły kierunek dalszych badań oraz przyczyniły się do ułożenia odpowiedniego programu konserwatorskiego.

BADANIA SĄ FINANSOWANE PRZEZ MINISTERSTWO NAUKI I SZKOLNICTWA WYŻSZEGO W RAMACH DIAMENTOWEGO GRANTU (NR PROJEKTU 0164/DIA/2015/44).

## Analiza barwników tkanin pochodzących z komnat królewskich w pałacu w Wilanowie za pomocą LC/MS/MS

Monika Ganeczko<sup>1\*</sup>, Bartłomiej Witkowski<sup>1</sup>, Magdalena Biesaga<sup>1</sup>, Agnieszka Laudy<sup>2</sup>, Tomasz Gierczak<sup>1</sup>

1) Wydział Chemii, Centrum Nauk Biologiczno – Chemicznych, Uniwersytet Warszawski, ul. Żwirki i Wigury 101, 02–089 Warszawa

2) Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie, ul. Stanisława Kostki Potockiego 10/16, 02–958 Warszawa

\*mganeczko@chem.uw.edu.pl

Celem niniejszych badań była analiza barwników tkanin pochodzących z komnat królewskich z Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie. Intensywność barwy tkaniny jest różna, a szczegółowa analiza składu chemicznego historycznych barwników oraz metalowych nici obecnych w tkaninach miała dostarczyć cennych informacji dotyczących pochodzenia poszczególnych tkanin. Podjęto próby rozróżnienia niebieskich barwników pochodzących z urzetu barwierskiego (*Isatis tinctoria*) i indygo (*Indigofera tinctoria*).

Do analizy naturalnych barwników użytych do farbowania badanych tkanin wykorzystano wysokosprawną chromatografię cieczową sprzężoną z tandemową spektrometrią mas (LC/MS/MS). Przed analizą chromatograficzną konieczna była ekstrakcja barwnika z tkaniny. Dimetylosulfotlenek (DMSO) jest rozpuszczalnikiem powszechnie stosowanym do ekstrakcji barwników kadziowych, jakim jest indygo. Pozostałe barwniki były ekstrahowane roztworem kwasu solnego w metanolu.

W przeprowadzonych badaniach podjęto również próby oszacowania stopnia rozkładu barwników na podstawie określenia zawartości kwasów fenolowych i izatyny. Dodatkowo, analizy XRF oraz SEM pokazały, że próbki tkaniny o intensywniejszej barwie niebieskiej zawierały złote nici, w odróżnieniu od próbek tkaniny o mniejszej intensywności barwy, które zawierały nici srebrne. Dane te potwierdzają różne okresy produkcji tkanin w Sypialni i Antykamery Króla.

## „Złoto cypryjskie” – kontynuacja XIX-wiecznych badań. Refleksje.

Monika Stachurska

Akademia Sztuk Pięknych w Warszawie, Katedra Konserwacji i Restauracji Tkanin Zabytkowych, ul. Wybrzeże Kościuszkowskie 37, 00–379 Warszawa  
mstachurska@asp.waw.pl

Od XI do początku XVI wieku w tkaninach i haftach występują bardzo specyficzne nici określane w polskiej literaturze terminem „złoto cypryjskie”. Były to jedwabne lub lniane nici oplatane gęsto wąskimi paskami z cienkiej błony srebrzonej, złoczonej lub srebrzonej i złoczonej. Dlatego nici te nazywano również „złotem błonkowym” (ang. membrane threads, niem. Häutchengold). Określenie „złoto (nici) cypryjskie” odnosi się wg historyków do miejsca produkcji lub centrum handlu tym nietypowym materiałem.

W ramach projektu „Interdyscyplinarne opracowanie naukowe zespołu 192 średnio-wiecznych paramentów liturgicznych z kościoła NMP w Gdańsku, przechowywanego obecnie w Muzeum Narodowym w Gdańsku, ze szczególnym uwzględnieniem badań technologiczno-technicznych” prowadzone są badania mające na celu opracowanie metodyki umożliwiającej analizę i identyfikację nici cypryjskich (określenie warstwowo-

ści oplotów, charakterystykę warstwy metalicznej, identyfikację organicznego podłoża). Materiał badawczy jest wyjątkowo liczny: 66 przykładów pochodzących z okresu od 2. połowy XIV wieku do 2. połowy XV wieku (34 w tkaninach włoskich i bliskowschodnich, 28 w haftach, 4 w pasmanterii powstałych na terenie Gdańska).

W XIX wieku nietypowymi nićmi zainteresował się historyk sztuki i kolekcjoner średniowiecznych tkanin Franz Johann Joseph Bock (1823–1899). Był on inicjatorem pierwszych badań mających za zadanie rozpoznanie tajemniczej wówczas błony. Celem wystąpienia jest prezentacja przykładu XIX-wiecznej interdyscyplinarnej współpracy historyka sztuki z fizjologiem, chemikiem i botanikiem, która zaoowocowała wnioskiem o opatentowanie w 1882 roku sposobu produkcji nici cypryjskich. W ramach obecnie realizowanego projektu powrócono do analizy nici cypryjskich. Perspektywa weryfikacji wyników sprzed ponad stu lat skłoniła autorkę do refleksji nad bardzo ważnym aspektem odpowiedzialności za prowadzone badania.

PROJEKT BADAWCZY FINANSOWANY ZE ŚRODKÓW NARODOWEGO CENTRUM NAUKI (DEC–2013/09/B/HS2/01197).

## Zastosowanie metody makroXRF do oceny stanu zachowania obiektu na przykładzie obrazu „Matka Boża Byszewska”

Piotr Tagowski<sup>1\*</sup>, Bogumiła J. Rouba<sup>2</sup>, Jolanta Korcz<sup>3</sup>

1) Instytut Fizyki, Uniwersytet Mikołaja Kopernika

2) Instytut Zabytkoznawstwa i Konserwatorstwa UMK

3) Konserwator–restaurator dzieł sztuki

\*ptarg@fizyka.umk.pl

Obraz, o wymiarach 92x68 cm, jest przedmiotem szczególnego, trwającego nieprzerwanie od średniowiecza, kultu. W jego historii jest wiele niejasności, m.in. przekazy o przemieszczaniu, w tym także legenda mówiąca, że w XVII wieku wyłowiony został z jeziora, leżącego obok kościoła. Jego burzliwe dzieje były jedną z przyczyn głębokich ingerencji renowatorskich. Kolejne odnowienia wykonywano wielokrotnie, a ich zakres za każdym razem był różny. Zarówno ze względów konserwatorskich, jak i z uwagi na wartość kultową obrazu należało poddać go gruntownym badaniom. Ich wyniki były niezbędne dla podjęcia decyzji o zakresie obecnych działań. W badaniach wykorzystano spektrograf makrofluorescencji rentgenowskiej M6 JetStream. Mapa ubytków ołowiu pozwoliła określić zasięg warstwy oryginalnej oraz prawidłowo wykonać proces usuwania kolejnych warstw prze-malowań.



ILUSTRACJA PRZEDSTAWIA OD LEWEJ WIDOK LICA OBRAZU PRZED KONSERWACJĄ, MAPĘ ROZMIESZCZENIA OŁOWIU I MAPĘ ROZKŁADU NIKLU Z NAŁOŻONYM KONTUREM ROZKŁADU OŁOWIU. METODA NAKŁADANIA KONTURÓW POZWOLIŁA NA PORZĄDKOWANIE CHRONOLOGII WARSTW, A W TYM PRZYPADKU POZWOLIŁA STWIERDZIĆ, ŻE NIKIEL NALEŻY DO WARSTWY PIERWOTNEJ.

## Projekty badawcze Krajowego Centrum Badań nad Dziedzictwem

Barbara Łydzba-Kopczyńska<sup>1,2\*</sup>, Piotr Fraczek<sup>1</sup>, Anna Klisińska-Kopacz<sup>1</sup>, Marta Matoszyńska<sup>1</sup>, Julio M. del Hoyo-Meléndez<sup>1</sup>, Agata Mendys<sup>1</sup>, Michał Obarzanowski<sup>1</sup>, Joanna Sobczyk<sup>1</sup>

1) Muzeum Narodowe w Krakowie, Laboratorium Analiz i Nieniszczących Badań Obiektów Zabytkowych, ul. Piłsudskiego 14, 31-109 Kraków

2) Laboratorium Badań Dziedzictwa Kulturowego, Wydział Chemii Uniwersytetu Wrocławskiego, ul. F. Joliot-Curie 14, 50-383 Wrocław

\*blydzba@mnk.pl

Krajowe Centrum Badań nad Dziedzictwem jest nowatorskim projektem Narodowego Instytutu Muzealnictwa i Ochrony Zbiorów oraz Muzeum Narodowego w Krakowie. W ramach tego projektu potencjał badawczy Laboratorium Analiz i Nieniszczących Badań Obiektów Zabytkowych (LANBOZ) Muzeum Narodowego w Krakowie został udostępniony innym muzeom. Beneficjentami działalności Centrum są muzea o statucie bądź regulaminie uzgodnionym z Ministrem Kultury i Dziedzictwa Narodowego. Zadaniem Krajowego Centrum Badań nad Dziedzictwem jest prowadzenie specjalistycznych badań technologicznych obiektów, opracowywanie strategii ochrony dzieł sztuki ważnych dla kultury oraz wykonywanie ekspertyz interdyscyplinarnych.

Centrum rozpoczęło już realizację kilku pilotażowych projektów. Sparametryzowana dokumentacja konserwatorska obejmująca radiografię cyfrową jest opracowywana dla obrazu antwerpskiego malarza „*Gabinet sztuki królewicza Władysława Zygmunt Wazy*” z Zamku Królewskiego w Warszawie. Natomiast dokumentacja ta dla obrazu „*Gra w szachy*” Sofonisby Anguissoli z kolekcji Muzeum Narodowego w Poznaniu została poszerzona o badania XRF. W przygotowaniu jest również strategia ekspozycyjna dla rękopisu Adama Mickiewicza: „*Pan Tadeusz*” i jego kopii oraz dla rękopisu Juliusza Słowackiego „*Album podróży na Wschód*” ze zbiorów Zakładu im. Ossolińskich we Wrocławiu. Ponadto realizowane są badania technologiczne obrazów z kolekcji Zamku Królewskiego na Wawelu oraz opracowywana jest ekspertyza dla „*Tryptyku Sądowniczy*” z warsztatu Hieronima Boscha. Jeszcze w tym roku zostanie otwarty przez Centrum nabór wniosków na wykonanie badań w 2016 roku.

## Zastosowanie spektroskopii w podczerwieni w analizie obiektów zabytkowych

Katarzyna Hryniewicka\*

1) Afiliacja: MS Spektrum

\*kh@msspektrum.pl

Spektroskopia w podczerwieni FTIR od wielu lat jest używana do analizy obiektów zabytkowych. Metoda ta pozwala na uzyskanie wyników, które są niezwykle pomocne m.in. przy konserwacji oraz ocenianiu autentyczności obiektów historycznych. Analiza za pomocą spektroskopii w podczerwieni jest stosunkowo tania oraz szybką metodą pomiarową. Ponadto jest to metoda bezinwazyjna, co oznacza, że obiekt zabytkowy nie ulega destrukcji podczas wykonywania pomiaru.

Firma MS Spektrum jest autoryzowanym przedstawicielem firmy Agilent Technologies, która jest producentem wysokiej klasy urządzeń laboratoryjnych, w tym spektrometrów FTIR. Podczas wykładu omówione zostanie wykorzystanie spektroskopii podczerwieni do analizy obiektów zabytkowych oraz zastosowanie spektrometrów firmy Agilent w niniejszych badaniach.

## Odkwaszanie podłoży celulozowych w konserwacji malarstwa – konieczność czy fanaberia?

Anna Nowicka, Marzenna Ciechańska

Wydział Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki, Akademia Sztuk Pięknych w Warszawie  
ananow@wp.pl

Lata eksperymentów i doświadczeń konserwatorów papieru dowiodły, że odkwaszanie materiałów celulozowych przedłuża ich trwałość, a odkwaszanie papieru jest obecnie jedną z podstawowych czynności konserwatorskich.

W malarstwie współczesnym tektura lub papier często stają się podłożem dla dzieł wykonanych w technice olejnej. Przesycenie materiału celulozowego olejem, zawierającym wolne kwasy tłuszczowe, powoduje spadek pH i prowadzi do osłabiania podłoża.

Jednak zanim rozpocznie się praktykowanie odkwaszania tego typu obiektów, należy odpowiedzieć na kilka pytań. Najważniejszym jest pytanie o to, czy preparat o odczynie alkalicznym nie stanowi zagrożenia dla warstwy malarskiej. Zarówno świeże oleje, jak i powstające z nich błony o usieciowanej strukturze, w kontakcie z zasadami ulegają hydrolizie.

Osobny, równie ważny problem, stanowi potencjalne zagrożenie dla pigmentów wrażliwych na substancje zasadowe. Wiadomo, że są pigmenty, które w obecności zasad całkowicie zmieniają swoją strukturę chemiczną, a w związku z tym także i kolor.

Ważna jest też świadomość, jak głęboka penetracja środka jest możliwa, bo od tego zależy w jakim stopniu może on oddziaływać na warstwę malarską.

Zgłębienie powyższych zagadnień stało się celem części projektu badawczego, realizowanego na Wydziale Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki Akademii Sztuk Pięknych w Warszawie, finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki w Krakowie (DEC-2011/01/N/HS2/02308).

## Wykorzystanie DRS i GC do badania odporności radiacyjnej starodruków

Wojciech Głuszewski, Małgorzata Rosen

Instytut Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie

Muzeum Marii Skłodowskiej - Curie, PTChm w Warszawie

w.gluszewski@ichtj.waw.pl

Pierwsze krzywe radiacyjnej inaktywacji zostały opublikowane w roku 1929 przez Marię Skłodowską - Curie. Radiacyjna konserwacja obiektów o znaczeniu historycznym jest obecnie interesującą propozycją dla muzeów, archiwów, bibliotek i prywatnych kolekcji. Wykorzystuje się dla tych celów promieniowanie gamma i rentgenowskie oraz wiązki elektronów. Radiacyjna dezynsekcja i dezynfekcja jest niezastąpiona przy ratowaniu dużych zbiorów artefaktów w szczególności starodruków.

Istotną kwestią jest opis procesów postradiacyjnej degradacji celulozy. Wykorzystano w tym celu chromatografię gazową. Wydajność wydzielania wodoru w przybliżeniu opisuje liczbę powstających w wyniku działania promieniowania jonizującego makro-rodników. Wydajność absorbowanego przez papier tlenu daje podgląd na temat procesów postradiacyjnego utleniania. Za pomocą spektroskopii absorpcyjnej w wersji odbiciowej światła rozproszonego (DRS - diffuse reflection spectroscopy) zbadano wpływ dawki, mocy dawki promieniowania oraz zawartości ligniny na wydajność produktów postradiacyjnego utleniania powierzchni papieru. Wykazano, że obróbka radiacyjna w niewielkim jedynie stopniu zwiększa szybkość starzenia papieru.

Jako przykład przedstawiono proces radiacyjnej dezynsekcji dokumentów znalezionych w piwnicy Muzeum Marii Skłodowskiej – Curie w Warszawie. Są to publikacje, kartki pocztowe, telegramy, rachunki, rękopisy itd. związane z profesorami: Alicją Dobrąbalską i Józefem Hurwicem. Obiekty te poddano działaniu wiązki elektronów przyspieszanych przez akcelerator.

W. Głuszewski, *Unikatowe cechy radiacyjnej konserwacji dużych zbiorów obiektów o znaczeniu historycznym, Wiadomości konserwatorskie, 2015, 41, 84–91*

## **Detekcja aktywności pleśni powodujących biodegradację pergaminu na podstawie analizy mikrobiologicznych lotnych związków organicznych**

Tomasz Sawoszczuk<sup>1\*</sup>, Justyna Syguła – Cholewińska<sup>1</sup>

1) Katedra Mikrobiologii, Wydział Towaroznawstwa, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie  
\*tomasz.sawoszczuk@uek.krakow.pl

Historyczny pergamin to naturalnie postarzony materiał organiczny, który podatny jest na biodegradację. Jednocześnie, z uwagi na skład i wiek, jest to materiał bardzo wrażliwy na destrukcyjne działanie większości metod dezynfekcyjnych. Dlatego podjęcie decyzji o przeprowadzeniu dezynfekcji powinno nastąpić dopiero po potwierdzeniu, że zauważona zmiana na obiekcie to aktywna pleśń, stanowiąca zagrożenie dla samego obiektu i innych obiektów wspólnie z nim przechowywanych. Stosowane w tym celu klasyczne metody analizy mikrobiologicznej są kontaktowe, czasochłonne i z uwagi na sposób poboru próbek dostarczają raczej informacji o poziomie skażenia mikrobiologicznego powierzchni obiektu, nie zaś o aktywnym wzroście pleśni. Alternatywną metodą detekcji aktywności grzybów pleśniowych może być analiza lotnych wtórnych metabolitów, które emitowane są przez pleśń na każdym etapie ich rozwoju, również w przypadku wzrostu wewnątrz struktury obiektu. Metabolity te nazywane są mikrobiologicznymi lotnymi związkami organicznymi (MLZO).

Głównym celem przeprowadzonych badań była ocena możliwości zastosowania techniki SPME/GC/MS do detekcji aktywności grzybów pleśniowych opartej o analizę MLZO. Badania przeprowadzono dla wybranych gatunków pleśni, które zostały posiane na próbki pergaminu, przygotowane w zamykanych fiolkach. MLZO zgromadzone we fiolkach pobierano na włókna SPME, po czym analizowano w układzie GC-MS. W oparciu o uzyskane chromatogramy próbowano ustalić czy wśród zidentyfikowanych związków istnieją markery aktywności grzybów pleśniowych, które mogą być wykorzystane do ich detekcji w przypadku, gdy rozwijają się na pergaminie historycznym.

PODZIĘKOWANIA: PROJEKT „BADANIA BIODEGRADACJI OBIEKTÓW ZABYTKOWYCH NA PODSTAWIE ANALIZY LOTNYCH ZWIĄZKÓW ORGANICZNYCH EMITOWANYCH PRZEZ GRZYBY PLEŚNIOWE” ZOSTAŁ SFINANSOWANY ZE ŚRODKÓW NARODOWEGO CENTRUM NAUKI PRZYZNANYCH NA PODSTAWIE DECYZJI DEC-2012/05/B/HS2/04094.

## **Zabytkowe fotografie na papierze – problematyka identyfikacji technologii i czasu powstania**

Izabela Zajac<sup>1\*</sup>, Barbara Wagner<sup>2</sup>

1) Wydział Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki, Akademia Sztuk Pięknych w Warszawie

2) Wydział Chemii, Uniwersytet Warszawski

\*izabela.zajac@asp.waw.pl

Najstarsze fotografie na papierze (monochromatyczne) wykonywano w wielu odmianach. Większość z odbitek powstawała w oparciu o światłoczułość soli srebra. Pozostałe natomiast bazowały na solach żelaza i platyny lub innych.

Różnice pomiędzy zdjęciami potęguje rodzaj emulsji, jaką nakładano na papier. Najczęściej spotykane emulsje to te powstałe z albuminy (białko jaj kurzego), kolodionu i żelatyny.

Do niedawna identyfikacja techniki wykonania fotografii na papierze opierała się na obserwacji mikroskopowej, która pomagała w określeniu ilości warstw technologicznych, ale nie umożliwiała pełnej identyfikacji procesu.

Obecnie zastosowanie nowoczesnych technik analitycznych (XRF i FTIR) pozwala na zebranie danych o składzie warstwy światłoczułej oraz emulsji. Badania te są szczególnie pomocne w praktyce konserwatora dzieł sztuki, gdyż można je wykonać metodą kontaktową, bez konieczności pobierania próbki z oryginału.

W przypadkach dyskusyjnych, kiedy istnieją wątpliwości czy wykonana fotografia jest rzeczywiście zabytkiem czy raczej współcześnie wykonaną odtbitką, zastosowanie między innymi spektrometrii mas w układzie LA-ICP-MS, pozwala poprawnie określić czas jej powstania.

BADANIA REALIZOWANE SĄ W RAMACH PROJEKTU BADAWCZEGO I. ZAJĄC (2014/13/D/HS2/02755, NARODOWE CENTRUM NAUKI).

## **Instrumenty analityczne Brukera w rękach konserwatorów zabytków i archeologów**

Piotr Linke

1) Afiliacja: Bruker Polska Sp. z o.o.

piotr.linke@bruker.com

Zdobycze dzisiejszej fizyki i wielu nauk technicznych pozwalają konstruować coraz bardziej czułe instrumenty analityczne, także przenośne, które umożliwiają detekcję pierwiastków bezpośrednio w warunkach polowych. Takimi instrumentami są spektrometry fluorescencji rentgenowskiej z dyspersją energii (spektrometry ED XRF).

Historia spektrometrów XRF stosowanych w archeologii i konserwacji zabytków sięga roku 2005. To wtedy do amerykańskich ośrodków uniwersyteckich trafiły pierwsze egzemplarze spektrometru Tracer. Dzisiaj Bruker oferuje nowe modele spektrometrów, w tym mikroanalizatory XRF, pozwalające poznawać skład chemiczny w mikroobszarach. Pokonując kolejne bariery techniczne, Bruker w prowadzi obecnie na rynek przenośny spektrometr LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy), który po zaadaptowaniu do potrzeb konserwatorów zabytków oraz archeologów, wydatnie zwiększy potencjał naukowy ośrodków konserwacji sztuki i archeologii na całym świecie.

## **Typowe i nietypowe zanieczyszczenia pigmentów miedziowych**

Sylvia Svorová Pawełkowicz<sup>1\*</sup>

1) Akademia Sztuk Pięknych w Warszawie

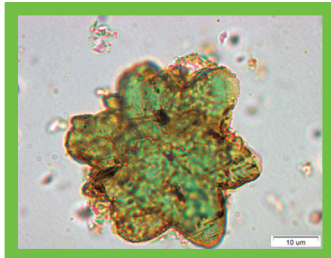
\*s.pawelkowicz@labko.pl

Coraz powszechniej stosowane nieniszczące analizy przenośnymi aparatami XRF dają nam ogólny skład pierwiastkowy powierzchni, wielokrotnie niezwykle trudny do interpretacji. Interesującym zagadnieniem badawczym są pierwiastki akcesoryczne pojawiające się w badaniach pigmentów miedziowych, a związane z ich naturalnym pochodzeniem.

Naturalne zanieczyszczenia minerałów, często charakterystyczne dla danych złóż, mogą być pochopnie interpretowane jako dodatek innych pigmentów, w tym później-

szych syntetycznych. Doskonałym przykładem są związki arsenu, które mogą być mylone z zielenią szwajnfurką  $[\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2]$  – pigmentem odkrytym w 1800 r. (Rudniewski, 1995), a tymczasem mogą pochodzić od arsenianów miedzi typowych dla złóż malachitu. Omówione zostaną pilotażowe badania laboratoryjne przeprowadzone na próbkach historycznych warstw malarskich zawierających zielone i niebieskie pigmenty miedziowe, w których wykryto zanieczyszczenia związkami As, Co, Fe, Mn, Pb, Sb, Sn, Zn oraz badania literaturowe dotyczące popularnych historycznych miejsc wydobywania i ich charakterystycznych zanieczyszczeń.

Wstępnie badania dotyczące historycznych złóż minerałów miedziowych, i wtórnych produktów utleniania kruszców miedzi, czyli malachitu i azurytu, na obecnym terytorium Polski wskazują na trzy główne źródła: Sudety (Miedzianka sudecka, Kowary, Radzimowice, Chełmiec-Męcinka); Góry Świętokrzyskie (Miedzianka, Miedziana Góra), Tatry (Ornak). Pigmenty te były również sprowadzane do Polski, w szczególności z Węgier, z którymi Polska utrzymywała ożywione kontakty handlowe.



FOT. ZROST KILKU KRYSZTAŁÓW MALACHITU UKŁADAJĄCY SIĘ W KSZTAŁT GWIAZDKI. OBRAZ W ŚWIECIE PRZECHODZĄCYM. POW. x1000.

#### LITERATURA

1. Rudniewski P. (1995), *Pigmenty i ich identyfikacja*, Warszawa: Akademia Sztuk Pięknych
2. Konstantynowicz E. (1979), *Geologia surowców mineralnych: Złoża rud metali*, Volume 2. Katowice: Uniwersytet Śląski

## Składniki malarskiej palety w iluzjonistycznych dekoracjach teatralnych – przykłady z europejskich kolekcji XVIII-XX w. w świetle badań instrumentalnych

Elżbieta Szmit-Naud\*

Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Wydział Sztuk Pięknych, Instytut Zabytkoznawstwa i Konserwatorstwa, Zakład Konserwacji Malarstwa i Rzeźby Polichromowanej

\*esn@chem.umk.pl

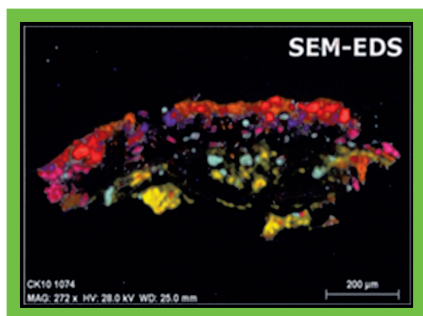
Dawne iluzjonistyczne teatralne wystawy składają się na swoisty gatunek wielkoformatowego malarstwa. Kojarzone z jego mniej szlachetną odmianą – malarstwem „dekoracyjnym”, skazanym z założenia na trwanie jedynie efemeryczne i podejrzwane o mierną jakość nie skupiały dotąd uwagi badaczy technik malarskich pozostając jedynie w obszarze zainteresowań wąskiego grona naukowców związanych z teatrem i pojedynczych konserwatorów.

Tymczasem, unikalne jako dziedzictwo, nieliczne zachowane kolekcje prezentują nierzadko prócz estetycznych wysokie walory artystyczne i dostarczają zarazem interesujących informacji na temat techniki malarskiej, której tajniki wskutek dominacji malarstwa olejnego, przetrwały zasadniczo dzięki wąskiej grupie użytkowników parających się malarstwem teatralnym.

Charakterystyczne składniki palety w poszczególnych epokach (w XVIII, XIX i na pocz. XX w.) obrazują ewolucję wpisującą się w ogólne trendy. Do wniosków takich doprowadziła interpretacja badań warstw malarskich elementów „wystaw” pochodzących



FRAGMENT KULISY *SALI KOLUMNOWEJ*, H. WETSCHEL, L. MÄRKL, 1766, ČESKÝ KRUMLOV



z kilku europejskich kolekcji m.in. z Českého Krumlova, Drottningholm, Halden czy Łańcuta. Identyfikacji składników palety dokonano w oparciu o obserwacje w mikroskopii optycznej UV-VIS, badania składu pierwiastkowego metodą rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej (XRF), skaningowej mikroskopii elektronowej i mikroanalizy rentgenowskiej (SEM-EDS) i w niektórych przypadkach w uzupełnieniu metodą obrazowania w technice fałszywych kolorów w IR oraz mikrochemicznie.

CK 8840/24, KULISA PRAWA Z DEKORACJI SALA KOLUMNOWA, PRÓBKA CZERWIENI Z GIRLANDY –LOKALIZACJA I WYNIKI ANALIZY SEM-EDS. SEM-EDS: Si (szary), Ca (oranż), Al (żółty), Pb (czerwony), As, K (róż), Hg (fiolet)

## Porównanie palety dwóch polskich artystów dziewiętnastowiecznych – M. Gierymskiego i H. Siemiradzkiego – na podstawie badań prowadzonych w Muzeum Narodowym w Krakowie.

E. Zygier<sup>1\*</sup>, D. Sarkowicz<sup>1</sup>, M. Sieklucka<sup>1</sup>

1) Muzeum Narodowe w Krakowie  
 ezygier@mnk.pl

Warsztat malarski dwóch wybitnych polskich artystów XIX w. – Henryka Siemiradzkiego (1843–1902) i Maksymiliana Gierymskiego (1846–1874) analizowany jest w Muzeum Narodowym w Krakowie w ramach odrębnych projektów naukowych. Uzyskane dotychczas wyniki skłoniły badaczy do dokonania porównań palety tych malarzy. W okresie dojrzałej twórczości zarówno Siemiradzki, jak i Gierymski działali na obczyźnie, byli jednak przedstawicielami różnych środowisk.

Wykonane badania objęły min. rozpoznanie palety malarskiej obu artystów. Analiza obrazów Gierymskiego oparta była na technikach nieinwazyjnych, głównie spektroskopii fluorescencji rentgenowskiej (XRF) oraz zdjęciach w promieniowaniu analitycznym. Pomimo takiego ograniczenia metod przebadanie dużej grupy dzieł (78 obrazów) pozwoliło na sformułowanie wniosków. W przypadku dzieł Siemiradzkiego analizy rozszerzono o techniki wymagające pobrania próbki (SEM EDS, FTIR, XRPD, analizę mikroskopową i mikrochemiczną). Szczegółowym badaniom poddano do tej pory 41 prac olejnych sławnego malarza, w tym wielkoformatowe *Pochodnie Nerona*.

Badania chemiczne i fizykochemiczne zrealizowano w laboratorium Lanboz Muzeum Narodowego w Krakowie oraz we współpracy z naukowcami z krakowskich uczelni.

Zebrane wyniki pokazały, że palety artystów różnią się zasadniczo. Gierymski zarówno w poszczególnych obrazach, jak i w całym okresie monachijskim używał kilkunastu rodzajów farb. W mistrzowski sposób wykorzystując proste środki malarskie uzyskiwał subtelny koloryt i wyjątkowy nastrój swoich dzieł. Paleta Siemiradzkiego była znacznie bogatsza. Dotychczas zidentyfikowano w niej niemal 40 rodzajów farb. Co więcej, malarz stosował szeroką gamę pigmentów zarówno w pracach większego jak i niewielkiego formatu.

Porównując rezultaty badań dotyczących dwóch tak różnych artystów można wysunąć stwierdzenie, że dokonany przez nich wybór palety malarskiej był zdeterminowa-

ny nie tylko osobowością, czy oddziaływaniem lokalnych środowisk twórczych, ale też otaczającą ich przyrodą i klimatem. Wąska, stonowana kolorystyka w obrazach Gierymskiego, wywodząca się z malarstwa stimmungowego kontrastuje z żywymi, nasyconymi, różnorodnymi barwami dzieł Siemiradzkiego tworzonych w słońcu Italii.

## Połączenie techniki Koherencyjnej Tomografii Optycznej i obrazowania macroXRF do oceny nawarstwień na XVII-wiecznym obrazie holenderskim

Magdalena Iwanicka<sup>1\*</sup>, Piotr Targowski<sup>2</sup>, Łukasz Ćwikliński<sup>2</sup>

1) Instytut Zabytkoznawstwa i Konserwatorstwa, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

2) Instytut Fizyki, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

\*magiwani@gmail.com

XVII-wieczny obraz na płótnie –holenderska martwa natura sygnowana *J. Walscapele* – został poddany badaniom za pomocą obrazujących technik nieinwazyjnych ze względu na stan zachowania trudny do określenia za pomocą klasycznych metod. Celem badań obrazu było sformułowanie i rozwiązanie pewnych specyficznych problemów konserwatorskich związanych z dawnymi wtórnymi ingerencjami.

Koherencyjna tomografia optyczna (OCT) to nieinwazyjna interferometryczna technika uzyskiwania przekrojów struktury obiektów częściowo przezroczystych dla promieniowania z zakresu bliskiej podczerwieni. Użyty instrument pozwala na skanowanie obszarów o rozmiarze 12x12 mm, z rozdzielczością w głąb ok. 2 μm i rozdzielczością poprzeczną ok. 12 μm.

Skanowanie makro-XRF (za pomocą systemu M6 Jet Stream, Bruker) umożliwia uzyskanie rozkładu niektórych pierwiastków na obrazie (o liczbie atomowej większej niż 16); maksymalne wymiary obszaru skanowania to 70x55 cm, a rozdzielczość poprzeczna 50 μm.

Podczas prezentacji zostaną przedstawione wyniki badań obrazu za pomocą obu technik, ze zwróceniem szczególnej uwagi na ich komplementarność. W wyniku badań możliwe okazało się wyodrębnienie różnych faz chronologicznych, a także określenie ich zasięgu, formy i lokalizacji w strukturze obrazu, pomimo obecności licznych warstw zabrudzeń i pozostałości werniksów.

## Techniki spektrometryczne w badaniach powierzchni

Rafał Głazczka

„SHIM-POL A. M. Borzymowski” E. Borzymowska-Reszka A. Reszka Spółka Jawna  
 ul. Lubomirskiego 5, 05-080 Izabelin

Słowa kluczowe: Spektroskopia AAS, Auger, EDX, FTIR, ICP, ISS, UPS, UV-Vis, XPS

Spektrometria absorpcyjna i emisyjna to bez wątpienia jedne z najpowszechniejszych i najbardziej uniwersalnych metod analitycznych stosowanych obecnie w inżynierii kozyjnej oraz chemii i fizyce powierzchni. Firma Shimadzu wraz z firmą KratosAnalytical znane są z szerokiej oferty przyrządów stosowanych w tych dziedzinach.

Do analizy powierzchni proponujemy techniki spektrofotometryczne: FTIR, UV-Vis oraz spektrometrię próżniową XPS, Auger’a, UPS, ISS.

Zaś do analizy pierwiastkowej proponujemy: AA-7000 – spektrometr absorpcji atomowej z systemem atomizacji w płomieniu i w piecu grafitowym, EDX-7000/EDX-8000 – fluorescencyjny spektrometr rentgenowski z dyspersją energii, ICPE-9800 – seria spektrometrów emisyjnych z wzbudzeniem w plazmie indukcyjnej

## HERle – oprogramowanie do ilościowej oceny zagrożenia obiektów zabytkowych przez wahania parametrów klimatycznych

Arkadiusz Kupczak<sup>1\*</sup>, Łukasz Lasyk<sup>2</sup>, Łukasz Bratasz<sup>2,A</sup>, Michał Łukomski<sup>1,B</sup>, Artur Działo<sup>2</sup>, Roman Kozłowski<sup>1</sup>

1) Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera PAN

2) Muzeum Narodowe w Krakowie

\*[nckupcza@cyf-kr.edu.pl](mailto:nckupcza@cyf-kr.edu.pl)

Racjonalna strategia regulacji warunków mikroklimatycznych we wnętrzach muzeów, bibliotek czy archiwów, wymaga zrozumienia wzajemnych relacji pomiędzy wielkością zagrożenia (wahania parametrów klimatu), wywołwanymi uszkodzeniami (spękania lub deformacja obiektów), a kosztami regulacji klimatu. W celu dokonania oceny bezpieczeństwa warunków przechowywania zbiorów opracowano oprogramowanie HERle, które pozwala na ilościową ocenę zagrożeń związanych z fizycznymi uszkodzeniami obiektów wrażliwych na fluktuacje klimatu. HERle analizuje wpływ – na dany obiekt – rocznych (lub kilkuletnich) zmian temperatury i wilgotności względnej, zmierzonych w określonym pomieszczeniu lub wynikających z proponowanych scenariuszy regulacji klimatu. Tego typu dane mikroklimatyczne są rozkładane na elementarne fluktuacje (funkcje sinusoidalne) przy użyciu transformaty Fouriera. Fluktuacje te z kolei, służą jako dane wejściowe do numerycznych symulacji opartych o metodę elementów skończonych, w których modeluje się proces adsorpcji i dyfuzji pary wodnej, oraz odpowiadające im pola odkształceń w materiale. HERle, poprzez superpozycję elementarnych deformacji, dostarcza pełny przebieg wilgotnościowego odkształcenia, jakiemu podlegał badany obiekt w odpowiedzi na interesujący użytkownika mikroklimat. W ostatnim kroku obliczany jest wskaźnik zagrożenia, jaki stanowi wyznaczone odkształcenie wilgotnościowe obiektu, w oparciu o odpowiednie kryterium zagrożenia uszkodzeniem, opracowanego np. na podstawie badań laboratoryjnych lub obserwacji konserwatorskich. Jako przykład można podać obliczenia dla podłoży drewnianych pokrytych warstwą zaprawy klejowej będących przybliżeniem obrazów na desce, które stanowią jedną z najważniejszych kategorii obiektów dziedzictwa wrażliwych na wahania wilgotności i temperatury. HERle jest otwartym oprogramowaniem, z wciąż poszerzaną bazą obiektów dziedzictwa, które można poddawać analizie. Badania są finansowane z grantu PBS2/A9/24/2013 Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

<sup>A</sup> Obecnie: Instytut for the Preservation of Cultural Heritage, Yale University

<sup>B</sup> Obecnie: The Getty Conservation Institute

## Planowanie, projektowanie i wdrażanie strategii oświetleniowych w Muzeum Narodowym w Krakowie, uszczegółowienie wytycznych dla prewencji konserwatorskiej

Julio M. del Hoyo-Meléndez<sup>1\*</sup>, Joanna Sobczyk<sup>1</sup>

1) Muzeum Narodowe w Krakowie, Laboratorium Analiz i Nieniszczących Badań Obiektów Zabytkowych, ul. Piłsudskiego 14, 31-109 Kraków

\*[jdelhoyo@muzeum.krakow.pl](mailto:jdelhoyo@muzeum.krakow.pl)

Muzeum Narodowe w Krakowie (MNK) nieustannie pracuje nad rozwojem strategii oświetlania obiektów zabytkowych głównie ze względu na różnorodność posiadanej kolekcji, która zawiera dużą liczbę obiektów wrażliwych na światło. Ponadto, projektowanie strategii wystawienniczych, które oparte są na danych o światłotrwałości używanych bezpośrednio z obiektów dziedzictwa kulturowego, jest jednym z priorytetowych obszarów przewidzianych w ramach powołanego Narodowego Centrum Badań Dziedzictwa Kulturowego. Zarządzanie oświetleniem jest trudnym zadaniem, ponieważ z jednej strony oświetlenie galerii jest niezbędne dla właściwego postrzegania obiektów, z drugiej w delikatnych kolekcjach może spowodować fizyczne i chemiczne zmiany. Zarządzający kolekcjami są często w niewygodnej pozycji wydając wytyczne do wystawy dotyczące poziomów oświetlenia i czasów ekspozycji nie do końca wiedząc, czy ich realizacja może zwiększyć

ryzyko uszkodzenia zbiorów. Blaknięcie i zmiany pigmentów występujące w obiektach na podłożach papierowych, tekstylnych, a nawet późno 19-wiecznych obrazach obserwuje się coraz częściej w muzeach na całym świecie.

Badania, które wspierają strategię prewencji konserwatorskiej składają się z kilku ważnych elementów, jak: monitorowanie światła w przestrzeniach wystawowych, pomiar zmian barwy na światłoczułych próbkach i obiektach, studiowanie zmienności ekspozycji i ocenianie oświetlenia przez zwiedzających, ocenę skutków stosowania gablot beztlenowych, przegląd całości kolekcji oraz prowadzenie badań polowych. Seria studiów przypadków zilustruje, jak MNK podchodzi do tego bardzo złożonego problemu. Pomiar zmian barwy w próbkach i obiektach przeprowadzono za pomocą dwóch zestawów mikrofarmometrycznych będących na wyposażeniu MNK. Każdy spektrometr wchodzący w skład tych zestawów składa się ze spektrofotometru odbiciowego sprzężonego z mikro-testerem do przyspieszonego starzenia światłem. Urządzenia te mają zdolność powodowania zmian barwy materiału po krótkim okresie czasu, ze względu na wysoką wydajność ich skolimowanych wiązek światła. Światłoczułość materiałów można określić za pomocą krótkich przyrostów ekspozycji na światło albo z łuku ksenonowego lub ze źródeł plazmy na ciele stałym. Przyrządy te mierzą widmo odbiciowe próbki oraz zapisują dane kolorymetryczne w czasie rzeczywistym. Zastosowanie mikrofarmometrii do filtrowania rzeczywistych obiektów dziedzictwa kulturowego w połączeniu ze strukturalną procedurą oceny ryzyka będzie nadal wspierać kontekstualizację danych w celu identyfikacji i ochrony najbardziej światłoczułych obiektów, przy jednoczesnym zmniejszeniu ograniczeń dla obiektów światłotrwałych.

## Zaprawy iniekcyjne do konserwacji odspojonych malowideł ściennych

Karina Niedzielska<sup>1\*</sup>, Grzegorz Adamski<sup>2</sup>

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

2) Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych, Oddział Szkła i Materiałów Budowlanych w Krakowie, Zakład Cementu

\*[kniedzielska@asp.krakow.pl](mailto:kniedzielska@asp.krakow.pl)

Przedstawione wyniki zrealizowane zostały w ramach projektu dotyczącego zapraw iniekcyjnych do konserwacji odspojonych malowideł ściennych na podłożu wapienno-piaskowym. Celem projektu było określenie przydatności i kompatybilności wybranych zapraw naprawczych do historycznych tynków z terenu Dolnego Śląska. Wśród rozpatrywanych zapraw znalazły się komercyjne iniektory z serii PLM, Malt i Ledanów oraz nowo-opracowane mieszanki zapraw mineralnych.

Opracowanie to przedstawia część wyników badań dotyczących składu tlenkowego komercyjnych zapraw iniekcyjnych i tynków historycznych z zastosowaniem XRF, składu fazowego – XRD z analizą Rietvela i analizą termalną (DSC–TG). Badania uzupełniono o wyniki analiz z zastosowaniem SEM–EDX. Uzyskane w ten sposób informacje były kluczowe podczas planowania kolejnych etapów badań laboratoryjnych a także umożliwiły wstępnie określić kryteria i parametry dla zapraw planowanych do konserwacji. Charakterystyka iniektów pozwoliła na weryfikację i porównanie właściwości zapraw naprawczych od różnych producentów uzupełnienie danych podanych w charakterystyce produktów. W oparciu również o wyniki analiz przygotowano próbki imitujące zabytkowe tynki, co pozwoliło na badanie zapraw iniekcyjnych w warunkach zbliżonych do warunków terenowych, przed ich ostateczną aplikacją podczas prac konserwatorskich.

BADANIA ZOSTAŁY SFINANSOWANE ZE ŚRODKÓW NARODOWEGO CENTRUM NAUKI W RAMACH PROJEKTU „BADANIE I OPRACOWANIE ZAPRAW INIEKCYJNYCH DO KONSERWACJI ODSPOJONYCH MALOWIDEŁ ŚCIENNYCH NA PODŁOŻU WAPIENNYM” (DEC–2011/01/N/HS2/03403)

## Wpływ spoiw syntetycznych użytych w procesie utrwalania malowideł ściennych na właściwości warstw malarskich

Dorota Białek–Kostecka<sup>1\*</sup>, Zofia Kaszowska<sup>1</sup>, Ewelina Jarek<sup>2</sup>, Marcin Kot<sup>3</sup>, Jacek Bagniak<sup>1</sup>, Anna Sajdak<sup>1</sup>

1) Akademia Sztuk Pięknych im. Jana Matejki w Krakowie

2) Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera PAN w Krakowie

3) Akademia Górniczo–Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

\*[zebielek@cyf-kr.edu.pl](mailto:zebielek@cyf-kr.edu.pl)

Wśród materiałów powszechnie stosowanych w konserwacji malarstwa ściennego znaczącą grupę stanowią żywice syntetyczne. Wykorzystuje się je niemal rutynowo od lat 60. XX w. jako spoiwa, w postaci roztworów lub dyspersji, do podklejania odspojonych lub rozwarstwionych zapraw, utrwalania pudrujących się i osypujących warstw malarskich oraz douzupełniania ubytków tychże warstw. Ponadto odgrywają istotną rolę w zabiegu przenoszenia malowideł ściennych.

W wystąpieniu konferencyjnym staramy się odpowiedzieć na pytanie, jaki jest wpływ

polimerów wprowadzonych w procesie utrwalania warstwy malarskiej na jej właściwości fizyczne. Podejmujemy problematykę zabiegu utrwalania, gdyż należy donajpowszechniej stosowanych, a zarazem najbardziej ingeruje w strukturę malowideła ściennego. Prowadzi do zmiany charakteru jak i składu chemicznego warstw malarskich – mówimy wręcz o zmianie w zakresie techniki malarskiej. Dodatkowe negatywne efekty wynikają z naturalnych procesów starzenia polimerów, które objawiają się w przekształceniach kolorystycznych i zaniku przejrzystości oraz przyspieszeniu brudzenia się powłok, co w konsekwencji przyczynia się do utraty czytelności i integralności dzieła sztuki. O wyborze żywic syntetycznych decyduje najczęściej łatwość aplikacji oraz szybkie i skuteczne działanie.

Eksperyment, o którym informujemy miał na celu wyjaśnienie mechanizmu zmian towarzyszących utrwalaniu warstw malarskich wykonanych w technikach charakterystycznych dla polskiego malarstwa ściennego. Badania przeprowadzono w oparciu o próbki wykonane w trzech technikach: wapiennej (bez dodatków), kazeiny wapiennej oraz klejowej (klej glutynowy/skórny). Do utrwalania wybrano produkty najczęściej stosowane w polskim środowisku konserwatorskim: Paraloid B72 (roztwór żywicy akrylowej), Primal AC33 (dyspersja żywicy akrylowej), Mowiol 4–88 (roztwór alkoholu poliwinylowego), Winacet DP50 (dyspersja polioctanu winylu), Winacet Ret5 (roztwór polioctanu winylu). Badano zdolność penetracji spoiwa oraz takie cechy warstw malarskich jak: kolor, połysk, zwilżalność, nasiąkliwość, twardość, moduł Younga, podatność na zarysowanie. By uchwycić zmiany wybranych właściwości, próbki analizowano na różnych etapach sezonowania/starzenia.

BADANIA FINANSOWANE PRZEZ NARODOWE CENTRUM NAUKI W RAMACH PROJEKTU 2013/11/B/HS2/02991.

## PLAKATY sekcja I: badania stopów metali

### Analiza fizykochemiczna średniowiecznych technik złotniczych

Beata Miazga

Uniwersytet Wrocławski, Instytut Archeologii, ul. Szewska 48, 50–139 Wrocław

[beata.miazga@uwr.edu.pl](mailto:beata.miazga@uwr.edu.pl)

Średniowieczne zabytki, pochodzące z badań archeologicznych, często okazują się dekorowane, co znacznie podnosi ich walory estetyczne, a niekiedy zdobienie jest dodatkowym zabezpieczeniem. Rozpoznanie lub podejrzenie, że artefakt mógł być dekorowany, istotnie wpływa na sposób prowadzenia prac konserwatorskich nad zabytkowym przedmiotem. Dlatego weryfikacja hipotezy o zdobieniu jest przeprowadzana często w trakcie lub przed zabiegami konserwatorskimi z wykorzystaniem różnych technik pomiarowych. Dość często łączy się analitykę chemiczną z metodami mikroskopowymi, np. metody spektroskopowe, mikroskopię optyczną i skaningową mikroskopię elektronową. Stosowanie tych narzędzi pozwala na identyfikację złociстых dekoracji na zabytkach archeologicznych oraz często rozpoznanie sposobu ich wykonania, jeśli stan zachowania zabytków na to pozwala.

W średniowieczu stosowano rozmaite techniki złotnicze do zdobienia przedmiotów, wykonanych z różnych surowców. Inaczej zdobiono złotem wyroby skórzane (oprawy ksiąg, buty), a inaczej przedmioty metalowe. Do zdobienia metali stosowano złączenie ogniowe z zastosowaniem amalgamatu rtęciowego, a później także metody elektrochemiczne.

Drewno, skórę złociono w odmienny sposób, stosując najczęściej złoto płatkowe nanoszone z zastosowaniem substancji poprawiających adhezję płatków. Każda z technik złotniczych pozostawia ślady, których identyfikacja pozwala rozpoznać sposób wykonania złocenia.

Przedmiotem wystąpienia będzie zastosowanie nieniszczących metod analitycznych do ustalenia obecności zdobień, ich identyfikacji surowcowej i technologicznej dla zabytków archeologicznych, noszących ślady zniszczeń, związanych z ich użytkowaniem, jak i depozycją w warstwach ziemnych.

## Nieniszczące badania zbioru monet wczesnopiastowskich

Marta Matosz, Julio M. del Hoyo-Meléndez

Laboratorium Analiz i Nieniszczących Badań Obiektów Zabytkowych, Muzeum Narodowe w Krakowie, ul. Piłsudskiego 14, Kraków  
[mmatosz@muzeum.krakow.pl](mailto:mmatosz@muzeum.krakow.pl)

Od 2014 r. Muzeum Narodowe w Krakowie realizuje projekt badawczy: „Naukowe opracowanie zespołu najstarszych monet polskich”.

Przedmiotem badań są denary Bolesława Chrobrego i Mieszka II, pierwsze polskie, rodzime emisje stanowią najcenniejszy zespół monet będący świadkiem początków polskiej państwowości. Mimo znaczenia i niezwyklej wagi dla zrozumienia historii Polski, denary nie zostały przebadane przy użyciu podstawowych w numizmatyce metod badawczych pozwalających na analizę składu pierwiastkowego, które są obecnie obowiązującym na świecie standardem w przypadku prac nad mennictwem. Dla specjalistów w dziedzinie numizmatyki, historyków i archeologów chemiczny skład monet niesie informację o ich autentyczności, technologii wytwarzania oraz chronologicznej i geograficznej dywersyfikacji mennictwa.

W toku realizacji projektu zostały przebadane trzy największe zbiory monet z kolekcji Muzeów Narodowych w Krakowie, Berlinie i Pradze. Badania prowadzono przy użyciu spektrometrów fluorescencji rentgenowskiej oraz elektronowego mikroskopu skaningowego (SEM/ EDX). Określono skład pierwiastkowy powierzchni monet, których głównymi składnikami są Ag i Cu. Oznaczono również pierwiastki śladowe: Pb, Fe, Au, Zn, Hg. Jednocześnie analizy półilościowe pozwoliły określić znaczące różnice w dwóch badanych grupach; Mieszka II i Bolesława Chrobrego.

Ponadto prowadzone są badania mające na celu weryfikację uzyskanych wyników dwiema metodami: indukowanej częstkami emisji promieniowania rentgenowskiego (PIXE, Wydział Fizyki Jądrowej, PAN) i neutronowej analizy aktywacyjnej NAA (Wydział Fizyki Jądrowej i Informatyki Stosowanej, AGH).

PRACA NAUKOWA FINANSOWANA W RAMACH PROGRAMU MINISTRA NAUKI I SZKOLNICTWA WYŻSZEGO POD NAZWĄ „NARODOWY PROGRAM ROZWOJU HUMANISTYKI” W LATACH 2014–2017”

## Skład chemiczny nawarstwień na wlewkach smiedzi z wraku W-5 (XV w.) ze zbiorów Narodowego Muzeum Morskiego w Gdańsku

Katarzyna Schaefer<sup>1\*</sup>, Aneta Sokołowska<sup>2</sup>, Irena Rodzik<sup>1</sup>,  
Iwona Żmuda-Trzebiatowska<sup>3</sup>, Gerard Śliwiński<sup>3</sup>

1) Narodowe Muzeum Morskie, ul. Ołowianka 9/13, 80-751 Gdańsk

2) Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej, Politechnika Gdańska, ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

3) Zakład Fotofizyki, Instytut Maszyn Przepływowych im. R. Szewalskiego PAN, ul. Fiszer 14, 80-231 Gdańsk

\*[k.schaefer@nmm.pl](mailto:k.schaefer@nmm.pl)

W niniejszej pracy przy użyciu spektroskopii ramanowskiej oraz metod komplementarnych: XRF, FT-IR oraz SEM-EDS zbadano nawarstwienia wlewków Cuz ładunku średniowiecznego wraku „Miedziowca”. Stanowiska z podobnym ładunkiem wlewków miedzi odkryte w akwenach Morza Bałtyckiego i Północnego układają się w szlak handlowy od terenów dzisiejszej Słowacji, przez Kraków i Toruń do Gdańska, a następnie w kierunku zachodnim. Badany ładunek – około 230 owalnych sztab o wymiarach w zakresie 14–61 cm i łącznej masie 2 ton, był długotrwale ekspozycyjnie na biologicznie aktywne środowisko morskie i procesy korozyjne [1].

Widma ramanowskie nawarstwień wykazały obecność związków nieorganicznych takich jak: atakamit ( $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ ), chalkopiryt ( $\text{CuFeS}_2$ ), kupryt ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ), kowelin ( $\text{CuS}$ ) i chalkocyt ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ). Wyraźne pasmo przy  $1473\text{cm}^{-1}$  przypisano do organicznego związku – szczawianu amonu  $[(\text{NH}_4)_2(\text{C}_2\text{O}_4)\cdot\text{H}_2\text{O}]$ , którego obecność potwierdziło komplementarne badanie FT-IR. Obserwowaną na zdjęciach SEM różnorodność struktury nawarstwień potwierdziło mapowanie ramanowskie powierzchni wykonane przy wzbudzeniu 785 i 514 nm. Obecność form dendrytycznych różnej wielkości i ich rozkład określono dla związków kowelinu ( $471\text{cm}^{-1}$ ), atakamitu ( $817\text{cm}^{-1}$ ) oraz kuprytu ( $214\text{cm}^{-1}$ ).

[1] W. Ossowski, The Copper Ship's cargo, The Copper Ship – A Medieval Shipwreck and its cargo, 2014, 241–300, Narodowe Muzeum Morskie, Gdańsk

## Pochodzenie i wytwórstwo srebra w Polsce średniowiecznej

W. Duczko<sup>1</sup>, A. Turoś<sup>2</sup>, S. Mikulski<sup>3</sup>, E. A. Miśta<sup>2\*</sup>, P. Kalbarczyk<sup>4</sup>, J. Dudek<sup>4</sup>, A. Kędzierski<sup>1</sup>, D. Wyczółkowski, R. Czech<sup>1</sup>, M. Widawski<sup>5</sup>

1) Instytut Archeologii i Etnologii PAN, Al. Solidarności 105, Warszawa

2) Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Andrzeja Sołtana 7, Otwock-Świerk,

3) Państwowy Instytut Geologiczny–Państwowy Instytut Badawczy, Rakowiecka 4, Warszawa

4) Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Dorodna 16, Warszawa

5) Państwowe muzeum Archeologiczne, Długa 52, Warszawa

\*[ewelina.mista@nabj.gov.pl](mailto:ewelina.mista@nabj.gov.pl)

Nowoczesna archeometalurgia stosuje techniki analityczne pozwalające na udzielenie odpowiedzi na pytania dotyczące zabytków: jaka jest proveniencja złożowa i technologiczna, jaka jest historia depozycyjna i metalurgiczna obiektu? W badaniach archeometalurgicznych z powodzeniem stosuje się wiele technik badań materiałowych. Niniejsza referat przedstawia wstępne wyniki realizacji projektu skupionego wokół określenia proveniencji średniowiecznych zabytków srebrnych z terenu Polski.

Badanie pochodzenia złóżowego zabytków srebrnych (i nie tylko) w oparciu o stosunki izotopowe ołowiu i zawartość pierwiastków śladowych ma kluczowe znaczenia przy weryfikacji i nakreślaniu starożytnych szlaków handlowych, w tym śledzeniu pochodzenia się myśli technologicznej w obrębie siatki kontaktów elit społecznych w różnych krajach [1]. Obiektami studiów są wczesne monety polskie, głównie z XI wieku oraz srebrne ozdoby kobiece. Te ostatnie są bogatym i różnorodnym zbiorem o dotychczas niedocenionym znaczeniu jako źródło historyczne. Badania nad proveniencją surowca srebrnego tych ozdób pozwolą lepiej zrozumieć związki wczesnych Piastów z południowymi władztwami, takimi jak Morawy i Czechy, i tym samym wypełnić brak źródeł pisanych do tego okresu historii Polski. Badaniom poddano 60 zabytków wykonanych ze stopu srebra (główny skład to Ag/Cu z domieszkami m.in. Pt, Hg, Pd czy Bi) pochodzących z wybranych depozytów archeologicznych (Jastrzębniki, Kalisz-Dobrzec, Zakrzew, Rąjsków, Służków)[2]. Mikro-inwazyjna metoda LA-ICP-MS (ang. Laser Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) z wykorzystaniem metod statystycznych posłużyła do określenia składu izotopowego (Pb) natomiast SEM/EDX (ang. Scanning elektron microscopy with X-ray energy disperssive analysis) pozwoliła na śledzenie zmian morfologicznych i określenie ilościowego składu pierwiastkowego.

**BIBLIOGRAFIA:** [1] Merkel, S., Sverchkov, L., Hauptmann, A., Hilberg, V., Bode M. and Lehmann, R., 2013. *Analysis of Slag, Ore and Silver from the Tashkent and Samarkand Areas: Medieval Silver Production and the Coinage of Samanid Central Asia*. *ArchäometrieundDenkmalpflege* 2013. *MetallaSonderheft* 6, pp. 62–66, [2] Adam Kędzierski, Leszek Ziąbka, Sławomir Miłek, *Wczesnośredniowieczny skarb z Kalisza-Dobrzec*. *Informacja wstępna*. *Rocznik Kaliski*, 2011, t. XXXVIII, s. 219–222.

## sekcja II: badania drewna

### Drewno archeologiczne – oznaczanie podstawowych składników strukturalnych metodą STA

Magdalena Broda\*, Joanna Siuda, Bartłomiej Mazela

Afiliacja: Instytut Chemicznej Technologii Drewna, Wydział Technologii Drewna, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

\*mbroda@up.poznan.pl

**RYSUNEK.** PORÓWNANIE WYNIKÓW OZNACZENIA SKŁADNIKÓW STRUKTURALNYCH DREWNA TRADYCYJNĄ METODĄ ANALIZY CHEMICZNEJ I METODĄ STA. DREWNÓ ARCHEOLOGICZNE: BIEL, TWARZIEL 1, TWARZIEL 2; DREWNÓ WSPÓŁCZESNE: BIEL WSP., TWARZIEL WSP. UZYSKANE WYNIKI WSKAZUJĄ, IŻ METODA STA JEST ODPOWIEDNIA DO OCENY STANU ZACHOWANIA MOKREGO DREWNA ARCHEOLOGICZNEGO.



Mokre drewno archeologiczne, w zależności od warunków, w jakich przebywa, ulega w mniejszym lub większym stopniu degradacji. Aby móc podjąć właściwe działania konserwatorskie, należy w pierwszym kroku prawidłowo ocenić stopień degradacji zabytkowego materiału. Metoda oceny powinna być szybka i precyzyjna, niedestrukcyjna lub wymagająca zużycia jedynie niewielkiej ilości historycznego surowca.

Celem pracy było zastosowanie metody STA (Simultaneous Thermal Analysis – Symultaniczna Analiza Termiczna) do oznaczenia podstawowych składników strukturalnych mokrego archeologicznego drewna dębowego oraz porównanie uzyskanych wyników z wynikami tradycyjnej analizy chemicznej (oznaczenie holocelulozy wg. Browninga [1967], oznaczenie ligniny i substancji ekstrakcyjnych – odpowiednio metodą TAPPI 2006 i TAPPI 2007 a i b).

### Niedestrukcyjne metody badawcze w ocenie stanu zachowania drewna archeologicznego

Katarzyna Królikowska-Pataraja<sup>1\*</sup>, Aleksandra Wesołowska<sup>2</sup>, Bartłomiej Mazela<sup>3</sup>, Magdalena Broda<sup>3</sup>

1) Akademia Sztuk Pięknych w Warszawie, Wydziału Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki, Zakład Badań Specjalistycznych i Technik Dokumentacyjnych

2) Międzyuczelniany Instytut Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki

3) Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Technologii Drewna, Instytut Chemicznej Technologii Drewna

\*kasiapataraja@op.pl

Drewno towarzyszy człowiekowi od początku jego istnienia i podobnie jak każdy inny materiał pochodzenia organicznego, ulega rozkładowi w stopniu zależnym przede wszystkim od chemicznej lub biologicznej agresywności środowiska, w którym przebywa.

Celem pracy była ocena przydatności tomografu komputerowego oraz analizy XRF do oznaczenia stopnia degradacji drewna archeologicznego. W pracy wykorzystano relikty mostu „poznańskiego”, zalegające na dnie jeziora Lednickiego. Przeprowadzone analizy obejmowały oznaczenie zawartości Fe, Ca, Cl i Mn w poszczególnych warstwach drewna archeologicznego oraz określenie gęstości tkanki drzewnej.

Do oceny rozkładu zawartości wybranych pierwiastków chemicznych w drewnie z Ostrowa Lednickiego wytypowano 6 próbek. Oznaczenie wykonano z wykorzystaniem przenośnego urządzenia XRF. Uzyskane wyniki wskazują, iż zawartość żelaza w badanym materiale jest ściśle związana z odległością od obwodu, a najwyższe stężenie tego pierwiastka odnotowano w strefie przyobwodowej.

Badanie z wykorzystaniem tomografu komputerowego przeprowadzono na 4 plasterkach pobranych z 4 różnych próbek drewna. Pomiar wykonano na materiale mokrym, zawierającym wodę oraz lód. W pracy posłużono się tomografem komputerowym firmy GE z 32 rzędami detektorów; model Light Speed pro. Przeprowadzone badanie pozwoliło na nieinwazyjną ocenę stanu zachowania tkanki drzewnej. Na podstawie różnicy gęstości badanych próbek drewna na tomogramach wyodrębniono strefę bielastą i twarzielową.

## Metody identyfikacji tradycyjnych środków wykończenia powierzchni zabytkowych posadzek drewnianych

Anna Rozanska<sup>1\*</sup>, Anna Sandak<sup>2</sup>

1) Wydział Technologii Drewna SGGW w Warszawie

2) CNR-IVALSA Trees and Timber Institute

\*annamaria.rozanska@gmail.com

Historycznymi sposobami impregnacji drewna było jego nasączenie substancjami pochodzenia naturalnego: olejami roślinnymi, cukrem buraczanym, trzcinowym, parafiną, kalafonią, woskami, ałunem glinowo-potasowy itp. [Kurpiak, Ważny 2004]. Od XIX w. doskonalili się metody impregnacji kreozotem, uzyskiwanym w procesie destylacji smoły węglowej. Stosowano także środki rozpuszczalne w wodzie: chlorek rtęci, chlorek cynku, siarczan miedzi, a potem mieszanki soli. Współczesnym odpowiednikiem pokostu lnianego są nakładane na zimno najczęściej syntetyczne oleje posadzkarskie, których powierzchnię pokrywa się dodatkowo olejowoskiem.

Rozpoznanie środków wykończenia powierzchni stosowanych w poszczególnych posadzkach zabytkowych jest kluczem do planowanych prac konserwatorskich, gdyż sposób wykończenia powierzchni posadzki ma znaczący wpływ na jej trwałość [Rozanska i inni 2012, 2013].

Identyfikacja środków wykończenia powierzchni metodami nieniszczącymi jest złożona. W badaniach profilu gęstości największą wartość gęstości obserwuje się na najmniejszych wartościach maksymalnej pozycji gęstości od strony licowej, co związane jest prawdopodobnie z obecnością substancji niestrukturalnych. Większe wartości kąta zwilżania (od 13 do 42%) oryginalnej powierzchni lica posadzek zabytkowych sugerują iż posadzki były nasączone środkami olejowymi lub woskami (środki solne zwiększają zwilżalność drewna). Porównanie energii powierzchniowej oryginalnej powierzchni licowej drewna zabytkowego (nie poddanej obróbce) oraz tej samej powierzchni po przeszlifowaniu, wskazuje we wszystkich przypadkach na większą hydrofobowość oryginalnej powierzchni posadzek. Oznaczanie ilościowej i jakościowej zawartości pierwiastków w badaniach spektrofлуorymetrii rentgenowskiej XRF dotyczyło pierwiastków o dużej zawartości w drewnie jak potas czy wapń oraz pierwiastków o mniejszych czy nawet śladowych stężeniach (Cl, Fe, Zn, Mg, Cu).

Udowodniono już, że FT-NIR jest skutecznym narzędziem identyfikacji świeżo położonych powłok na drewnie współczesnym [Rozanska, Sandak 2013]. Identyfikacja powłok wykończeniowych na drewnie zabytkowym jest trudna, ponieważ budynki zabytkowe na przestrzeni wieków często nie były odpowiednio utrzymywane, silnie użytkowane, a posadzki intensywnie ścierane i zalewane z powodu nieuszczelnienia dachów i braku odprowadzenia wód opadowych na odpowiednią odległość od ścian budynków. W takich warunkach pierwotne środki wykończenia powierzchni mogły ulec starciu lub wypłukaniu. Innym procesem wpływającym na skład chemiczny powierzchni jest naturalne starzenie się drewna. Ponadto istnieje możliwość, że posadzki były wykkańczane różnymi metodami na przestrzeni swej historii (pierwotnie pokostem, a potem woskiem).

Różańska A., Koryciński W., Auriga R., Beer P., 2012: Characteristics of the properties of traditional finishing coatings used to protect wood in antiqua parquets considering the possibility of their application in buildings under reconstruction, *Annals of WULS-SGGW* 80: 22–28.

## sekcja III: obrazowanie w badaniach zabytków

### Pomiar barwy z wykorzystaniem obrazowania hiperspektralnego

Damian K. Chlebda\*, Anna Rogulska, Tomasz Łojewski

Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński, ul. Ingardena 3, 30-060 Kraków

\*damian.chlebda@uj.edu.pl

Przemysł, jak i osoby związane z ochroną zabytków, potrzebują technik mogących w sposób wiarygodny, dokładny i powtarzalny prowadzić pomiar i monitoring zmian, jakie zachodzą pod wpływem działania zewnętrznych czynników. Cechą szczególnie istotną jest barwa. Konwencjonalne metody wykorzystywane w kolorymetrii można zastąpić bardziej efektywnym obrazowaniem hiperspektralnym, przez co analiza nie jest ograniczona do pomiaru jednego punktu w danym czasie. Barwa jest bardzo ważnym elementem dzieła, jest także elementem najbardziej czułym na degradację. Procesy takie jak: żółknięcie, ciemnienie czy blaknięcie powodują, że dany element dzieła ulega starzeniu zmieniając swoje właściwości. W konsekwencji prowadzi to do zmiany sposobu odbioru wizualnego dzieła. Konwencjonalne kolorymetry lub spektrofotometry często nie umożliwiają pomiaru barwy dla małych powierzchni. Obrazowanie hiperspektralne ma tutaj istotną przewagę. Obrazowanie hiperspektralne umożliwia wykonanie skanu obiektu oraz jednoczesną analizę obrazu hiperspektralnego złożonego z milionów pikseli. Dane kolorymetryczne można uzyskać z dowolnie wybranego punktu na obiekcie. Dodatkowo można monitorować zmianę barwy w czasie w konkretnym miejscu na obiekcie.

BADANIA PRZEPROWADZONO W RAMACH PROJEKTU DEC-2011/03/B/HS2/05221 FINANSOWANEGO PRZEZ NARODOWE CENTRUM NAUKI.

### Zastosowanie chemometrycznej analizy obrazów hiperspektralnych do rozróżniania nośników pisma

Alicja Majda<sup>1</sup>, Damian Chlebda<sup>1</sup>, Tomasz Łojewski<sup>1</sup>

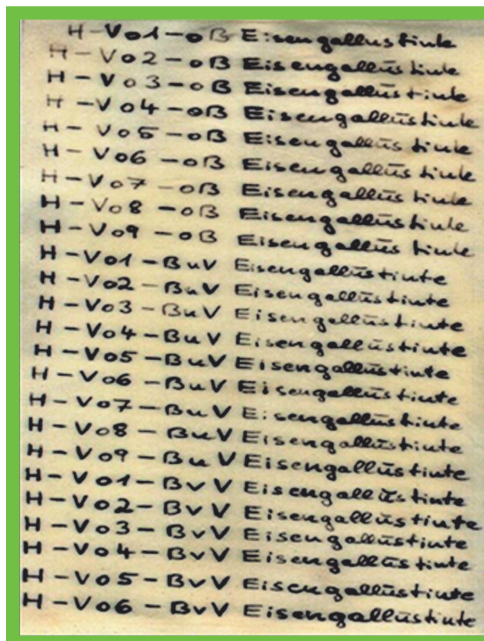
1) Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński

ala.majda@doctoral.uj.edu.pl

Obrazowanie hiperspektralne jest techniką, którą w ostatnich latach zaczęto szeroko wykorzystywać w kryminalistycznej analizie dokumentów oraz w badaniach obiektów dziedzictwa kulturowego. Jest to technika spektroskopii refleksyjnej, która w połączeniu z podejściem chemometrycznym pozwala na badanie obiektów o dużej wartości dowodowej i kulturowej. Wynika to głównie ze szczególnych cech tej techniki pomiarowej, gdyż jest nieniszcząca i nie powoduje kontaminacji próbek. Obrazowanie hiperspektralne zostało wykorzystane w celu dyskryminacji śladów środków pisańcych. Materiał badawczy stanowiły ślady past długopisowych oraz atramentu żelazowo-galusowego, których rozróżnienie z wykorzystaniem standardowych metod jest trudne. Zastosowane metody chemometryczne: analiza skupień oraz analiza głównych składowych, pozwoliły na rozróżnienie śladów długopisowych i atramentowych na podstawie ich charakterystyki spektralnej. Dowiedziono skuteczności metody obrazowania hiperspektralnego w rozróżnianiu części śladów środków pisańcych. Dokonano klasyfikacji do trzech grup 45 śladów czarnych past

długopisowych. Rozróżniono również modele długopisów pomiędzy tymi trzema skupieniami. Przeprowadzona analiza dyskryminacyjna śladów atramentów żelazowo-galusowych pozwoliła dokonać ich podziału na dwie grupy ze względu na obecność spoiwa.

**RYSUNEK. ZESTAW ATRAMENTÓW ŻELAZOWO-GALUSOWYCH NA PODŁOŻU PERGAMINOWYM: OBRAZ RZECZYWISTY (PO LEWEJ), OBRAZ W BARWACH FAŁSZYWYCH WEDŁUG SKŁADOWYCH PC1, PC2 W METODZIE PCA (PO PRAWEJ)**



## DET-ART: rozwój nowej techniki nieinwazyjnego obrazowania rozkładu pierwiastków do badań dzieł sztuki

A. Mendys<sup>2\*</sup>, T. Fiutowski<sup>1</sup>, P. Frączyński<sup>2</sup>, M. Lankosz<sup>1</sup>, B. Mindur<sup>1</sup>, P. Wiącek<sup>1</sup>, P. Wróbel<sup>1</sup>, A. Sikorska<sup>1</sup>, W. Dąbrowski<sup>1</sup>

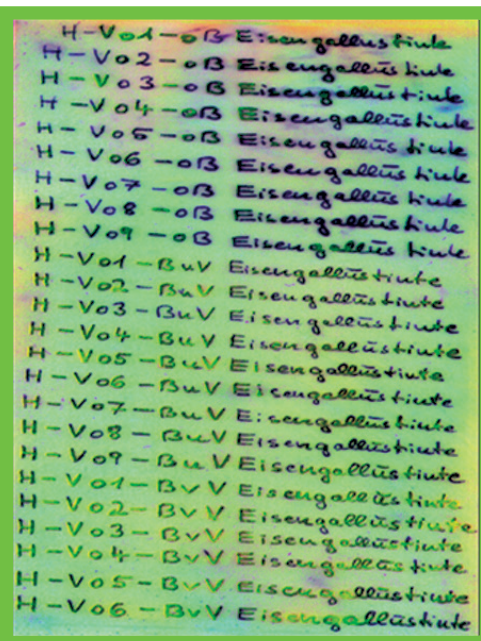
1) Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica, Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej, al. Mickiewicza 30, Kraków

2) Muzeum Narodowe w Krakowie, Laboratorium Analiz i Nieniszczących Badań Obiektów Zabytkowych, ul. Piłsudskiego 14, Kraków

\*amendys@muzeum.krakow.pl

Spektroskopia fluorescencji rentgenowskiej (XRF) jest obecnie jedną z podstawowych metod analizy pierwiastkowej dzieł sztuki, pozwalającą wnioskować o czasie i miejscu ich powstania, użytych technikach, a nawet o stanie zachowania obiektu. Dodatkowo, analiza przestrzennego rozkładu pierwiastków może służyć obrazowaniu ukrytych warstw malarskich. W obecnie stosowanych rozwiązaniach, mapowanie pierwiastków metodą XRF polega na skanowaniu obiektu skupioną wiązką promieniowania rentgenowskiego. Konieczność skanowania wiąże się zazwyczaj z długim czasem pomiaru i umożliwia obrazowanie jedynie płaskich powierzchni. Ponadto ze względu na bliskość głowicy pomiarowej zwiększa także ryzyko uszkodzenia badanego obiektu.

Celem projektu DET-ART, prowadzonego przez interdyscyplinarny zespół pracowników Wydziału Fizyki i Informatyki Stosowanej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie (WFilS AGH) oraz Laboratorium Analiz i Nieniszczących Badań Obiektów Zabytkowych Muzeum Narodowego w Krakowie (LANBOZ MNK), jest opracowanie systemu obrazowania rozkładu pierwiastków pozbawionego powyższych ograniczeń. W konstruowanym systemie badany obiekt oświetlany jest szeroką, jednorodną wiązką promieniowania rentgenowskiego. Emitowane promieniowanie fluorescencyjne jest rzutowane za pomocą kamery otworkowej na powierzchnię pozycjo-czułego detektora z dyspersją energii. Zastosowany detektor, bazujący na technologii gazowych powielaczy elektronów (GEM), umożliwia równoczesne obrazowanie obszaru rzędu 10 cm × 10 cm, co znacząco skraca czas pomiaru. Zastosowanie kamery otworkowej,



która charakteryzuje się teoretycznie nieskończoną głębią ostrości, umożliwi z kolei badanie obiektów przestrzennych. Wstępne badania potwierdziły, co do zasady, możliwość wykorzystania proponowanej techniki do badania warstw malarskich [1].

Obecnie prowadzone są prace badawczo rozwojowe nad poszczególnymi elementami systemu: źródłem promieniowania, układem projekcji obrazu, detektorem GEM, systemem elektroniki odczytu i akwizycji danych. Szczególny nacisk położony jest na bezpieczeństwo badanych obiektów. Równolegle, z wykorzystaniem pilotażowego systemu, prowadzone są badania mające na celu optymalizację przestrzennej i energetycznej zdolności rozdzielczej, a także zwiększenie czułości dla jak największego zakresu rejestrowanych pierwiastków.

PROJEKT JEST FINANSOWANY ZE ŚRODKÓW NARODOWEGO CENTRUM BADAŃ I ROZWOJU, W RAMACH PROGRAMU BADAŃ STOSOWANYCH, UMOWA NR PBS3/A9/29/2015.

[1] A. Zielińska, W. Dąbrowski, T. Fiutowski,

B. Mindur, P. Wiącek and P. Wróbel, *X-ray fluorescence imaging system for fast mapping of pigment distributions in cultural heritage paintings*, JINST, 8 P10011, 2013.

## Wykorzystanie obrazowania radiograficznego w badaniach archeometrycznych

Ewelina A. Miśta<sup>1\*</sup>, Michał Dorosz<sup>1</sup>, Jacek J. Milczarek<sup>1</sup>, Izabela Fijał-Kirejczyk<sup>1</sup>, Piotr Tulik<sup>2</sup>, Tymoteusz Kosiński<sup>1</sup>, Wojciech Dziewiecki<sup>1</sup>

1) Narodowe Centrum Badań Jądrowych, ul. A. Sołtana 7, 05-400 Otwock

2) Instytut Metrologii i Inżynierii Biomedycznej, Wydział Mechatroniki, Politechnika Warszawska, ul. Św. Andrzeja Boboli 8; 02-525 Warszawa

\*ewelina.mista@ncbj.gov.pl

Współczesna archeologia i badania konserwatorskie często zmagają się z problemami natury materiałowej spoza zakresu konwencjonalnej sztuki badawczej. Wystąpienie przedstawia możliwości wykorzystania metod radiograficznych (2D i 3D, CT), w tym wybranych reaktorowych technik jądrowych w badaniach archeometrycznych oraz konserwacji zabytków. Szczególny nacisk został położony na możliwości wykorzystania doświadczalnego reaktora MARIA oraz tomografu Nikon Metrology XT H 225 ST zlokalizowanych w Otwocku-Świerku.

Zastosowanie nieinwazyjnych technik obrazowania obiektów w kręgu dziedzictwa kulturowego umożliwia uzyskanie odpowiedzi na pytania spoza zakresu konwencjonalnych metodologii dziedziny. Dzięki zastosowaniu komplementarnych technik obrazowania rtg i neutronowego możliwe jest nieinwazyjne rozróżnienia materiałowe i strukturalne obiektów bardzo często mocno zdegradowanych okresem depozycji, historią technologiczną czy warunkami przechowywania.

W ramach współpracy z Instytutami i Muzeami z kręgu archeologicznego NCBJ realizuje kilka projektów badawczych mających na celu dostosowanie metod

radiograficznych do potrzeb odbiorcy. Przeprowadza się analizy materiałów wykonanych ze stopów metali, gliniane oraz kości (Mišta et al. 2016) w celu zoptymalizowania metodologii przy maksymalnym rozróżnieniu materiałowym obiektu przed i po procesie konserwacji.

Miedzy innymi wykonano serię obrazowania dla urn ciałopalnych o różnych stopniu zachowania (III–V n.e.) w celu sprawdzenia możliwości identyfikacji depozytów grobowych przed procesem konserwacji. Podjęto próby identyfikacji obiektów we wnętrzach innych obiektów. Dodatkowo prowadzi się pracę nad antycznym materiałem kostnym w celu detekcji starożytnego kolagenu oraz porównuje się metody w przypadku obrazowania materiału stopowego.

E. A. Mišta et al (2016), X-ray and neutron radiography studies of archeological, Adv. in Intelligent Sys. and Comp., Vol. 393 s. 187–192, Objects: DOI 10.1007/978–3–319–23923–1

#### sekcja IV: badania ceramiki

### Badania archeometryczne ceramiki z Bukivnej (Ukraina)

Angelina Rosiak<sup>1\*</sup>, Magdalena Żbikowska<sup>1</sup>, Joanna Kałużna–Czaplińska<sup>1</sup>, Przemysław Makarowicz<sup>2</sup>, Waldemar Maniukiewicz<sup>1</sup>, Elżbieta Szubiakiewicz<sup>1</sup>

1) Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka, Żeromskiego 116, 90–924 Łódź

2) Zakład Prahistorii Europy Środkowo–Wschodniej, Instytut Prahistorii UAM, Umultowska 89D, 61–614 Poznań

\*angelina.rosiak@gmail.com

Cmentarzysko kultury komarowskiej w Bukivnej (Bukówniej) na Ukrainie liczy ponad 60 kurhanów datowanych na epokę brązu (pierwsza połowa II tys. BC). W trakcie kilkuletnich badań wykopaliskowych rozpoznano sześć kurhanów. Wśród pozyskanych z nich przedmiotów znajdowały się wyroby z brązu (biżuteria) oraz krzemienia (narzędzia, groty strzał, sierpy), a także liczne naczynia gliniane, zachowane w całości lub fragmentarycznie [1]. Prezentowane wyniki badań dotyczą analizy 10 wybranych fragmentów naczyń. Metodą chromatografii gazowej łączonej ze spektrometrią mas (GC–MS) oraz spektroskopią w podczerwieni (FTIR) przeprowadzono badanie składu pozostałości organicznych, natomiast za pomocą dyfrakcji rentgenowskiej (XRD) oznaczono skład mineralogiczny wypalanej masy ceramicznej. Na podstawie składu chemicznego możliwe stało się określenie prawdopodobnego przeznaczenia naczyń. Uzyskane wyniki pozwoliły również na wnioskowanie o stopniu zaawansowania technologicznego społeczności wytwarzającej badane naczynia, a także dostarczyły informacji o ich diecie [2].

#### LITERATURA:

[1] P. Makarowicz, S. D. Lysenko, I. T. Kočkin, Kurhany z epoki brązu nad górnym Dniestrem – polsko–ukraińskie projekty badawcze. Folia Praehistorica Posnaniensia, 2013, 18, 151–176.

[2] A. Rosiak, J. Kałużna–Czaplińska, P. Lis, Badania pozostałości organicznych zachowanych w zabytkowej ceramice nieszkliwionej z zastosowaniem współczesnych metod analitycznych, Analityka: Nauka i Praktyka, 2014, 1, 62–65.

### Dieta naszych przodków – badania ceramiki pradziejowej

Angelina Rosiak\*, Joanna Kałużna–Czaplińska

Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka, Żeromskiego 116, 90–924 Łódź

\*angelina.rosiak@gmail.com

Badania ceramiki pradziejowej prowadzone w ramach pracy doktorskiej w Instytucie Chemii Ogólnej i Ekologicznej Politechniki Łódzkiej obejmują przede wszystkim analizy pozostałości organicznych zachowanych w naczyniach glinianych, na podstawie których możliwe jest określenie ich pierwotnego sposobu użytkowania. Wykonywane są również analizy składu masy ceramicznej, będące źródłem informacji o pochodzeniu surowców z których zostały wykonane naczynia oraz stopniu zaawansowania technologicznego użytkujących je społeczności. Jak dotąd analizom poddano próbki uzyskane z ponad 130 fragmentów ceramiki, pochodzących ze stanowisk archeologicznych zlokalizowanych na terenie Europy Środkowo–Wschodniej, a datowanych od neolitu (kultura lendzielska) do średniowiecza (XII–XIII w.). Badania prowadzone są we współpracy z ośrodkami archeologicznymi z całego kraju, m.in. Instytutem Archeologii i Etnologii PAN, Muzeum Archeologicznym i Etnograficznym w Łodzi, Muzeum Nadwiślańskim w Kazimierzu Dolnym, Instytutem Archeologii Uniwersytetu Wrocławskiego, Instytutem Prahistorii UAM w Poznaniu oraz Muzeum Podlaskim w Białymstoku.

W pracy zaprezentowane zostaną stosowane w badaniach procedury analityczne, omówione zostaną wyniki analiz oraz wnioski z nich płynące. Przedstawione zostaną trudności jakie napotkano podczas przeprowadzania analiz oraz problemy, których rozwiązanie pozwoli na otrzymanie nowych informacji o składnikach diety naszych przodków.

PRACA CZĘŚCIOWO FINANSOWANA Z FUNDUSZU MŁODYCH NAUKOWCÓW NA WYDZIALE CHEMICZNYM POLITECHNIKI ŁÓDZKIEJ, GRANT NR W–3/FMN/6G/2015.

### Analiza składu chemicznego ceramiki naściennej (XIII–XV w.) z Qom, Aveh i Mashhad w Iranie

Małgorzata Rudnicka<sup>1\*</sup>, Ewelina A. Mišta<sup>2</sup>, Iwona Żmuda–Trzebiatowska<sup>3</sup>, Paweł Kalbarczyk<sup>4</sup>, Maryam Kolbadinejad<sup>5</sup>, Arash Lashkari<sup>6</sup>, Gerard Śliwiński<sup>3</sup>

1) Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej, Politechnika Gdańska, ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80–233 Gdańsk,

2) Narodowe Centrum Badań Jądrowych, ul. A. Sołtana 7, 05–400 Otwock

3) Zakład Fotofizyki, Instytut im. R. Szewalskiego PAN, ul. Fiszer 14, 80–231 Gdańsk

4) Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Laboratorium Jądrowych Technik Analitycznych, ul. Dorodna 16, 03–195 Warszawa,

5) Islamic Azad University, Tehran, Iran

6) Iranian Center For Archaeological Research, Tehran, Iran

\*menr1604@gmail.com

Spektroskopia Ramana (RS) z powodzeniem stosowana jest w badaniach obiektów archeologicznych oraz na potrzeby konserwacji zabytków. W niniejszej pracy użyto RS do zbadania fragmentów szkliwionych kafelków naściennych, które pochodziły z trzech stanowisk archeologicznych w Iranie (Qom, Aveh, Mashhad) datowanych na okres XIII – XV w. Celem badania było określenie zastosowanych pigmentów. W oparciu o analizę widm ramanowskich uzupełniono dotychczasowe wyniki szczegółowe i zweryfikowano interpretację składu barwników. Stwierdzono, że kafelki z badanych

stanowisk wykonano podobnymi technikami, mimo stosunkowo dużej odległości (~ 100 km) pomiędzy poszczególnymi stanowiskami oraz różnic w okresach użytkowania. Zidentyfikowano takie pigmenty mineralne jak: czerwień marsowa – hematyt ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), brązy znane jako magnetyt i goethyt ( $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{Fe}(\text{OH})$ ), biały kalcyt ( $\text{CaCO}_3$ ) oraz niebieski lazuryt ( $[(\text{Na}, \text{Ca})_8(\text{SO}_4, \text{S}, \text{Cl})_2(\text{AlSiO}_4)_6]$ ). Na tej podstawie można więc założyć ciągłość technologiczną regionu, najprawdopodobniej związaną z dostępnością złóż pigmentów.

Dodatkowe użycie metod badań komplementarnych takich jak: LA – ICP – MS (Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry), SEM/EDX (Scanning Electron Microscopy with Electron Dispersive X-ray Microanalysis) i XRF (X-ray Fluorescence) umożliwiło ponadto określenie różnic składu pierwiastkowego warstw powierzchniowych badanych próbek postulowanych w oparciu o ich odmienne cechy wizualne.

## sekcja V: identyfikacja pigmentów i barwników

### Analiza niebieskich barwników w średniowiecznych tkaninach z paramentów liturgicznych z kościoła NMP w Gdańsku przechowywanych obecnie w Muzeum Narodowym w Gdańsku za pomocą LC/MS/MS

Monika Ganeczko<sup>1\*</sup>, Bartłomiej Witkowski<sup>1</sup>, Magdalena Biesaga<sup>1</sup>, Helena Hryszko<sup>2</sup>, Monika Stachurska<sup>2</sup>, Tomasz Gierczak<sup>1</sup>

1) Wydział Chemii, Centrum Nauk Biologiczno – Chemicznych, Uniwersytet Warszawski, ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa

2) Akademia Sztuk Pięknych w Warszawie, Katedra Konserwacji i Restauracji Tkanin Zabytkowych, ul. Wybrzeże Kościuszkowskie 37, 00-379 Warszawa

\*[mganeczko@chem.uw.edu.pl](mailto:mganeczko@chem.uw.edu.pl)

W ramach projektu „Interdyscyplinarne opracowanie naukowe zespołu 192 średniowiecznych paramentów liturgicznych z kościoła NMP w Gdańsku, przechowywanego obecnie w Muzeum Narodowym w Gdańsku, ze szczególnym uwzględnieniem badań technologiczno-technicznych” przeprowadzono badania stu barwników naturalnych występujących w średniowiecznych tkaninach i haftach.

Barwniki naturalne to substancje pochodzenia roślinnego i zwierzęcego. Z chemicznego punktu widzenia to szereg związków należących do flawonoidów, antrachinonów, kwasów karboksylowych, pochodnych indyga.

W prezentowanej części pracy skupiono się na próbkach tkanin w kolorze niebieskim o fioletowym odcieniu. Z XV-wiecznego traktatu „*L'arte della seta in Firenze*” wynika, iż florency farbiarze różnicowali odcień i intensywność niebieskiej barwy poprzez dodawanie do głównego składnika barwiącego na niebiesko innych barwników, np. czerwonych.

Analiza próbek za pomocą wysokosprawnej chromatografii cieczowej sprzężonej ze spektrometrią mas (LC/MS/MS) wykazała obecność indygotyny – głównego składnika barwiącego na kolor niebieski, pozyskiwanego z indygowca farbiarskiego (*Indigofera tinctoria* L.) lub urzetu (*Isatis tinctoria* L.). Fioletowy odcień nie powstał natomiast w wyniku dodania czerwonego barwnika do niebieskiego. Drugą substancją odpowiedzialną za charakterystyczną barwę próbek okazała się orselka barwierska (*Rocella tinctoria* L.).

PROJEKT BADAWCZY FINANSOWANY ZE ŚRODKÓW NARODOWEGO CENTRUM NAUKI (DEC-2013/09/B/HS2/01197).

### Paleta malarska neapolitańskich caravaggionistów – wykorzystanie przenośnego aparatu XRF do uzyskania wstępnych wyników badań składu warstwy malarskiej

Mateusz Jasiński<sup>1\*</sup>, Katarzyna Wantuch-Jarkiewicz<sup>2</sup>, Mirosław Wachowiak<sup>3</sup>

1) Wydział Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki, Akademia Sztuk Pięknych w Warszawie

2) Wydział Ceramiki i Szkła, Akademia Sztuk Pięknych we Wrocławiu

3) Zakład Konserwacji i Restauracji Sztuki Nowoczesnej, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

\*[jaskinski.mateusz@poczta.fm](mailto:jaskinski.mateusz@poczta.fm)

W roku 2014 w ramach projektu finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki nr 2013/09/N/HS2/02116, PRELUDIUM V pt.: „Technika i technologia obrazów caravaggionistów w oparciu o polskie zbiory muzealne” poddano badaniom dwadzieścia cztery malowidła. Celem naukowym projektu było przeprowadzenie interdyscyplinarnych badań nad techniką malarską artystów wywodzących się z różnych kręgów artystycznych i różnych krajów Europy, będących naśladowcami stylu Michelangelo Merisi da Caravaggio. Przeprowadzone badania mają na celu wychwycenie charakterystycznych cech warsztatowych wybranego kręgu twórców, wykazując celowość popierania badań stylistycznych szerokimi badaniami techniki i technologii malarstwa XVII wieku.

Poster skupia się na wybranych siedmiu obrazach należących do kręgu neapolitańskiego caravaggionizmu, gdzie w odróżnieniu od rzymskiego znacznie silniejsza była tradycja malarstwa Północnego oraz Hiszpańskiego. Artyści tacy jak Jusepe Ribera, Bernardo Cavallino, Matthias Stom, Luca Giordano, Matia Pretti inspirowali się już późnym, bardziej ekspresyjnym stylem Caravaggia.

W badaniu techniki zastosowano nieniszczące metody wykorzystujące: promieniowanie ultrafioletowe (UV), podczerwone (IR), promienie Rentgena (RTG) oraz zdjęcia w świetle widzialnym (VIS). Wykonano analizy składu pigmentowego nieinwazyjną metodą badań przenośnym spektrometrem XRF in situ w muzeach. W dalszym etapie pobrano próbki i badano je za pomocą sprzężonego z mikrosondą elektronową (SEM-EDS), a także wykorzystującej promieniowanie IR metody FTIR, których wyniki są obecnie analizowane.

### Identyfikacja naturalnych barwników organicznych w farbach Jana Matejki za pomocą LC-ESI MS/MS

Olga Otłowska<sup>1\*</sup>, Magdalena Śliwka-Kaszyńska<sup>1</sup>, Mirosław Wachowiak<sup>2</sup>

1) Wydział Chemiczny Politechniki Gdańskiej, Narutowicza 11/12, Gdańsk

2) Zakład Konserwacji i Restauracji Sztuki Nowoczesnej, UMK, Toruń

\*[otlowska.olga@wp.pl](mailto:otlowska.olga@wp.pl)

Identyfikacja barwników naturalnych daje informacje niezbędne do określenia wielu faktów dotyczących historycznych dzieł sztuki. Znajomość składu barwników pomaga nie tylko w określaniu czasu powstania dzieła i jego pochodzenia, ale także w potwierdzeniu jego autentyczności i w końcu opracowaniu odpowiedniej i efektywnej procedury konserwatorskiej. Izolacja i identyfikacja barwników zawartych w farbach artystycznych jest często skomplikowana i pracochłonna. Farby w swoim składzie zawierają bowiem nie tylko właściwe substancje barwiące, ale także spoiwa malarskie i inne dodatki, które utrudniają pełną analizę substancji barwiących.

W niniejszym opracowaniu przedstawiona została procedura analityczna do izolacji i identyfikacji naturalnych barwników organicznych oraz produktów ich naturalnej degradacji z wybranych tubek farb historycznych pochodzących z pracowni Jana Matejki. Tubki obejmują farby firmy Richard Ainè, Paris. Częściowo zachowane etykiety, na tubkach pozwalają łączyć poszczególne farby z ich francuską nazwą handlową, niestety nie zawsze pokrywa się to w pełni z sugerowanym przez producenta składem. Zebrane informacje posłużą więc nie tylko analizie materiałów malarskich Matejki, ale i interpretacji źródeł zachowanych np. w postaci historycznych katalogów farb oferowanych przez XIX-wieczne firmy. Do izolacji barwników ze spoiwa malarskiego zastosowano zoptymalizowaną metodę z użyciem kwasu fluorowodorowego i mieszaniny rozpuszczalników organicznych, wspomaganą dodatkowo falami ultradźwiękowymi. Identyfikację rozdzielonych substancji barwiących przeprowadzono z zastosowaniem Wysokosprawnej Chromatografii Cieczowej (HPLC) z detekcją UV/vis (DAD) sprzężoną ze spektrometrem mas (ESI-MS).

BADANIA FINANSOWANE SĄ Z PROJEKTU BADAWCZEGO NCN PRELUDIUM 2015/17/N/HS2/03310.

## Pigmenty na palecie konserwatora – przykłady mieszanin niestabilnych

Elżbieta Szmit-Naud \*

Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Wydział Sztuk Pięknych, Instytut Zabytkoznawstwa i Konserwatorstwa, Zakład Konserwacji Malarstwa i Rzeźby Polichromowanej

\*esn@chem.umk.pl

Wśród oczekiwań stawianych materiałom stosowanym w konserwacji i restauracji zabytków jest wymóg stabilności optycznej rozumianej jako trwałość barwy w czasie tj. podczas ekspozycji dzieł poddanych zabiegom, czyli w procesie starzenia, indukowanego w głównej mierze przez światło.

Stosując farby czy pigmenty polecane do użytkowania w konserwacji zakładamy, że spełniają one ten warunek. Jednakże niektóre z pigmentów stabilne osobno lub w pełnym tonie nie wykazują tych cech w mieszaninach, stając się powodem nieodwracalnych lub częściowo odwracalnych zmian barwnych w partiach uzupełnianych w procesie restauracji.

Podjęto próbę interpretacji takich zmian w przypadku kilku warstw malarskich zawierających błękit pruski w mieszaninie z innymi pigmentami. Warstwy poddano przyspieszonemu starzeniu pod wpływem światła (Xenotest Alpha HE) dokonano barwometrycznej oceny zmian (spektrofotometrem odbiciowym) i poddano ich składniki analizie instrumentalnej (FTR ATR, XRD, Raman) oraz podsumowując uzyskane rezultaty, wskazano możliwe drogi dalszych badań.

## Nieorganiczne składniki farb na bazie barwników organicznych

Mirosław Wachowiak<sup>1\*</sup>, Grzegorz Trykowski<sup>2</sup>, Magdalena Śliwka-Kaszyńska<sup>3</sup>, Olga Otłowska<sup>3</sup>

1) Zakład Konserwacji i Restauracji Sztuki Nowoczesnej, Wydział Sztuk Pięknych

2) Pracownia Analiz Instrumentalnych: Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

3) Katedra Chemii Organicznej, Politechnika Gdańska

\*miroszwach@wp.pl

## SESJA PLAKATOWA

Istotnym, a dotychczas zasadniczo w badaniach pomijanym składnikiem farb na bazie barwników organicznych są ich nośniki i wypełniacze. Wraz z w niewielkiej lub śladowej ilości występującymi pierwiastkami wynikającymi z wyjściowego surowca użytego dla pozyskania barwnika, mogą one charakteryzować wstępnie użytą farbę nawet bez prób pełnej identyfikacji barwników. Skupienie się na składnikach nieorganicznych pozwala zastosować do badań nieinwazyjną analizę XRF, również in situ.

Badaniami objęto próbki modelowe czerwonych i żółtych laków wykonane wspólnie w odniesieniu do historycznych receptur, próbki farb historycznych z zachowanych tub i palet oraz obrazy twórców XIX i XX-wiecznych.

Obok sygnalizowanego w literaturze glinu pochodzącego z reakcji lakowania aluminem glinowo-potasowym w środowisku alkalicznym i identyfikowano ponadto kolejne pierwiastki stanowiące świadectwo procesu technologicznego: potas, w niektórych przypadkach siarkę oraz chlor. Mniej oczekiwane pierwiastki to fosfor, przypuszczalnie stanowiący składnik wyjściowych materiałów roślinnych, ponadto o nie w pełni wyjaśnionym pochodzeniu arsen, miedź pochodząca najprawdopodobniej z tzw. wiotriolu siarczanowego, oraz krzemu.

Jednym z istotniejszych rezultatów jest także identyfikacja prawie nie odnotowywana w polskiej literaturze nośnika w postaci związków cyny.

W celu potwierdzenia analiz XRF próbki badano ponadto metodą SEM-EDX.

AUTORZY DZIĘKUJĄ NCN ZA DOFINANSOWANIE W RAMACH PROJEKTU SONATA WNIOSEK NR 2012/05/D/HS2/03385 PT. NOWE PIGMENTY XIX W., CO POZWOLIŁO NA PRZEPROWADZENIE PREZENTOWANYCH BADAŃ.

## Zastosowanie metod identyfikacji pierwiastkowego i cząsteczkowego składu pigmentów w badaniach malarstwa Olgi Boznańskiej

Luiza Kępa<sup>\*1</sup>, Anna Lewandowska<sup>2</sup>, Zofia Żukowska<sup>3</sup>, Barbara Wagner<sup>1</sup>

1) Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych Uniwersytetu Warszawskiego

2) Muzeum Narodowe w Warszawie

3) Politechnika Warszawska

\*Klinowska@chem.uw.edu.pl

Olga Boznańska (1865–1940) jest najbardziej znaną polską malarką, zaliczana jest do nurtu intymistów. Zostawiła po sobie nie tylko bardzo bogatą spuściznę malarską, ale także liczne fotografie zarówno jej samej, jak i swoich modeli oraz gości bywających w pracowni. Pozostawiła po sobie około 30 autoportretów, które namalowała przez 50 lat twórczości. Specyficzne dla Boznańskiej było to, że malowała po południu, a w celu uniknięcia jasnego, bezpośredniego światła, w jej pracowni zainstalowany był specjalny baldachim, który odbijał i rozpraszał promienie światła w głąb pomieszczenia.

Najważniejszymi miejscami dla jej twórczości były trzy miasta: Kraków, Monachium i Paryż. Wiadomo, że podczas pobytu w Monachium malowała na płótnach, natomiast obrazy, które powstały w Paryżu malowane były na tekturach, które sama (nierówno) przeklejała. Taki zabieg pozwalał na zachowanie celowości nierównomiernego wchłaniania oleju przez tekturę i kształtowania powierzchni malarskiej dodatkowymi efektami powierzchniowymi. Obrazy kończyła miejscowo dodając głębi przez pociągnięcie werniksem. Najprawdopodobniej miała problemy ze wzrokiem, a na podstawie zachowanych fotografii wiadomo, że w trakcie malowania korzystała z ramy perspektywicznej.

Na plakacie zaprezentowane zostaną wyniki interdyscyplinarnych badań poświęconych twórczości Olgi Boznańskiej, zarówno w aspekcie identyfikacji pigmentów, jak

i analizy historycznej. Podczas realizacji projektu zbadano 13 podłoży, w tym 12 teksturowych, natomiast strategia badań chemicznych została starannie skonstruowana wokół ograniczonych możliwości bardzo oszczędnego pobierania próbek do analiz. Zbadane próbki pigmentów (n=109) pochodziły z 12 wyselekcjonowanych obrazów. Zastosowanie dwóch komplementarnych metod instrumentalnych: spektrometrii mas z jonizacją w plazmie indukcyjnie sprzężonej w układzie LA-ICP-MS i spektroskopii Ramana podczas sekwencyjnej analizy pierwiastkowej oraz cząsteczkowej, pozwoliło na wiarygodną identyfikację pigmentów. Na podstawie wyników przeprowadzonych analiz chemicznych wyodrębniono 28 farb palety podstawowej, które zostaną zaprezentowane na plakacie.

## Farba, paleta, artystka – analiza warsztatu Olgi Boznańskiej

Anna Klisińska-Kopacz<sup>1\*</sup>, Piotr Frączek<sup>1</sup>, Michał Obarzanowski<sup>1</sup>, Janusz Czop<sup>1</sup>

1) Muzeum Narodowe w Krakowie, al. 3 Maja 1, 30-062 Kraków

\*aklisinska@mnk.pl

W Olga Boznańska (1865–1940) była najwybitniejszą polską malarką okresu Młodej Polski i jedną z najznakomitszych artystek europejskich, a jej obrazy były pokazywane niemal na całym świecie i nagradzane medalami na wystawach.

Inspiracją do podjęcia badań nad techniką i technologią prac artystki, stała się monograficzna wystawa, która odbyła się w 150 rocznicę urodzin malarki. Badania zarówno palet jak i obrazów Olgi Boznańskiej pozwoliły przybliżyć preferencje artystki w doborze farb na przestrzeni jej twórczości oraz poznać technologię ukazującą jej indywidualność.

Badania opierały się wyłącznie na metodach nieinwazyjnych i nieniszczących, stosowanych w diagnozowaniu dzieł sztuki. Dla wybranych obrazów wykonano radiogram cyfrowy oraz serię zdjęć analitycznych w różnych zakresach promieniowania elektromagnetycznego: bliska podczerwień, światło widzialne i ultrafiolet. Analizy składu pierwiastkowego pigmentów warstwy malarskiej wykonano metodą spektroskopii fluorescencji rentgenowskiej ( $\mu$ -XRF) oraz spektroskopią w zakresie podczerwieni (FTIR).

## Boznańska nieodnaleziona

Marta Zaborowska<sup>1\*</sup>, Sylwia Svorová Pawełkowicz<sup>2\*\*</sup>

1) Wydział Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki, Akademia Sztuk Pięknych w Warszawie

2) Laboratorium Konserwacji, Warszawa

\*zabor.mart@gmail.com

\*\*s.pawelkowicz@labko.pl

Studium przypadku dzieła, które pozostaje w kolekcji prywatnej od wielu lat. Obraz olejny na płótnie przedstawiający kwiaty wazonie od ponad pół wieku funkcjonuje jako „Anemony” Olgi Boznańskiej. Podczas rutynowych oględzin i badań fizycznych – obserwacji w świetle rozproszonym i UV oraz reflektografii IR stwierdzono, że pionowa kompozycja namalowana jest na innym przedstawieniu. Wykonano badanie rtg, którego wyniki sugerują, że pozioma spodnia kompozycja to prawdopodobnie niedokończony pejzaż. Przeprowadzono badania laboratoryjne mające na celu ustalenie rodzaju użytych pigmentów, które mogłyby pomóc w datowaniu obiektu. Z dwóch mikrofragmentów wykonano przekroje poprzeczne oraz analizę składu pierwiastkowego

go poszczególnych warstw metodą skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM) z energodispersyjną spektroskopią rentgenowską. Wyniki porównano publikacjami dotyczącymi palety tej najbardziej znanej polskiej malarki przełomu XIX i XX w.

Wstępnie zidentyfikowane pigmenty (biel ołowiowa, cynkowa, barytowa (lub litopon), żółcień kadmowa, ultramaryna syntetyczna) w żaden sposób nie podważały atrybucji obrazu. Jednak analiza porównawcza techniki wykonania dzieła i charakteru pisma trzech pozostawionych na nim sygnatur podaje w wątpliwość przypisane autorstwo omawianego obiektu. Ścisłe informacje zdobyte ze szkła mikroskopu, muszą być poparte humanistyczną wiedzą m.in. z zakresu historii sztuki. Przypadek ten potwierdza regułę, że niezbędne jest interdyscyplinarne podejście do badań nad sztuką.

## sekcja VI: badania konserwatorskie

### Sekwencjonowanie metagenomowe w identyfikacji mikroorganizmów zasiedlających eksponaty zabytkowe

Magdalena Dyda<sup>1\*</sup>, Agnieszka Laudy<sup>2</sup>, Łukasz Dziewit<sup>3</sup>, Przemysław Decewicz<sup>3</sup>, Krzysztof Romaniuk<sup>3</sup>, Łukasz Drewniak<sup>4</sup>

1) RDLS sp. z o. o., Miecznikowa 5a, 02-096 Warszawa

2) Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie, Laboratorium Mikrobiologii, Stanisława Kostki Potockiego 10/16, 02-958, Warszawa

3) Uniwersytet Warszawski, Wydział Biologii, Zakład Genetyki Bakterii

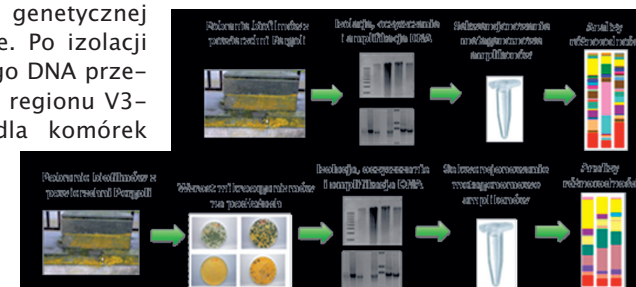
4) Uniwersytet Warszawski, Wydział Biologii, Pracownia Analizy Skażeń Środowiska

\*magdalena.dyda@rdls.pl

Identyfikację mikroorganizmów zasiedlających obiekty zabytkowe od dziesięcioleci przeprowadza się w oparciu o techniki klasycznej mikrobiologii, w których wykorzystuje się różnego typu podłoża zapewniające optymalne warunki do wzrostu kolonii. Ze względu na trudności związane z określeniem wymagań wzrostowych poszczególnych gatunków w.w. metody w ograniczonym stopniu wykorzystywane są do analiz bioróżnorodności mikrobiologicznej.

W laboratoriach mikrobiologicznych Wydziału Biologii UW wykorzystano metodę sekwencjonowania metagenomowego do analizy różnorodności bakterii zasiedlających zabytkową Pergolę przy Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie. Poniżej przedstawiono dwa różne schematy postępowania zastosowane do identyfikacji mikroorganizmów.

Z powierzchni Pergoli pobrano różne makroskopowo próbki biofilmów do bezpośrednich analiz genetycznych. Z tych samych miejsc pobrano próbki, które po rozcięczeniu wysiano na podłoża stałe dedykowane dla różnych grup fizjologicznych bakterii, a identyfikacji genetycznej poddano wyrosłe kolonie. Po izolacji i oczyszczeniu całkowitego DNA przeprowadzono amplifikację regionu V3–V4 genu 16S rRNA dla komórek bakteryjnych. Następnie wykonano sekwencjonowanie metagenomowe poszczególnych ampikonów z wykorzystaniem



technologii Illumina i sekwencjatora MiSeq. Uzyskane w wyniku sekwencjonowania dane zostały przeanalizowane z wykorzystaniem programów: MOTHUR, QIIME, R.

W zależności od miejsca pobierania próbki biofilmów z powierzchni Pergoli zidentyfikowano od 126 do 419 rodzajów bakterii należących do 17 typów, a w przypadku próbek uzyskanych po izolacji DNA z kolonii wyrosłych na podłożach mikrobiologicznych zidentyfikowano bakterie należące do: 130 (agar odżywczy), 163 (podłoże Black-feldta) i 118 (podłoże Fraziera) rodzajów z 5 typów.

Przeprowadzone analizy z zastosowaniem specjalistycznego oprogramowania wykazały dużo większą różnorodność bakterii w próbkach pobranych bezpośrednio z powierzchni Pergoli, w porównaniu z próbkami, które przed izolacją materiału genetycznego wysiano na podłoża stałe.

## Potencjał biodeteriacyjny bakterii izolowanych z eksponatów w Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie

Agnieszka Laudy<sup>1\*</sup>, Łukasz Drewniak<sup>2</sup>, Magdalena Dydą<sup>3</sup>

1) Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie, Laboratorium Mikrobiologii, Stanisława Kostki Potockiego 10/16, 02-958, Warszawa

2) Uniwersytet Warszawski, Wydział Biologii, Pracownia Analizy Skażeń Środowiska, Miecznikowa 1, 02-096 Warszawa

3) RDLS sp. z o. o., Miecznikowa 5a, 02-096 Warszawa

\*agnieszkaudy@gmail.com

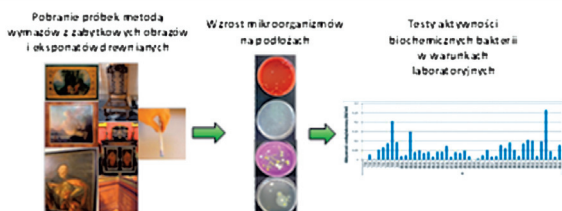
Konserwatorzy często stają przed koniecznością podjęcia decyzji o ewentualnej dezynfekcji eksponatów zabytkowych. Przy tego typu działaniach należy jednak zachować pewną ostrożność – nie wszystkie mikroorganizmy zasiedlające eksponaty zabytkowe stanowią dla nich zagrożenie deteriacyjne. Obecność biofilmów bakteryjnych na powierzchni eksponatów często stanowi swoistą barierę uniemożliwiającą zasiedlenie powierzchni przez grzyby strzępkowe, w tym, szczególnie niebezpieczne dla obiektów papierowych i drewnianych – gatunki grzybów celulolitycznych.

Do oceny potencjalnego zagrożenia biodeteriacyjnego zbiorów ze strony grzybów strzępkowych często wystarcza ich klasyfikacja technikami klasycznej mikrobiologii (metodami hodowlanymi). W przypadku bakterii, nie ma obecnie dokładnych danych, które z identyfikowanych na powierzchniach gatunków i w jakiej ilości mogą takie zagrożenie stanowić.

Celem niniejszej pracy była ocena potencjału biodeteriacyjnego bakterii izolowanych z powierzchni kilku eksponatów drewnianych i obrazów zgromadzonych w zbiorach Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie. Poniżej schematycznie przedstawiono kolejność poszczególnych etapów postępowania.

Próbki z eksponatów pobierano co kwartał metodą wymazów, wysiewano na podłoża stałe dedykowane dla różnych grup fizjologicznych mikroorganizmów i zliczano wy-

rosłe kolonie. Dla różnych morfologicznie, czystych kultur bakteryjnych przeprowadzono testy aktywności celulolitycznych i lipolitycznych w podłożach płynnych. Zaobserwowano wyższe wartości



aktywności enzymatycznych dla kultur bakterii otrzymanych z powierzchni obrazów w porównaniu z kulturami otrzymanymi z powierzchni eksponatów drewnianych (średnia aktywność endoglukanaz 0,082 IU/ml vs. 0,068 IU/ml oraz średnia aktywność liopaz 0,56 nmol/min./ml vs. 0,26 nmol/min./ml).

Przeprowadzone analizy pozwoliły wytypować gatunki bakterii stanowiących potencjalny czynnik biodeteriacyjny dla eksponatów zabytkowych.

## Kiedy to wyblaknie? Nieniszczące badanie światłotrwałości

Tomasz Łojewski<sup>1\*</sup>, Anna Klimek<sup>2</sup>

1) Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki AGH

Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

2) Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński, ul. Ingardena 3, 30-060 Kraków  
lojewski@agh.edu.pl

Ekspozycja obiektów muzealnych naraża je na fotodegradację. Wielkość dawki światła, jaką bez ryzyka zmiany barw może otrzymać dany obiekt, oceniana jest zwykle na podstawie ogólnej klasyfikacji materiałów, np. dzieła sztuki na podłożu papierowym uznaje się za należące do najbardziej światłoniemnych. Pomiar rzeczywistej odporności na działanie światła możliwy jest poprzez zastosowanie **mikrofedometru** – urządzenia, które dokonuje pomiaru widma odbiciowego dla niewielkiego punktu na obiekcie ( $\varphi < 0.5$  mm), na który jednocześnie pada strumień światła o bardzo wysokim natężeniu (1–2 Mlx).

Korzystając z prototypowego urządzenia, powstałego we współpracy z Instytutem Fotonowym Sp. z o. o., wykonano badania światłotrwałości dla dwóch grup materiałów – wydruków z drukarek fotograficznych oraz tkanin zabytkowych. Zarejestrowane zmiany barwy, przy założeniu spełnienia prawa Bunsena i Roscoe'a (czyli proporcjonalności dawki i stopnia przereagowania barwników w obiekcie) pozwalają na prognozowanie na przyszłość wielkości zmian barwy oraz ich charakteru, przy zakładanych warunkach oświetleniowych. Ciągła rejestracja w trakcie eksperymentów starzeniowych widm odbiciowych umożliwiła przeprowadzenie analizy statystycznej zebranych zespołów danych (dwuwymiarowa analiza korelacyjna). Dla części badanych obiektów pozwoliło to na stwierdzenie wykorzystania w nich kilku różnych światłotrwałych kolorantów.

## Co tak pachnie? Dezynfekcja archiwaliów olejkami eterycznymi.

Tomasz Łojewski<sup>1\*</sup>, Tomasz Sawoszczuk<sup>2</sup>, Justyna Syguła – Cholewińska<sup>2</sup>, Katarzyna Opanowska<sup>3</sup>

1) Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki AGH, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

2) Katedra Mikrobiologii, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, ul. Rakowicka 27, 31-510 Kraków

3) Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński, ul. Ingardena 3, 30-060 Kraków  
lojewski@agh.edu.pl

Naturalne produkty o działaniu biobójczym mogą stanowić alternatywę dla obecnie stosowanych środków i metod dezynfekcji obiektów z kolekcji muzealnych i archiwalnych. Istotną cechą **olejków eterycznych** (*essential oils*, EO), obok potwierdzonej skuteczności biobójczej i biostatycznej<sup>1</sup> jest brak negatywnych skutków ich użytkowania dla człowieka i środowiska.

W ostatnim roku firma Biomist Technology Co., Ltd. z Seulu wprowadziła na rynek europejski urządzenie do dezynfekcji archiwaliów, w którym wykorzystywana jest właśnie taka metoda dezynfekcji. Dotychczasowe doniesienia literaturowe dotyczące zastosowania EO do dezynfekcji archiwaliów<sup>2</sup> nie wskazywały na ich szczególnie wysoką skuteczność w odniesieniu do materiałów na podłożu papierowym. Ze względu na brak szczegółowych informacji od producenta, podjęto się samodzielnej oceny skuteczności biobójczej oraz deklarowanej trwałości efektów zabiegu. Wykorzystując technikę GC/MS określono skład mieszanek EO stosowanej przez Biomist oraz wyznaczono krzywe desorpcji EO z próbek z papieru poddanych działaniu środka. Zbadano także skuteczność biobójczą dla wybranych mikroorganizmów celulolitycznych oraz dokonano oceny efektów ubocznych dla obiektów z kolekcji archiwalnych o różnym składzie podłoża oraz z różnymi nośnikami pisma.

1. S.G. Deans, G. Ritchie, Antibacterial properties of plant essential oils, International Journal of Food Microbiology, 5 (2), 1987, 165–180
2. M.S. Rakotonirainy, B. Lavédrine, Screening for antifungal activity of essential oils and related compounds to control the biocontamination in libraries and archives storage areas, International Biodeterioration & Biodegradation, 55 (2), 2005, 141–147

## Źródła pyłu zawieszonego i jego osiadanie w Kościele Mariackim w Krakowie w kontekście konserwacji ołtarza Wita Stwosza

Agata Mleczkowska\*, Roman Kozłowski, Łukasz Bratasz<sup>1</sup>, Marcin Strojcki  
Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera PAN  
\*ncmleczk@cyf-kr.edu.pl

Kościół Mariacki należy do najbardziej znanych zabytków Krakowa i Polski. W jego wnętrzu znajduje się arcydzieło późnego gotyku – ołtarz główny dłuta Wita Stwosza. Jednym z procesów powodujących niszczenie wnętrza kościoła i elementów jego wyposażenia jest osiadanie zanieczyszczeń pyłowych.

W celu oceny tego zagrożenia przeprowadzono roczny monitoring stężenia pyłu zawieszonego w dwóch frakcjach (0,3–1 oraz powyżej 1 µm) oraz warunków mikroklimatycznych. Pomiaru wykonano w kilku miejscach wnętrza oraz w otoczeniu budowli. Dodatkowy monitoring stężenia CO<sub>2</sub> w kościele pozwolił na wyznaczenie współczynnika wymiany powietrza pomiędzy wnętrzem a przestrzenią zewnętrzną oraz szacowanie napływu zwiedzających obiekt.

W prezentacji przedstawione zostaną istotne parametry dla oceny szybkości brudzenia się powierzchni architektonicznych i wyposażenia: intensywności źródeł zewnętrznych i wewnętrznych pyłu zawieszonego, współczynnik wymiany powietrza, współczynnik penetracji cząstek przez przegrodę budowlaną, szybkość zaniku pyłu z przestrzeni wnętrza obiektu oraz prędkość osiadania pyłu w jednostkowej powierzchni. Przeprowadzona analiza danych pozwoliła na określenie syntetycznego wskaźnika zagrożenia zabrudzeniem przez wewnętrzne źródła pyłów, głównie palenie kadzidła i świec, w relacji do penetrujących z zewnątrz, w podziale na okresy zimowy i letni. Przeprowadzono również analizę możliwych działań prewencyjnych ograniczających zagrożenie powodowane przez pył zawieszony.

PROJEKT JEST REALIZOWANY W KONSORCJUM Z NARODOWYM INSTYTUTEM MUZEALNICTWA I OCHRONY ZBIORÓW ZE ŚRODKÓW GRANTU NARODOWEGO CENTRUM NAUKI NR 2011/01/D/HS2/02604

<sup>1</sup> Obecnie Instytut Ochrony Dziedzictwa Kulturowego, Uniwersytet Yale, USA

## Wpływ procesu czyszczenia na stan mikrobiologiczny i stopień degradacji polimeru zabytkowej tkaniny jedwabnej

Justyna Sygula-Cholewińska<sup>1\*</sup>, Tomasz Sawoszczuk<sup>1</sup>, Tomasz Lech<sup>1</sup>, Dominika Pawcenis<sup>2</sup>

1) Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Wydział Towaroznawstwa

2) Uniwersytet Jagielloński, Wydział Chemii

\*sygulaj@uek.krakow.pl

Podstawowym zabiegiem w konserwacji tkanin zabytkowych jest oczyszczanie. Jest to zabieg niezbędny, mający na celu usunięcie zabrudzeń, aby umożliwić dalsze etapy konserwacji obiektu. Zabieg ten zawsze wykonywany jest z należytą ostrożnością z zachowaniem procedury zapewniającej minimalizację ingerencji w obiekt. W prezentowanych badaniach podjęto próbę oceny skuteczności mycia tzn. usunięcia zabrudzeń i mikroorganizmów z zabytkowych XV–XVI w. tkanin jedwabnych o przeznaczaniu liturgicznym, poddawanych procesowi konserwacji. W badaniach wykorzystano technikę bioluminometryczną opartą na pomiarach ilości ATP emitowanego z mikroorganizmów i zabrudzeń organicznych mogących stanowić dla nich pożywkę oraz mikrobiologiczne metody hodowlane, w tym technikę filtracji, do oszacowania liczby bakterii i grzybów pleśniowych pozostających po przeprowadzonym praniu na obiekcie i w kąpielii piorącej. Aby pełniej określić zmiany fizykochemiczne zachodzące na poziomie polimeru włóknotwórczego tj. fibroiny dokonano pomiaru mas cząsteczkowych próbek jedwabiu (przed i po praniu) metodą chromatografii wykluczania molekularnego.

Wyniki przeprowadzonych badań wskazały na obniżenie poziomu bioluminescencji dla wypranych próbek tkaniny jedwabnej, co świadczy o skutecznym usunięciu zabrudzeń. Liczba drobnoustrojów izolowanych z kąpielii piorącej potwierdziła wypłukiwanie mikroorganizmów z tkaniny podczas prania w znaczącym stopniu, natomiast krzywe rozkładu mas cząsteczkowych wskazały jedynie na nieco gorszy ogólny stan zachowania jedwabiu po praniu.

## sekcja VII: metody instrumentalne w badaniach zabytków

### Rola nieinwazyjnych oraz inwazyjnych fizykochemicznych metod badawczych w identyfikowaniu dzieła sztuki na podstawie analizy obrazu Zwiastowanie NMP (XVI w./XVII w.) ze zbiorów klasztoru OO. Dominikanów w Krakowie

Agata Bartkiewicz, Michał Płotek, Jacek Bagnik, Maria Rogóż, Grażyna Korpala, Małgorzata Walczak\*

1) Akademia Sztuk Pięknych im. Jana Matejki w Krakowie, Wydział Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki, ul. Lea 27–29, 30–052 Kraków

\*mwalczak@asp.krakow.pl

Przedmiotem prezentowanej pracy jest malowidło sztalugowe na podobrazii drewnianym ze zbiorów klasztoru OO. Dominikanów w Krakowie, przedstawiające scenę zwiastowania NMP, którego autor, czas powstania, technika wykonania oraz historia ewentualnych przekształceń pozostawały tajemnicą.

Jedynym środkiem pozwalającym na identyfikację obiektu stały się fizykochemiczne metody badawcze, połączone z wnikliwą analizą z zakresu historii sztuki. Wykonano

fotografie obiektu obserwowanego w promieniowaniu X, IR, luminescencji indukowanej UV oraz w świetle sodowym. Badania te dały szereg informacji na temat skomplikowanej struktury malowidła i były przyczyną dalszych działań. Następnie obiekt poddano badaniu przy pomocy makro skanera fluorescencji rentgenowskiej (MA-XRF) oraz FTIR z przystawką refleksyjną. W efekcie ustalony został zasadniczy skład materiałów malarskich malowidła oraz zakres występowania poszczególnych pierwiastków. Ze względu na dużą ilość warstw malarskich, występujących w obiekcie pobrano również próbki przekrojów poprzecznych i wykonano analizę za pomocą SEM EDS.

Wyniki badań porównano i podsumowano oraz zestawiono z analizami z zakresu historii sztuki. Pozwoliło to na określenie czasu powstania obiektu na koniec wieku XVI lub początek wieku XVII oraz na rozpoznanie techniki i technologii obiektu, a także określenie jego prawdopodobnych przekształceń na tle historycznym. Rozpoznano kilka zasadniczych warstw malarskich oraz dwie warstwy w technice pozłotniczej. Z punktu widzenia konserwatora dzieł sztuki rola nieinwazyjnych oraz inwazyjnych fizykochemicznych metod badawczych okazała się nieoceniona w identyfikowaniu zabytkowego malowidła. Stały się one podstawą do określenia postępowania konserwatorskiego.

## Sekrety polichromii XVIII –wiecznego zegara angielskiego, typu longcase.

Karolina Grams<sup>1</sup>, Anna Guzowska<sup>2</sup>, dr hab. inż. Jan Marczak<sup>2</sup>

1) Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie, 2.958 Warszawa

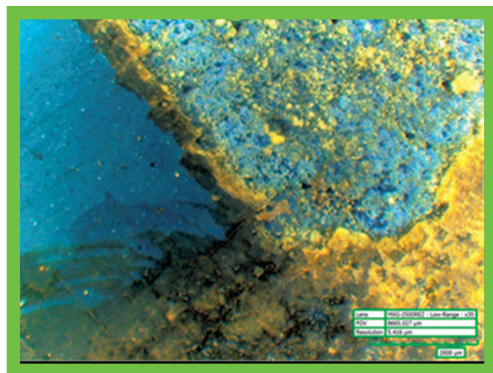
2) Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie

kgams@muzeum-wilanow.pl

W ramach umowy pomiędzy Wojskową Akademią Techniczną w Warszawie (Instytutem Optoelektroniki) a Muzeum Pałacu Jana III w Wilanowie, zostały przeprowadzone interdyscyplinarne badania mające na celu odkrycie składu poszczególnych warstw technologicznych polichromii oryginalnej i opracowanie metod usuwania wtórnych nawarstwień z powierzchni obudowy XVIII-wiecznego Zegara.

Metody wykorzystane w badaniach:

- Próby usuwania wtórnych nawarstwień przy użyciu lasera RENOVALASER
- W celu określenia materiałów użytych do wykonania ornamentów zarówno wierzchnich jak i spodnich zdecydowano się na dodatkowe analizy metodą LIBS (spektroskopia emisyjna ze wzbudzeniem laserowym).
- jako materiał porównawczy wykorzystano również badania stratygrafii warstw polichromii i analizę składu pierwiastkowego pigmentów wykonaną przy użyciu skaningowego mikroskopu elektronowego sprzężonego z mikrosondą elektronową EDS.



FRAGMENT PRZEDSTAWIAJĄCY ODKRYWKĘ WYKONANĄ LASEREM, PO LEWEJ STRONIE KOBALTOWE WTRÓNE PRZEMALOWANIE, PO PRAWEJ OD DOŁU- OCZYSZCZONY POŻÓŁKŁY LAKIER, PO PRAWEJ OD GÓRY WARSTWA ORYGINALNEJ SMALTY. FOT. DR HAB. INŻ. J. MARCZAK

## Zespół unikalnych koralików z grobu D171 z wczesnośredniowiecznego cmentarzyska w Bodzi k. Włocławka

Jan Krajczewski<sup>1\*</sup>, Renata Czech Błońska<sup>2</sup>

1) Wydział Chemii Uniwersytet Warszawski

2) Instytut Archeologii i Etnologii Polskiej Akademii Nauk Warszawa

\*jkrajczewski@chem.uw.edu.pl

GRUPA PACIORKÓW  
Z SIARCZKU ARSENU  
Z GROBU D 171 W BODZI  
(FOT. R. CZECH BŁOŃSKA).



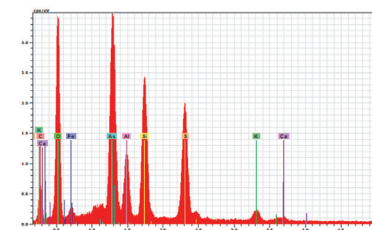
Cmentarzysko w Bodzi jest jednym z największych i wyjątkowych odkryć archeologicznych w skali powojennej Polski. To unikatowe cmentarzysko z grobami komorowymi z czasów Bolesława Chrobrego, bogato wyposażonymi, z wyrazistym kontekstem europejskim zostało odkryte podczas badań ratowniczych w latach 2007–2009 na zlecenie Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad przez poznański Zespół ds. Ratownictwa Archeologicznego Instytutu Archeologii i Etnologii PAN, w związku z planowaną budową autostrady A1 na terenie Kujaw.

Spośród wszystkich znalezisk z cmentarzyska w Bodzi wykonanych z kamieni półszlachetnych, wybija się w grobie D 171 zbiór 85 małych koralików z czerwonego minerału, dotychczas niespotykanego we wczesnośredniowiecznym polskim jubilerstwie.

Grób D 171 jest jednym z najstarszych i bogato wyposażonych pochówków na cmentarzysku. Wśród innych na nekropoli jest on wyjątkowy: jedyna skrzynia trumienne wykonana z drewna dębowego, jedyna żelazna kłódka zamykająca skrzynię, jedyna dorosła osoba pochowana z głową zorientowaną na południe, jedyne znalezisko – złota blaszka zalegająca przy szczęcie pochowanej kobiety, jedyny zespół ponad 80 mineralnych koralików z jedną analogią z wczesnośredniowiecznego cmentarza na Słowacji.

Początkowo paciorki zostały zaliczone do karneolu, w trakcie wstępnej selekcji nie zostały zaklasyfikowane do materiału szklanego. Jednakże wątpliwości budził stan zachowania zabytków, nieporównywalny do stanu zachowania innych karneoli z cmentarzyska, niespotykany wśród zabytków wykonanych z kwarców. Przeprowadzono więc szereg badań materiałoznawczych w Wydziałowym Laboratorium Pomiarowym Wydziału Chemii Uniwersytetu Warszawskiego przez p. Jana Krajczewskiego. Dzięki uprzejmości p. dr hab. Andrzeja Kudelskiego w ramach współpracy IAE PAN i Laboratorium badania zostały przeprowadzone nieodpłatnie.

Analizy ramanowskie, analiza EDS oraz pomiar dyfrakcji krystalograficznej – dotąd nie stosowane jednocześnie w badaniach archeologicznych do analizy obiektów zabytkowych przyniosły zaskakujący wynik. Ustalono, że materiałem, z którego zostały wykonane paciorki z Bodzi był siarczek arsenu o amorficznej budowie z domieszką tlenu arsenu. Najbardziej prawdopodobne wydaje się być użycie syntetycznego siarczku arsenu. Wyniki analiz składu chemicznego oraz budowy krystalicznej ukazały wykorzystanie do produkcji materiału rozwiązań technologicznych, które przez współczesnych badaczy tematu dotychczas uważane były za późniejsze.



WIDMO EDS PACIORKÓW Z BODZI

## Niespodzianki, czyli co było zaskoczeniem podczas rutynowych badań przeprowadzanych w Laboratorium Zakładu Badań Specjalistycznych i Techniki Dokumentacyjnych Wydziału Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki.

Aleksandra Wesołowska, Kamila Załęska, Joanna Kurkowska, Elżbieta Jeżewska, Katarzyna Królikowska-Pataraja, Anna Nowicka  
Akademia Sztuk Pięknych w Warszawie

W Zakładzie Badań Specjalistycznych i Techniki Dokumentacyjnych na Wydziale Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki przeprowadzane są analizy próbek pobranych z dzieł sztuki będących przedmiotem studenckich ćwiczeń z konserwacji. Celem badań jest uzyskanie informacji na temat pierwotnie i wtórnie zastosowanych materiałów, budowy stratygraficznej, a także datowanie oraz atrybucja. Wielokrotnie wiedza technologiczna w połączeniu z analizą stylistyczną i ikonograficzną badanego obiektu wyprzedza owe analizy laboratoryjne, które następnie dają potwierdzenie swoimi wynikami. Wydawać by się mogło, iż w związku z tym owe analizy stanowią niepotrzebny element pracy przy obiekcie. Jednak nierzadko zdarza się, iż wyniki badań całkiem rutynowo wytypowanych próbek zaskakują, zmieniając wyobrażenie o obiekcie będącym przedmiotem konserwacji. W konsekwencji takich wyników analiz coraz częściej zdarzają się przypadki redegowania obiektów z prac kursowych na dyplomowe i nie jest to wcale nietypowa procedura.

## Analiza kopalnego DNA – możliwości i ograniczenia

Tomasz Lech  
Katedra Mikrobiologii, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, ul. Rakowicka 27,  
31-510 Kraków  
tomasz.lech@uek.krakow.pl

Wraz z rozwojem nauki, a szczególnie genetyki, możliwe stało się wykorzystanie zaawansowanych metod biologii molekularnej w badaniach archeologicznych, historycznych i konserwatorskich. Możliwość izolacji kopalnego DNA (ang. ancient DNA – aDNA) tzn. materiału genetycznego izolowanego z obiektów archeologicznych i zabytkowych, okazała się etapem przełomowym w zastosowaniu metod genetycznych w tego rodzaju badaniach. Prace badawcze prowadzone na przełomie ostatnich lat pokazują możliwość pozyskania kopalnego DNA między innymi z tkanek twardych (kości, zębów) zwierząt i ludzi, skór, pergaminów, czy też wełny. Zastosowanie odpowiednio dobranych technik do badań takpозyskanego materiału genetycznego pozwala dostarczyć istotnych i cennych informacji o historii ewolucji gatunku, populacji, a w przypadku badań DNA izolowanego z koprolitów umożliwia poznanie diety i zachowań dawnych organizmów. Natomiast analiza materiału genetycznego izolowanego z dokumentów pergaminowych, opraw skórzanych i innych obiektów dziedzictwa kulturowego pozwala na poznanie historii rozwoju społeczeństw ich migracji, a także procesu udomawiania zwierząt i wykorzystywania ich do wytwarzania różnorodnych materiałów. Do najczęściej wykorzystywanych metod analizy kopalnego DNA zaliczyć można analizę wybranych sekwencji DNA, tworzenie profili genetycznych na podstawie markerów mikrosatelitarnych, czy też badanie zmienności genetycznej na bazie

polimorfizmu pojedynczych nukleotydów. Na poziom zachowania i jakości kopalnego materiału genetycznego, od czego zależy powodzenie dalszych analiz, wpływ ma wiele czynników. Wśród nich należy wymienić, między innymi rodzaj i intensywność procesów technologicznych jakim został poddany materiał z którego izoluje się DNA, warunki środowiskowe w jakich był przechowywany (wilgotność, temperatura, UV), czy też obecność mikroorganizmów. Badanie kopalnego DNA umożliwia uzyskanie wielu cennych informacji zarówno w aspekcie historycznym jak i ewolucyjnym, które nie były dotąd dostępne w badaniach opartych na klasycznych metodach biologii.

## Ocena żelatynizacji pergaminu w zabytkowych rękopisach. Wstępny dobór metodyki.

Weronika Liszewska<sup>1\*</sup>, Aldona Zalewska<sup>2</sup>, Piotr Targowski<sup>3</sup>, Kinga Klimkiewicz<sup>4</sup>

- 1) Wydział Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki, Akademia Sztuk Pięknych w Warszawie
  - 2) Wydział Chemiczny Politechniki Warszawskiej
  - 3) Instytut Fizyki, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
  - 4) Wydział Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki, Akademia Sztuk Pięknych w Warszawie
- \*werlis@asp.waw.pl

Głównym składnikiem pergaminu jest kolagen, którego degradacja polega na zmianach drugorzędowej i trzeciorzędowej struktury cząsteczki lub na zmianach poza cząsteczkowych, przebiegających z zachowaniem pierwszorzędowej struktury białka. Wysoce zorganizowana, spiralna struktura kolagenu może m.in. ulec degradacji przekształcając się w makrocząsteczkę statystycznie skłębioną – proste białko, rozpuszczalne w wodzie i przypominające swoim charakterem żelatynę. Obecność żelatynowanych fragmentów struktury przyspiesza przebieg hydrolizy kwasowej włókien kolagenowych. Żelatynizację dodatkowo przyspieszają kwasy, tworzące się w pergaminie w wyniku reakcji dwutlenku węgla i dwutlenku azotu z wodą. Nisko spolimeryzowane struktury łatwo ulegają dalszemu rozkładowi pod wpływem działania wody i podwyższonej wilgotności względnej, np. w trakcie niektórych zabiegów konserwatorskich. Ocena obecności, stopnia oraz charakteru przebiegu procesu żelatynizacji zabytkowego pergaminu jest zatem niezbędnym elementem ogólnej oceny stanu zachowania i projektowania prac konserwatorskich.

Charakter zmian fizyko-chemicznych we włóknach można częściowo obserwować na poziomie mikroskopowym, co zostało wykorzystane do wstępnego wyboru obszarów badań na kartach zabytkowych rękopisów na pergaminie o różnym zakresie zniszczeń. W związku z tym, że w miarę postępującej degradacji struktury występuje także tendencja do obniżania się właściwości hydrotermicznych pergaminu, dobrą metodą badawczą okazała się skaningowa kalorymetria różnicowa (DSC). W przebiegach termogramów analizowano nie tylko temperaturę skurczu, ale także cały przebieg zmian termicznych i entalpii, pozwalających na ocenę struktury krystalicznej i ewentualnej obecności materiału polimorficznego. Badano zarówno suche próbki w przepływie gazu obojętnego (azotu) jak i próbki poddane wstępnej hydratacji. Wykazano zasadność stosowania obu sposobów przygotowywania próbek, określając także problematykę związaną z uzyskiwaniem nietypowych przebiegów termogramów. DSC, choć wymaga pobrania bardzo małej próbki, jest jednak metodą niszczącą, analizującą jedynie ogólne właściwości ograniczonego obszaru. Zabytkowe pergaminy wykazują często znaczące zróżnicowanie struktury oraz przebiegu procesu hydrolizy pomiędzy sąsiadującymi ze sobą niewielkimi fragmentami powierzchni, co potwierdzono w nieniszczących badaniach z użyciem FTIR Ge ATR. Z użyciem spektroskopii w podczerwieni możliwa jest ocena stanu kolagenu w podłożach za-

bytkowych rękopisów, choć badania tą metodą mogą być znacznie utrudnione ze względu na ich częste pokrycie kalcytem i gipsem. Jest to jednak metoda odbiciowa oceniająca bardziej stan powierzchni a nie przekrój struktury pergaminu. Pod tym względem najbardziej obiecująca wydaje się być Optyczna Koherentna Tomografia (OCT), w której w nieniszczący sposób można uzyskać obraz znacznego fragmentu lub nawet całej struktury poprzecznej pergaminu. Obrazy uzyskane z użyciem OCT pokazują faktyczne umieszczenie i rozmiary obszarów o zwiększonej przezroczystości a zatem potencjalnej degradacji, co potwierdzono w badaniu DSC. Ze względu na złożoność mechanizmów degradacji w zabytkowych pergaminach konieczna jest dalsza kontynuacja tych badań, w tym także analiz określających przydatność OCT w monitorowaniu ewentualnych zmian w trakcie prac konserwatorskich strukturze zabytkowych rękopisów na pergaminie.

## Problematyka badań nad prekolumbijskimi mumiami ze środkowego wybrzeża Peru

Łukasz Majchrzak

1) Instytut Archeologii UJ, Zakład Archeologii Nowego Świata

2) Proyecto de Rescate Arqueológico Cerro Colorado

archeoluk@gmail.com

Poster poświęcony jest znaleziskom z mumifikowanych szczątków ludzkich odkrytych w czasie ratowniczych badań archeologicznych na stanowisku Cerro Colorado (środkowe wybrzeże Peru, dolina Huaura). W ich trakcie odkryto ponad 3 tysiące grobów datowanych na VIII – XVI w. n.e., należących do kultury Chancay. Około 40% zwłok w nich spoczywających znaleziono w formie z mumifikowanej: zachowała się skóra, włosy, niekiedy również niektóre organy (na ogół mózg i żołądek). Co najmniej 30 mumii posiada tatuaże. Przy większości zmarłych znaleziono fragmenty metalu (prawdopodobnie miedzi i srebra) ułożone na różnych częściach ciała, często również włożone w usta i nos. Twarze niektórych osób pomalowano czerwonym barwnikiem. W większości grobów odkrywano są gliniane antropomorficzne figurki (tzw. *cuchimilcos*) z twarzami pomalowanymi w sposób podobny do zmarłych.

Celem posteru jest zaprezentowanie problemów badawczych, z których część prawdopodobnie może zostać rozwiązana przy zastosowaniu współczesnych analiz chemicznych. Po pierwsze, jak dotąd – w odniesieniu do środkowego wybrzeża Peru – nigdy nie badano skóry mumii tam znajdowanych pod kątem ewentualnej celowej mumifikacji. Wybrzeże peruwiańskie charakteryzuje się ekstremalnie suchym, pustynnym klimatem. Pomimo tego, na niektórych przynajmniej mumiach znajduje się substancje, którymi z jakiegoś powodu pokryto ciało zmarłego. Kwestią otwartą pozostaje stwierdzenie, czy służyła ona powstrzymaniu rozkładu.

Po drugie, świetnie zachowane włosy mogą pozwolić na określenie zanieczyszczeń, na które zmarły mógł być narażony za życia. Po trzecie, nieznany jest rodzaj substancji, której używano do wykonania tatuaży (czy był to trwały pigment, czy mógł szkodzić zdrowiu?). Po czwarte, nieznany jest skład chemiczny i właściwości czerwonej substancji, którą malowano twarze niektórych zmarłych. Są to tylko niektóre problemy, które autor chciałby zaprezentować obecnym na konferencji specjalistom.

Pozostające w bardzo dobrym stanie zachowania mumie z doliny Huaura stanowią unikalną okazję do poznania nieznanych dotąd zwyczajów prekolumbijskich mieszkańców andyjskiego wybrzeża. Potrzebne jest jednak stworzenie „katalogu” badań, uwzględniającego współczesne możliwości nauki. Autor jest przekonany, że w tym katalogu analizy chemiczne niewątpliwie odkrywają mogą bardzo istotną rolę.

## IR, ultraviolet photography and x-rays as tools for identifying the condition of enamels at the National Museum in Warsaw

Anna Mistewicz<sup>1\*</sup>, Catia Viegas Wesołowska<sup>2</sup>

1) Muzeum Narodowe w Warszawie

2) Metals Conservator, freelance, Gdańsk

\*[amistewicz@mnw.art.pl](mailto:amistewicz@mnw.art.pl)

The poster describes two examples of applying non-invasive research methods within the scope of photographic techniques in order to examine the degree of damage and identify repairs on enamel objects. Comparison of three types of photography: infra-red, ultraviolet and x-rays present the research possibilities of each.

Two Limoges painted enamel copper plaques are presented in the poster. Both artefacts were recently subject to conservation as part of the new Decorative Arts gallery at the National Museum in Warsaw. The first plaque comes from the former collection of the Schlesisches Museum für Kunstgewerbe und Altertümer in Wrocław. It is a small 17<sup>th</sup> century enamel of an unknown author, painted in the *grisaille* technique, depicting The Crucifixion. The second plaque also depicting The Crucifixion comes from the Gołuchów collection, created in the second half of the 19<sup>th</sup> century by Princess Elżbieta (Iza) Działyńska, née Czartoryska. This plaque, dated to 16<sup>th</sup> century is an example of a translucent and opaque multi-coloured enamel, with the use of silver *paillons* under translucent colours. Seriously damaged, it was restored in the 19<sup>th</sup> century and the missing areas were filled with platinum *paillons* and then painted. The photographic analyses described above allowed for identification of the deterioration and repairs which consequently provided the conservator with a clearer reading of original and non-original material.

## XRPD w badaniach składu barokowych zapraw malarskich

Alicja Rafalska-Łasocha<sup>1\*</sup>, Marta Grzesiak-Nowak<sup>1</sup>, Zofia Kaszowska<sup>2</sup>, Marta Bednarz<sup>1</sup>, Wiesław Łasocha<sup>1,3</sup>

1) Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński, ul. Ingardena 3, 30-060 Kraków

2) Akademia Sztuk Pięknych im. J. Matejki w Krakowie, Wydział Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki, ul. J. Lea 27-29, 30-052 Kraków

3) Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera PAN, ul. Niezapominajek 8, 30-239 Kraków

\*[rafalska@chemia.uj.edu.pl](mailto:rafalska@chemia.uj.edu.pl)

Dyfrakcja promieniowania rentgenowskiego jest techniką obecnie coraz częściej stosowaną w badaniach dzieł sztuki. Ponieważ umożliwia jednoznaczny identyfikację substancji krystalicznych może być niezwykle pomocna w analizie próbek pobieranych z obrazów, w których materiały malarskie najczęściej występują w mieszaninach.

Celem badań było określenie czułości i selektywności techniki XRPD w badaniach składu zapraw przygotowanych z wykorzystaniem różnych pigmentów ziemnych. Przedmiotem badań była seria barwnych zapraw, przygotowanych według tradycyjnych, barokowych receptur [1-2]. Ze względu na brak ilościowych danych dotyczących składników używanych do przygotowania zaprawy, składniki te mieszano w proporcjach, które pozwalały na uzyskanie pożądanego koloru i konsystencji [3]. Zaprawy

nanoszono na uprzednio przygotowane podobrazie w dwóch warstwach. Serię próbek do badań dyfrakcyjnych uzyskano pobierając je osobno z każdej warstwy, a także z obu warstw jednocześnie.

Badania dyfrakcyjne wykonano w Zespole Strukturalnej Dyfraktometrii Proszkowej Wydziału Chemii UJ z wykorzystaniem dyfraktometru X'pert PRO MPD. Uzyskane rezultaty opracowano na podstawie bazy danych Powder Diffraction File 4+.

[1] Duval A. R., *Les preparations colorees des tableaux de l'Ecole Franfaise des dix-septieme et dix-huitieme siecles*, «Studies in Conservation», nr 37, 1992.

[2] Massing A., *French painting technique in the seventeenth and early eighteenth centuries and De La Fontaine's 'Académie de la peinture (Paris 1679)* [w:] *Leids Kunsthistorisch Jaarboek 1998: Looking through paintings*, London and Leiden 1998.

[3] Wójtowicz, A., *Malowanie kopii obrazu „Portret Marii Adelajdy księżnej burgundzkiej” z warsztatu François de Troy (zbioru muzeum Uniwersytetu Jagiellońskiego) przyczynkiem do poznania warsztatu francuskiego olejnego malarstwa sztalugowego z XVII i pocz. XVIII w.*; Praca magisterska napisana w Katedrze Technologii i Techniki Dzieł Sztuki pod kierunkiem dr Zofii Kaszowskiej; Kraków, 2010.

## Wstępne analizy tynków i zapraw z Chhim i Jiyeh w Libanie jako przykład interdyscyplinarnych badań archeometrycznych

Michał Ruszkowski, Marcin Gostkowski

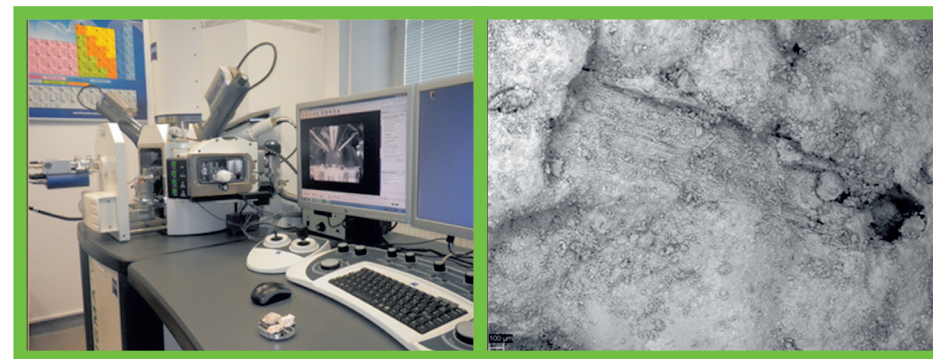
1) Afiliacja: Instytut Geochemii, Mineralogii i Petrologii, Uniwersytet Warszawski

2) Afiliacja: Instytut Archeologii, Uniwersytet Warszawski

Głównym celem wystąpienia jest ukazanie wyników badań nad tynkami i zaprawami jako jednego z narzędzi służącego do zrozumienia i opisanie technologii wytwarzania spoiw wykorzystywanych w budownictwie mieszkalnym wybranych stanowisk na starożytnym Bliskim Wschodzie. Do zobrazowania założenia posłużymy się wstępnymi wynikami analiz z materiału pochodzącego z polsko-libańskich badań wykopaliskowych prowadzonych przez Centrum Archeologii Śródziemnomorskiej UW w latach 2004, 2008 i 2009 na terenie osad w Jiyeh i Chhim położonych w środkowym Libanie. Badania nad tynkami i zaprawami dzięki zastosowaniu metod badawczych z dziedziny geologii, chemii i fizyki mogą okazać się pomocne w poszukiwaniu odpowiedzi na serię szerzej pojętych pytań badawczych związanych z antyczną architekturą mieszkalną. Do najważniejszych z nich należy zaliczyć określenie proveniencji substratów niezbędnych do produkcji spoiw, ustalenie względnej ich chronologii na stanowisku, rozpoznanie sposobu rozdystrybuowania w obrębie jednego założenia oraz zbadanie zależności między właściwościami fizycznymi spoiw a funkcją pełnioną przez dane pomieszczenia czy fragmenty instalacji. Wyniki analiz dostarczają szczegółowych informacji o materiale używanym do wznoszenia konstrukcji, dzięki czemu możliwe jest badanie procesów przemian budowli i rejestrowanie faz przekształceń danego obiektu. Rezultaty takich analiz mogą być podstawą wnioskowania nie tylko dla archeologii, ale także posłużyć do opracowania programu działań konserwatorskich.

Nasze spostrzeżenia oparte są na wykonanych w 2014 roku analizach (głównie EDS–Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy i EBSD–dyfrakcji elektronów wstecznie rozproszonych) czyli obserwacjach pozwalających na identyfikację pierwiastków wchodzących w skład badanego materiału. Analizy EDS i EBSD pozwoliły na wykonanie szczegółowych obrazów powierzchni wcześniej wytypowanych miejsc. Dzięki niemu udało

się rozpoznać w zawartości próbek elementy organiczne takie jak fragmenty korałowca czy szczątki ryb. Dalsza analiza i konsultacje ze specjalistami z Instytutu Geologii Podstawowej (Zakład Paleontologii) umożliwiły rozpoznanie rodziny, z której pochodziły wymienione wyżej organizmy.



SKANINGOWEJ MIKROSKOPII ELEKTRONOWEJ Z ZESTAWEM EDS. (ŚRODOWISKOWE LABORATORIUM NISKOTEMPERATUROWEJ SKANINGOWEJ MIKROSKOPII ELEKTRONOWEJ CRYO-SEM; WYDZIAŁ GEOLOGII UW)

OBRAZ EBSD POWIERZCHNI PRÓBKII JY-71-06

## Zastosowanie szerokiego spektrum technik badawczych w procesie konserwacji XVII – wiecznej chorągwi nagrobnej Jana Skargi Powęskiego ze zbiorów MNiK.

Dominika Tarsińska-Petruck<sup>1\*</sup>, Maria Labut<sup>1</sup>, Anna Tabisz<sup>1</sup>, Regina Krupińska<sup>1</sup>, Tomasz Zaucha<sup>1</sup>

1) Muzeum Narodowe w Krakowie, Al. 3-go Maja 1, 30-062 Kraków

\* dpetruk@muzeum.krakow.pl

W 2013 roku rozpoczęto prace nad projektem dotyczącym XVII – wiecznej chorągwi Jana Skargi Powęskiego – jednej z kilkunastu zachowanych chorągwi nagrobnych w Polsce. Od 1893 roku wspomniana chorągiew należy do zbiorów Muzeum Narodowego i jak dotąd nie była przedmiotem badań, a z uwagi na zły stan zachowania nie mogła być również eksponowana. Do jej wykonania użyto jedwabnego adamaszku, który stał się podłożem dla dwustronnej kompozycji. Na awersie namalowano postać Powęskiego klęczącego przed wizerunkiem Matki Boskiej, natomiast na rewersie umieszczono epitafijny napis upamiętniający śmierć dowódcy wojsk królewskich. Całość obramiona została bordiurą z panopliów podkreślających związek zmarłego z tradycją rycerską. Popularność tej formy upamiętnienia związana była z wielokrotnie niższymi kosztami wykonania w porównaniu z ceną kamiennego nagrobka czy rzeźbionego epitafium. Ponadto chorągiew niesiona w orszaku pogrzebowym i zawieszona w kościele dopełniała teatralnego misterium pogrzebowego charakterystycznego dla kultury sarmackiej w XVI i XVII wieku.

Istotą prowadzonego projektu jest rozpoznanie wielowarstwowej budowy technologicznej i opracowanie metodyki postępowania konserwatorskiego, a także

znalezienie odpowiedzi na zagadnienia historyczne, ekspozycyjne i finalnie konserwację unikatowego dzieła. Z uwagi na użycie jako podłoża jedwabnej tkaniny, kompilację technik malarskich i poślótniczych z zastosowaniem różnych spoiw oraz przekształcenia estetyczne jakim chorągiew podlegała przez lata należało zastosować szerokie spektrum technik badawczych w celu znalezienia odpowiedzi na poszczególne pytania. Obserwacje w świetle widzialnym, ultrafioletowym i podczerwonym oraz analiza mikroskopowa pomogły w diagnozie stanu zachowania chorągwi oraz dały informację o wcześniejszych ingerencjach konserwatorskich. Skład farb i spoiw malarskich zbadano metodą spektroskopii fluorescencji rentgenowskiej ( $\mu$ -XRF) i spektroskopii w podczerwieni (FTIR). Analizę barwną jedwabnego adamaszku przed i po zabiegach konserwatorskich oraz wstępną identyfikację barwnika tkaniny wykonano za pomocą spektrofotometrii UV-VIS, natomiast stopień fotodegradacji określono z zastosowaniem mikrofedometru.

## **WYSTAWA:** **„Tajemnice kolorów. Od kamienia do obrazu, czyli rzecz o pigmentach mineralnych”**

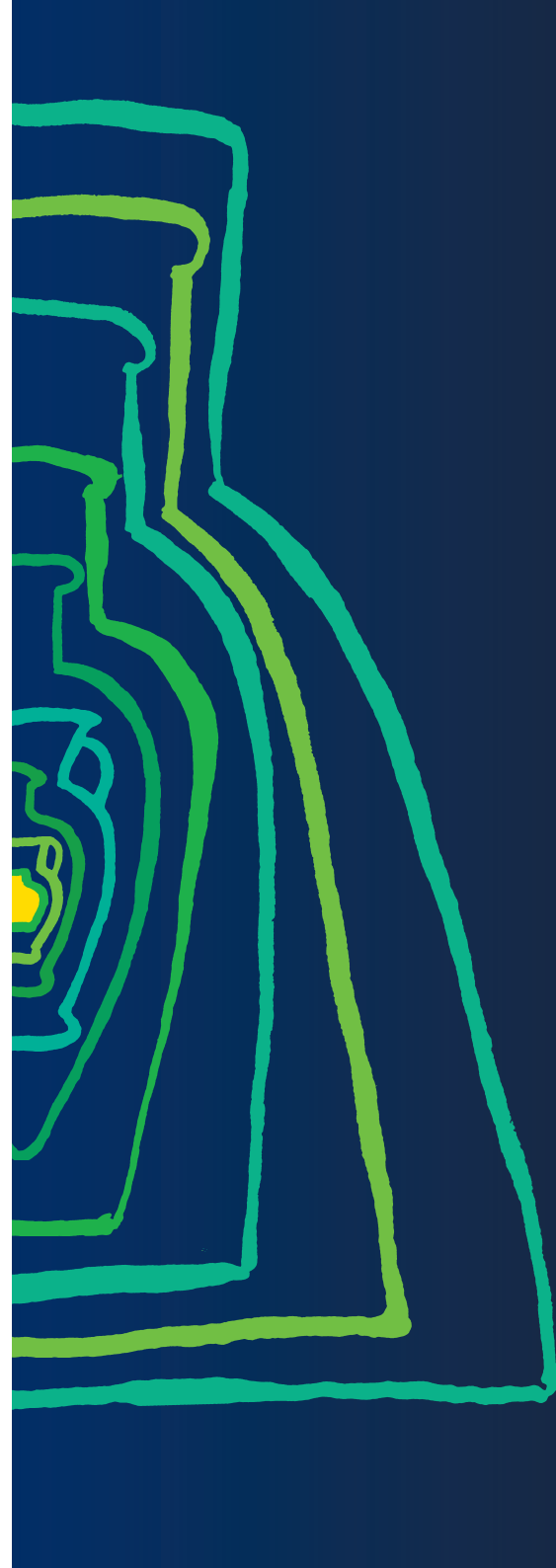
Autorzy wystawy: Joanna Girulski-Michalik – Muzeum Mineralogiczne Uniwersytetu Wrocławskiego i dr Roman Michalik – Szkoła Wyższa Rzemiosł Artystycznych i Zarządzania we Wrocławiu.

Kurator wystawy: Danuta Stępień

Na wystawie „Tajemnice kolorów. Od kamienia do obrazu, czyli rzecz o pigmentach mineralnych” obecnie prezentowanej w Gdańsku w Muzeum Bursztynu, Oddziale Muzeum Historycznego Miasta Gdańska pokazano minerały, utarte z nich pigmenty oraz kopie obrazów historycznych, w których zastosowano farby z ich użyciem. Organizatorem wystawy było Muzeum Mineralogiczne Uniwersytetu Wrocławskiego, współorganizatorką dr hab. Danuta Stępień, prof. ASP.

Celem pokazania w Warszawie podczas piętnastej edycji konferencji „Analiza Chemiczna w Ochronie Zabytków” głównych elementów ekspozycji z Muzeum Bursztynu, pod zmienionym tytułem „Skarby natury – odwieczni sprzymierzeńcy artystów” jest zapoznanie ludzi zajmujących się sztuką z szerokim zastosowaniem minerałów w malarstwie. Wystawa ma w założeniu charakter interdyscyplinarny. W porównaniu z wystawą w Gdańsku, będzie ona nieco skromniejsza, ze względu na brak ekspozycji obrazów.

Wystawa będzie prezentować naturalne okazy minerałów i skał występujące we właściwych im formach skupień (kryształy, konkretne, ziemie). Zwiedzający będą mogli zapoznać się z naturalnymi formami występowania wielu pigmentów i ich opisami. Drugi typ obiektów to naturalne pigmenty malarskie uzyskiwane z tych minerałów i skał. Duża część z nich jest współcześnie mało popularna i sporadycznie stosowana. Jednakże są one wytwarzane do dzisiaj przez duże firmy np. Kremer, zajmujące się produkcją historycznych pigmentów. Barwa uzyskana z pigmentów mineralnych jest cechą wspólną, łącznikiem malarstwa i mineralogii. Zaprezentujemy również spoiwa olejne oraz olejno-żywiczne jako składniki farb, które powstają z ich połączenia z pigmentem.



**O**rganizatorzy

**s**kładają

**p**odziękowania

**f**irmom,

**k**tórych wsparcie

**f**inansowe pozwoliło

**z**organizować

**t**egoroczną

**k**onferencję

**ANALIZA CHEMICZNA**

**W OCHRONIE**

**ZABYTEKÓW XV**

aparatura | akcesoria | serwis

# MS Spektrum

Spektrum nowych możliwości

**Agilent Technologies**  
Authorized Distributor

**APPLIED SPECTRA**  
A Laser Solutions Company

**PHOTRON** PTY. LTD.

**SGE** Analytical Science

**SPEX**  
**SamplePrep**  
Member SPEX CertiPrep Group

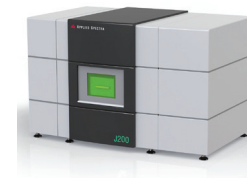
## MS Spektrum

ul. Lubomira 4

04-002 Warszawa

[www.msspektrum.pl](http://www.msspektrum.pl)

[biuro@msspektrum.pl](mailto:biuro@msspektrum.pl)



**Spektrometry ICP**  
**Spektrofotometry UV-Vis**  
**Spektrometry AAS**  
**Spektrometry MP**

**Agilent Technologies**  
Authorized Distributor

**Systemy ablacji laserowej**  
**Spektrometry LIBS wyposażone**  
**w lasery femtosekundowe**

**APPLIED SPECTRA**  
A Laser Solutions Company

**Lampy katodowe HCL**  
**Super Lampy**  
**Zasilacze do super lamp**  
**Lampy deuterowe**



**Spektrometry FTIR**

**Agilent Technologies**  
Authorized Distributor

**Wzorce**  
**Modyfikatory matrycy**  
**Certyfikowane materiały referencyjne**  
**Młynki laboratoryjne**  
**Praski laboratoryjne**



## Ponadto oferujemy

**Fotometry płomieniowe**

**Mineralizatory**

**Zmywarki laboratoryjne**

**Destylarki do ultraczystych kwasów**

**Akcesoria do ICP:** palniki, nebulizery, komory mgielne...

**Akcesoria do AAS:** kuwety grafitowe, naczynka...

**Akcesoria do UV-Vis:** filtry kalibracyjne, kuwety szklane, kwarcowe...

**Akcesoria do XRF:** folie, naczynka...

oraz akcesoria do innych technik analitycznych

## MS Spektrum

ul. Lubomira 4/4  
04-002 Warszawa

tel.: (+48 22) 810 01 28

faks: (+48 22) 870 24 08

e-mail: [biuro@msspektrum.pl](mailto:biuro@msspektrum.pl)

[www.msspektrum.pl](http://www.msspektrum.pl)



Nowa era w spektrometrii mas  
LCMS-8060

**NOWOŚĆ**

- ✓ Chromatografia: GC, HPLC, UHPLC, LCxLC(MS), GCxGC(MS)
- ✓ Spektrometria mas: LC/MS, LC/MS-IT-TOF, GC/MS/MS, LC/MS/MS
- ✓ Analizatory biotechnologiczne, MALDI TOF-TOF
- ✓ Spektrofotometria: UV-VIS, FTIR, RF, AAS, ICP
- ✓ Analiza węgla organicznego: TOC
- ✓ Uniwersalne urządzenia testujące
- ✓ Maszyny wytrzymałościowe, twardościomierze
- ✓ Analizatory fluorescencyjne i rentgenowskie: EDX
- ✓ Analizatory wielkości cząstek
- ✓ Obrazowa spektrometria mas – iMScope TRIO



- ✓ Analiza powierzchni: XPS, Auger, ISS, SIMS
- ✓ Mikroskopy chemiczne: MA, TOF, IT TOF, XPS



- ✓ Kolumny do chromatografii cieczowej (HPLC/UHPLC)
- ✓ Kolumny specjalne – chiralne, GPC, GFC
- ✓ Kolumny do chromatografii gazowej
- ✓ Kolumnienki do ekstrakcji do fazy stałej (SPE)
- ✓ Kolumnienki do uproszczonej ekstrakcji cieczowej (SLE)
- ✓ Zestawy do szybkiej analizy aminokwasów
- ✓ Akcesoria – filtry, fiołki, strzykawki



- ✓ Systemy do zateżniania i odparowania próbek
- ✓ Systemy do automatycznej ekstrakcji SPE na dyskach i kolumnienkach



- ✓ Wysokosprawna chromatografia przeciwpłukowa HPCCC



- ✓ Ekstraktory ciecżą w stanie nadkrytycznym

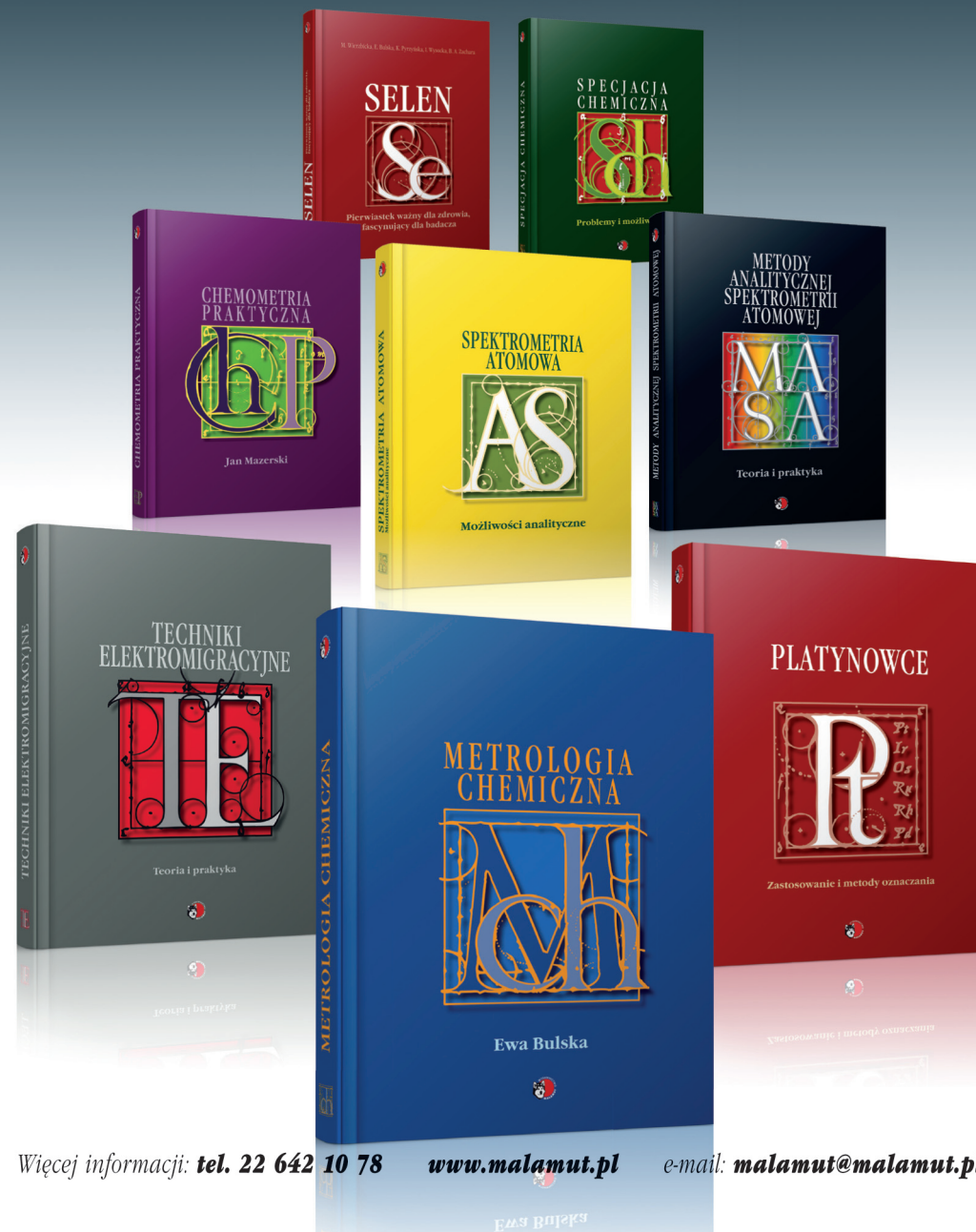


shim-pol

„SHIM-POL A. M. BORZYMOWSKI” E. Borzymowska-Reszka,  
A. Reszka, Spółka Jawna  
ul. Lubomirskiego 5, 05 - 080 Izabelin.  
fax: (22) 722-70-51 e-mail: biuro@shim-pol.pl

# BIBLIOTEKA ANALITYKA

**KSIĄŻKI WYDAWNICTWA MALAMUT**



Więcej informacji: **tel. 22 642 10 78** **www.malamut.pl** e-mail: **malamut@malamut.pl**



CENTRUM METROLOGII CHEMICZNEJ  
przy WYDZIALE CHEMII  
UNIWERSYTETU WARSZAWSKIEGO

*zaprasza na:*

## STUDIA PODYPLOMOWE W ZAKRESIE METROLOGII CHEMICZNEJ

Studia skierowane są do:

Osób zawodowo związanych z pomiarami  
chemicznymi

Doktorantów studiów chemicznych  
i pokrewnych

Pracowników laboratoriów:  
- Środowiskowych  
- Przemysłowych  
- Klinicznych

Nauczycieli chemii

Tematyka zajęć

Zasady metrologii chemicznej

Szacowanie niepewności pomiarów

Wymagania normy PN EN ISO/IEC 17025

Walidacja metod pomiarowych

Spójność pomiarów chemicznych

Badania międzylaboratoryjne

Certyfikowane materiały odniesienia

Elementy statystyki

[www.chem.uw.edu.pl/metrologia](http://www.chem.uw.edu.pl/metrologia)



Bruker Polska Sp. z o.o.



## Handheld XRF for Art & Research

### ● Tracer III-SD

- Complete analysis/support package; perfect for art, archeology, and research
- Manual filter provides complete control for research applications
- High resolution and count rate capabilities
- Light element analysis without vacuum or He
- Increased light element sensitivity with patented vacuum technology

Innovation with Integrity

Handheld XRF

ul. Budziszyńska 69  
60-179 Poznań

tel. + 48 61 868 90 08  
fax + 48 61 868 90 96

[www.bruker.pl](http://www.bruker.pl)  
[sekretariat@bruker.poznan.pl](mailto:sekretariat@bruker.poznan.pl)



## ***Stowarzyszenie Naukowe Archeologów Polskich***

powstało w 1989 roku.

Jest ono kontynuatorem

programowym Polskiego

Towarzystwa Archeologicznego

i Numidmatycznego w sferze

archeologicznej. Zrzesza ponad

650 członków zorganizowanych

w oddziałach – w Gdańsku, Katowicach,

Łodzi, Olsztynie, Poznaniu, Rzeszowie,

Szczecinie, Warszawie, Wrocławiu

i Oddziale Lubuskim. SNAP zajmuje się

sprawami środowiskowymi, prowadzi

działalność wykopaliskową, wydawniczą,

naukową i popularyzatorską.

Bierze udział w opiniowaniu kwestii

prawnych dotyczących archeologii

i ochrony dziedzictwa kulturowego.

Organem medialnym stowarzyszenia

jest najstarsze polskie czasopismo

popularyzujące prehistorię

i ochronę zabytków:

„Z otchłani wieków”.



## **Zespół Analizy Spektralnej KOMITET CHEMII ANALITYCZNEJ PAN**

Celem działalności Zespołu jest integracja polskich spektroanalityków poprzez organizację spotkań naukowych oraz propagowanie wiedzy w zakresie analizy spektralnej.

### **Organizacja spotkań naukowych**

- › Konwersatorium Spektrometrii Atomowej
- › Analiza specjacyjna – możliwości i kierunki rozwoju
- › Analiza chemiczna w ochronie zabytków
- › Jakość w chemii analitycznej

### **Propagowanie metrologii chemicznej**

Europejski projekt TrainMiC – w zakresie metrologii chemicznej.

Międzynarodowa akredytacja ECTNA dla uniwersyteckich studiów magisterskich „Measurement Science in Metrology”

### **Pod auspicjami Komisji wydane zostały następujące książki:**

- › *Spektrometria atomowa, możliwości i zastosowania*;  
red. E.Bulska, K.Pyrzyński
- › *Selen, pierwiastek ważny dla zdrowia, ciekawy dla badacza*;  
red. M.Wierzbicka, E.Bulska, K.Pyrzyńska
- › *Metrologia chemiczna czyli sztuka prowadzenia pomiarów*; E.Bulska
- › *Specjacja chemiczna: możliwości i zastosowania*;  
red. D.Baratkiewicz i E.Bulska
- › *Metody analitycznej spektrometrii atomowej*;  
red. W.Żywnicki, E.Bulska, J.Borkowska-Burnecka, E.Szmyd



[www.chem.uw.edu.pl/archeometria/](http://www.chem.uw.edu.pl/archeometria/)

