

II

II

Ikony XIV–XVI wieku w Muzeum Narodowym w Krakowie
Icons from the 14th–16th Centuries in the National Museum in Krakow

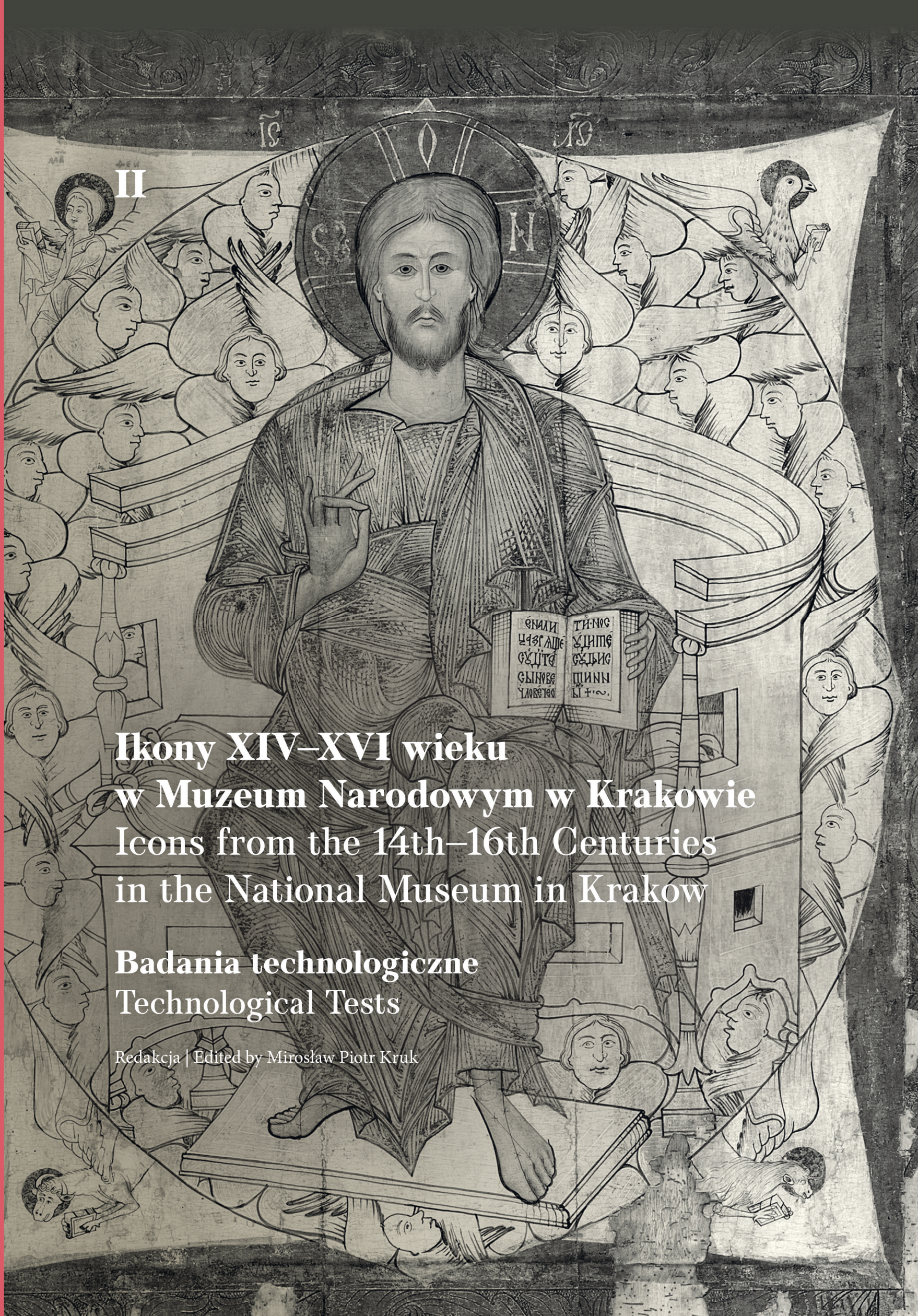
**Ikony XIV–XVI wieku
w Muzeum Narodowym w Krakowie**
Icons from the 14th–16th Centuries
in the National Museum in Krakow

**Badania technologiczne
Technological Tests**

Redakcja | Edited by Mirosław Piotr Kruk

mnk
MUZEUM
NARODOWE
W KRAKOWIE

Badania technologiczne
Technological Tests



**Ikony XIV–XVI wieku
w Muzeum Narodowym w Krakowie**
Icons from the 14th–16th Centuries
in the National Museum in Krakow

Publikacja finansowana w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego
pod nazwą „Narodowy Program Rozwoju Humanistyki” w latach 2015–2019



**NARODOWY PROGRAM
ROZWOJU HUMANISTYKI**

Publication financed by the Minister of Science and Higher Education within
the “National Programme for the Development of Humanities” between the years 2015–2019



**NATIONAL PROGRAMME
FOR THE DEVELOPMENT OF HUMANITIES**

**mnk
140**

**Ikony XIV–XVI wieku
w Muzeum Narodowym w Krakowie**
Icons from the 14th–16th Centuries
in the National Museum in Krakow

Tom II | Volume II
Badania technologiczne | Technological Tests

Redakcja | Edited by Mirosław Piotr Kruk

MNK
MUZEUM
NARODOWE
W KRAKOWIE

Kraków 2021

tomii | volume ii

redaktor naukowy | scholarly editor
Mirosław Piotr Kruk

autorzy tekstów | Authors of the texts
Piotr Frączek, Marta Grzesiak-Nowak, Julio M. del Hoyo-Meléndez, Mariusz Kędzierski, Anna Klimek,
Anna Klisińska-Kopacz, Marek Krąpiec, Mirosław Piotr Kruk, Wiesław Łasocha, Kamilla Małek, Michał Obarzanowski,
Michał Plotek, Jan Ptak, Alicja Rafalska-Łasocha, Dominika Tarsińska-Petruk, Małgorzata Walczak

recenzent | reviewer
dr hab. Danuta Stępień

redaktor prowadząca | commissioning editor
Anna Kowalczyk

redakcja | editing
Marta Kołpanowicz

tłumaczenie na język angielski | English translation
Sylvia Barnett

korrektura w języku polskim | Polish proofreading
Marta Kołpanowicz

korrektura w języku angielskim | English proofreading
Karolina Koriat

projekt graficzny i dtp | graphic design and dtp
Radoszek Arts

fotografie | photographs
Autorzy tekstów | Authors of the texts

kierownik wydawnictwa | head of the editorial department
Sylwester Oruba

sekretarz redakcji | editorial department secretary
Sylvia Łopatecka

dystrybucja | distribution
Katarzyna Mosur, Grażyna Juda

druk | printed by
Zakład Graficzny Colonel

Wersja elektroniczna wydania drukowanego T. II z 2019 r.
Electronic version of the printed Volume II of 2019

© Muzeum Narodowe w Krakowie | The National Museum in Krakow, 2021

ISBN 978-83-7581-378-4 (cała publikacja | whole publication)
ISBN 978-83-7581-380-7 (tom II | volume II)

na okładce | cover illustration
Chrystus Pantokrator w Chwale (fragment), Krąg Malarza ikony *Chrystusa w Chwale*
z Jamnej (k. Grybowa), poł. XVI w., tempera na drewnie, nr inw. MNK XVIII-64 (Kat. 4)
Christ Pantocrator in Majesty (fragment), Circle of the Painter of the icon of *Christ in Majesty*
from Jamna (near Grybów), mid-16th c., tempera on wood, inv. no. MNK XVIII-64 (Cat. 4)

www.mnk.pl

Spis treści | Table of Contents

Mirosław Piotr Kruk, Wprowadzenie Mirosław Piotr Kruk, Introduction	9
1 Fotografie analityczne Technical Photography	
1.1 Piotr Frączek, Michał Obarzanowski, Raport z badań fotograficznych i radiografii cyfrowej [30.12.2015] Piotr Frączek, Michał Obarzanowski, Report on Technical Photography and Digital Radiography [30.12.2015]	11
2 Badania drewna podobraz Examination of the Wood of the Icon Panels	
2.1 Jan Ptak, Zestawienie wyników identyfikacji drewna podobraz [17.12.2015] Jan Ptak, Comparison of the Results of the Identification of the Wood of the Icon Panels [17.12.2015]	12
2.2 Marek Krąpiec, Analiza anatomiczna próbek drewna z podobraz wybranych ikon [24.09.2017] Marek Krąpiec, Anatomical Analysis of Wood Samples from the Panels of Selected Icons [24.09.2017]	15
2.3 Marek Krąpiec, Dendrochronologiczne datowanie podobraz wybranych ikon [30.08.2017] Marek Krąpiec, Dendrochronological Dating of Wooden Panels of Selected Icons [30.08.2017]	17
2.4 Marek Krąpiec, Zestawienie wyników datowań radiowęglowych [15.05.2017] Marek Krąpiec, Comparison of the Results of Radio-Carbon Dating [15.05.2017]	21
3 Badanie zapraw Analysis of Ground Layers	
3.1 Mariusz Kędzierski, Analiza zespołów nannoplanktonu wapiennego z podkładów malarskich ikon znajdujących się w zbiorach Muzeum Narodowego w Krakowie [13.09.2016, 30.08.2017] Mariusz Kędzierski, Analysis of the Assemblages of Calcareous Nannoplankton from the Ground Layers of Icons from the Collection of the National Museum in Krakow [13.09.2016, 30.08.2017]	23
3.2 Alicja Rafalska-Łasocha, Marta Grzesiak-Nowak, Wiesław Łasocha, Raport z badań za pomocą dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego próbek zapraw pobranych z ikon [30.09.2016, 02.10.2016] Alicja Rafalska-Łasocha, Marta Grzesiak-Nowak, Wiesław Łasocha, Report on the X-Ray Diffraction Examination of Ground Samples Extracted from Icons [30.09.2016, 02.10.2016]	39
3.3 Alicja Rafalska-Łasocha, Wyniki badań zaprawy dla próbek z ikon <i>Św. Antoni Rzymski</i> i <i>Matka Boska Smoleńska</i> [1708.2017] Alicja Rafalska-Łasocha, Results of the Examination of Ground Samples from the Icons <i>St Anthony of Rome</i> and <i>Mother of God of Smolensk</i> [1708.2017]	69

4

Analizy warstw malarskich**Analyses of Paint Layers**

- 73 4.1
Michał Płotek, Małgorzata Walczak, Wyniki analizy SEM EDX [30.09.2016]
Michał Płotek, Małgorzata Walczak, Results of SEM EDX Analysis [30.09.2016]
- 104 4.2
Michał Płotek, Małgorzata Walczak, Wyniki analizy XRF wykonanej dla ikony *Archanioł Michał ze scenami cudów* [30.09.2016]
Michał Płotek, Małgorzata Walczak, Results of XRF Analysis of the Icon *Archangel Michael with Scenes of His Miracles* [30.09.2016]
- 106 4.3
Michał Płotek, Małgorzata Walczak, Wyniki analizy XRF wykonanej dla ikon *Św. Antoni Rzymski i Matka Boska Smoleńska* [30.09.2016]
Michał Płotek, Małgorzata Walczak, Results of XRF Analysis of the Icons *St Anthony of Rome and Mother of God of Smolensk* [30.09.2016]
- 108 4.4
Alicja Rafalska-Łasocha, Marta Grzesiak-Nowak, Wiesław Łasocha, Badanie próbek pigmentów pobranych z ikon należących do kolekcji Muzeum Narodowego w Krakowie za pomocą proszkowej dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego [11.06.2017]
Alicja Rafalska-Łasocha, Marta Grzesiak-Nowak, Wiesław Łasocha, Powder X-Ray Diffraction (XRD) Examination of Pigment Samples Extracted from Icons in the Collection of the National Museum in Krakow [11.06.2017]
- 120 4.5
Kamilla Małek, Raport z wyników pomiarów techniką spektroskopii rozpraszania ramanowskiego [08.05.2017, 15.06.2017]
Kamilla Małek, Report on the Results of Raman Spectroscopy [08.05.2017, 15.06.2017]
- 134 4.6
Anna Klisińska-Kopacz, Sprawozdanie z pomiarów SEM-EDS ikon *Św. Antoni Rzymski i Matka Boska Smoleńska* [21.11.2017]
Anna Klisińska-Kopacz, Report on SEM-EDS Analysis of the Icons *St Anthony of Rome and Mother of God of Smolensk* [21.11.2017]
- 137 4.7
Anna Klimek, Analiza składu pierwiastkowego w tłach, ramach i okładach wybranych ikon [04.04.2017]
Anna Klimek, Analysis of the Elemental Composition of the Backgrounds, Frames and Covers of Selected Icons [04.04.2017]

	5	
Zestawienie zbiorcze punktów pomiarowych i raportów badawczych Summary of Measurement Locations and Study Reports		
	5.1	155
Dominika Tarsińska-Petruk, Miejsca pobrań próbek z ikon [21.11.2016] Dominika Tarsińska-Petruk, Locations of Samples from the Icons [21.11.2016]		
	5.2	183
Dominika Tarsińska-Petruk, Zestawienie zbiorcze warstw technologicznych ikon [02.08.2017] Dominika Tarsińska-Petruk, Summary of the Technological Layers of the Icons [02.08.2017]		
	Aneks 1 Appendix 1	284
Anna Klisińska-Kopacz, Sprawozdanie z analizy składu pierwiastkowego ikony <i>Święci lekarze Kosma i Damian</i> [19.11.2013] Anna Klisińska-Kopacz, Report on the Elemental Composition Analysis of the Icon <i>Physician Saints Cosmas and Damian</i> [19.11.2013]		
	Aneks 2 Appendix 2	289
Julio M. del Hoyo-Meléndez, Sprawozdanie z analizy składu pierwiastkowego metalowego okładu do ikony <i>Święci lekarze Kosma i Damian</i> [31.05.2013] Julio M. del Hoyo-Meléndez, Report on the Elemental Composition Analysis of the Metal Cover from the Icon <i>Physician Saints Cosmas and Damian</i> [31.05.2013]		
	Aneks 3 Appendix 3	293
Jan Ptak, Fotografie przekrojów drewna Jan Ptak, Photographs of Wood Cross-Sections		
	Aneks 4 Appendix 4	301
Mariusz Kędzierski, Tabele geologiczne Mariusz Kędzierski, Geological Tables		
	Aneks 5 Appendix 5	311
Michał Płotek, Małgorzata Walczak, Fotografie szlifów Michał Płotek, Małgorzata Walczak, Photographs of Embedded Cross-Sections		
	Aneks 6 Appendix 6	324
Anna Klisińska-Kopacz, Fotografie szlifów Anna Klisińska-Kopacz, Photographs of Embedded Cross-Sections		
	Aneks 7 Appendix 7	325
Dominika Tarsińska-Petruk, Makrofotografie wybranych ikon Dominika Tarsińska-Petruk, Macrophotographs of Selected Icons		
	Literatura bibliography	341

Wprowadzenie

Badania w ramach grantu NPRH „Katalog ikon XIV–XVI wieku w zbiorach Muzeum Narodowego w Krakowie. Opracowanie i publikacja” (NPRH nr rej. IbH 15 0435 83) przeprowadzone zostały od 1 października 2015 do 31 sierpnia 2017r. W jednym wypadku, dotyczącym wyjątkowo cennej ikony – *Święci lekarze Kosma i Damian* (MNK XVIII-871, Kat. 43), uwzględnione zostały badania wcześniejsze, komplementarne w stosunku do zaplanowanych w ramach grantu, wykonane w 2013 r., niedługo po jej pozyskaniu. Jest to analiza składu pierwiastkowego warstwy malarskiej wykonana przez dr Annę Klisińską-Kopacz oraz oprawy srebrnej – przez dr. Julia M. del Hoyo-Meléndez (LANBOZ MNK) [Aneks 1 i Aneks 2].

Badania miały charakter kompleksowy i obejmowały fotografie w różnych zakresach fal, wykonane w LANBOZ MNK (mgr Piotr Frączek i mgr Michał Obarzanowski), badania podobrazia dendrologiczne (mgr Jan Ptak, ASP), dendrologiczne i dendrochronologiczne oraz węglem radioaktywnym C14 (prof. dr hab. inż. Marek Krąpiec, AGH), zaprawy – geologiczne (dr hab. Mariusz Kędziński, Instytut Nauk Geologicznych UJ), badania szlifów poprzecznych oraz rozmieszczenia pierwiastków, tzw. spektrometrii XRF w krakowskiej ASP (dr Małgorzata Walczak z zespołem), chemiczne, metodą XRPD (dr Alicja Rafalska-Łasocha z zespołem, Wydział Chemii UJ), badania fizyczne wybranych pigmentów metodą spektroskopii Ramana (dr hab. Kamilla Małek, Wydział Chemii UJ), analizy pomiarów punktowych w tłach, ramach i oprawach metalowych metodą spektrometrii XRF (mgr Anna Klimek, LANBOZ MNK), uzupełniające badania punktowe metodą XRF dwóch ikon: *Św. Antoni Rzymski* (MNK XVIII-575, Kat. 50) i *Matka Boska Smoleńska* (MNK XVIII-577, Kat. 23) (dr Anna Klisińska-Kopacz, LANBOZ MNK). Z racji dużej objętości ostatnich dwóch raportów opublikowane zostaną jedynie konkluzje.

Za współpracę w przygotowaniu programu badawczego, pobranie materiałów do analiz i wykonanie makrofotografii poszczególnych ikon, jak również za opracowanie częściowego i całościowego podsumowania na podstawie zebranego materiału odpowiedzialna była mgr Dominika Tarsińska-Petruck (PKMiR PBEC MNK). Tabelę poprzedza zestaw fotografii z miejscami pobrania próbek, zaś punkty

Introduction

Research within the NPRH – Narodowy Program Rozwoju Humanistyki [National Programme for the Development of the Humanities] grant ‘Catalogue of icons from the 14th–16th centuries in the collection of the National Museum in Krakow. The study and publication’ (NPRH reg. no. IbH 15 0435 83) were conducted from 1 October 2015 to 31 August 2017. In one case, concerning the particularly precious icon *Physician Saints Cosmas and Damian* (MNK XVIII-871; Cat. 43), also taken into account were previous examinations complementary to the one planned within the research grant and conducted in 2013, shortly after the acquisition of the icon. Specifically, these include analysis of the elemental composition of the paint layer, performed by Dr Anna Klisińska-Kopacz, and of the silver cover, carried out by Dr Julio M. del Hoyo-Meléndez (LANBOZ MNK) [Appendix 1 and Appendix 2].

The examinations were comprehensive and encompassed photographs obtained at various wavelengths, taken in LANBOZ MNK (Piotr Frączek and Michał Obarzanowski), a dendrological examination of the wood panels (Jan Ptak, ASP), dendrological and dendrochronological examinations, C14 radiocarbon dating (Prof. Dr hab. Marek Krąpiec, Eng. AGH), a geological examination of the ground layer of the painting (Dr hab. Mariusz Kędziński, Institute of Geological Sciences, UJ), an embedded cross-section examination and study of the distribution of elements known as XRF spectrometry, conducted in the ASP in Krakow (Dr Małgorzata Walczak and her team), chemical testing with the XRPD method (Dr Alicja Rafalska-Łasocha and her team, Faculty of Chemistry, UJ), identification of selected pigments using Raman spectroscopy (Dr hab. Kamilla Małek, Faculty of Chemistry, UJ), analysis of the backgrounds, frames and metal cover, using XRF spectroscopy (Anna Klimek, LANBOZ MNK), and complementary XRF examination of two icons: *St Anthony of Rome* (MNK XVIII-575; Cat. 50) and *Mother of God of Smolensk* (MNK XVIII-577; Cat. 23) (Dr Anna Klisińska-Kopacz, LANBOZ MNK). Since the last two reports are voluminous, only the conclusions are included in the present publication.

Mgr Dominika Tarsińska-Petruck (PKMiR PBEC MNK – Painting and Sculpture Studio at Bishop Erazm Ciołek Palace) was responsible for the cooperation within the

pomiarowe nieinwazyjne pozostały „na swoim miejscu” – w raporcie mgr Anny Klimek.

Raporty z wnioskami zostały zreferowane w zasadzie zgodnie z kolejnością ich powstawania, aczkolwiek badania dendrologiczne, wykonane najwcześniej, zostały ujęte łącznie w grupie z badaniami dendrochronologicznymi i izotopem węgla C14, zaś wcześniej wykonane badania okładu ikony *Święci lekarze Kosma i Damian* zestawiono razem z badaniami okładów dwóch innych ikon, wykonanymi w 2017r. Charakterystyka ikon wewnątrz raportów została z kolei uszeregowana inaczej aniżeli w tomie I, tj. według rosnących numerów inwentarzowych, co ułatwia odnalezienie ich wyników. W niektórych wypadkach zdecydowałem się pominąć powtarzające się opisy aparatury, jak również potencjalnych możliwości, jakie daje jej zastosowanie, pozostawiając jej charakterystykę na wstępie i skupiając się na konkretnych wynikach. Pełna wersja raportów została włączona do dokumentacji Projektu. Przeprowadzone badania miały w założeniu dać możliwie pełny i wszechstronny obraz badanych dzieł od ich strony technologicznej, a przede wszystkim miały posłużyć weryfikacji wniosków płynących z badań analityczno-porównawczych, właściwych dla historii sztuki, a zawartych w tomie I niniejszego opracowania. Bardzo istotnym dopełnieniem całości są fotografie w mikro- i makroskali, wykonane w rozmaitych technikach, stąd uwypuklające różnorodne cechy badanych dzieł, często niedostrzegalne w świetle białym. Opublikowane zostały w wersji czarno-białej w tomie II oraz w kolorze w dodanym do niego Aneksie, by nie utracić nic z ich walorów poznawczych, a przede wszystkim wypełniają tom III, by mogły służyć dalszym badaniom umożliwiającym postęp poznawczy tego wyjątkowego rodzaju malarstwa.

Mirosław Piotr Kruk

preparation of the research programme, extracting samples for analyses and taking macrophotographs of individual icons as well as for preparing the partial and full summary on the basis of the collected evidence. The table is preceded with a set of photographs illustrating the points of sample extraction while the non-invasive measurement points are marked in the report by Anna Klimek.

The reports and their conclusions are recounted generally in the order of formulation, although the dendrological testing, performed first, was considered along with the group of dendrochronological and C14 carbon isotope examinations, while the earlier-performed examination of the cover of the icon, *Physician Saints Cosmas and Damian*, was placed together with an examination in 2017 of the covers of two other icons. The characteristics of the icons listed in the reports were ordered differently from that in Volume I, that is, by increasing inventory number, which facilitates finding the right reference. In a few cases, I decided to omit the recurring description of an apparatus and its technical capabilities, listing the equipment's characteristic in the introduction, and then focusing only on the results. The complete version of the reports is included in the project's documentation. The examinations had the goal to establish the most complete and comprehensive technological overview of the studied objects possible and, most of all, served to verify the conclusions from analytical and comparative research fitting the history of art and comprised in Volume I of the present publication. The micro- and macrophotographs taken using several methods are an essential component of the study, as they emphasize the various traits of the examined objects, often invisible in visible light. They are published in black and white in Volume II and in colour in the Appendix to that volume, so their cognitive value is fully preserved, but mostly in Volume III for the purpose of future studies, serving a deeper understanding of this exceptional type of painting.

Mirosław Piotr Kruk

1

Fotografie analityczne Technical Photography

1.1

Raport¹ z badań fotograficznych i radiografii cyfrowej Report¹ on Technical Photography and Digital Radiography

Piotr Frączek, Michał Obarzanowski
Laboratorium Analiz i Nieniszczących Badań Obiektów
Zabytkowych Muzeum Narodowego w Krakowie
Data sporządzenia raportu: 30.12.2015

Fotografie analityczne zostały wykonane w Laboratorium Analiz i Nieniszczących Badań Obiektów Zabytkowych Muzeum Narodowego w Krakowie. Zastosowano następujące techniki analityczne obrazujące budowę, technikę wykonania i stan zachowania obrazu:

→ fotografia w świetle widzialnym (VIS) – wszystkie fotografie, także makrofotografie, wykonano aparatem Canon 5D Mark III z obiektywem Canon Macro EF 100 mm 1:2,8 USM, przy oświetleniu halogenowym 2 × 500 W;

→ fotografia w bliskiej podczerwieni (IR) – zdjęcia wykonano w zakresie 1000 nm, aparatem Fuji IS Pro z obiektywem Coastal Optics UV, VIS, IR 60 mm APO Macro filtrem BW IR 830 nm przy oświetleniu halogenowym 2 × 500 W;

→ fotografia w ultrafiolecie (UV) – wszystkie fotografie wykonano aparatem Canon 5D Mark III z obiektywem Canon Macro EF 100 mm 1:2,8 USM, przy użyciu świetłówek UV 40 W, GE F40 Black Light Blue EX, pracujących w zakresie 368 nm;

→ radiografia cyfrowa (RTG) – zastosowano system DIX-Ray, oparty na bezprzewodowym panelu o wymiarach 46 × 38 cm. Zdjęcia wykonywano przy ustawieniach lampy: 40 kV, 12 mAs. W wypadku obrazów o formatach większych niż wymiary panelu wykonano większą liczbę ujęć, które sklejano w całość przy użyciu programu Photoshop 6.

Piotr Frączek, Michał Obarzanowski
The Laboratory of Analysis and Non-Destructive Investigation of Heritage Objects at the National Museum in Krakow
Date of the report: 30.12.2015

Technical photographs were taken at the Laboratory of Analysis and Non-Destructive Investigation of Heritage Objects of the National Museum in Krakow. With the aim to depict the construction, execution technique, and preservation state of the object, the following analytical techniques were applied:

→ Photography in visible light (VIS) – all photographs, including macrophotographs, were taken using a Canon 5D Mark III camera with a Canon Macro EF 100 mm 1:2.8 USM objective, under halogen lighting, 2 × 500 W;

→ Photography in the near infrared (IR) – photographs taken in the range of 1000 nm, with a Fuji IS Pro camera and a Coastal Optics UV, VIS, IR 60 mm APO Macro objective and BW IR 830 nm filter, under halogen lighting, 2 × 500W;

→ Photography under ultraviolet (UV radiation) – all photographs were taken using a Canon 5D Mark III camera with a Canon Macro EF 100 mm 1:2.8 USM objective, under a UV 40 W, GE F40 Black Light Blue EX fluorescent lamp, working in the range of 368 nm;

→ Digital radiography (RTG) – the DIX-Ray system was applied, consisting of a wireless panel, 46 × 38 cm. Radiographs were taken with the lamp setting: 40 kV, 12 mAs. For radiographs larger than the size of the panel, more captures were taken and then assembled in Photoshop 6.

¹ Fotografie i ich opisy zostały opublikowane w III tomie opracowania. (Wszystkie przypisy pochodzące od redaktora naukowego Mirosława Piotra Kruka zostały dalej oznaczone dopiskiem: przyp. M.P.K.)

¹ The photographs and their descriptions are included in Volume III of this study. (All the footnotes written by the scholarly editor Mirosław Piotr Kruk are followed by a note: footnote by M.P.K.)

2

Badania drewna podobrazii Examination of the Wood of the Icon Panels

2.1

Zestawienie wyników identyfikacji drewna podobrazii Comparison of the Results of the Identification of the Wood of the Icon Panels

Zdjęcia i opracowanie: Jan Ptak

Badania wykonano w Zakładzie Materiałoznawstwa oraz Historii Dziej Sztuki Wydziału Konserwacji i Restauracji Dziej Sztuki Akademii Sztuk Pięknych w Krakowie²

Data sporządzenia raportu: 1712.2015

Photography and analysis: Jan Ptak

The study was conducted at the Institute of Materials Science and History of Works of Art at the Faculty of Conservation and Restoration of Works of Art of the Academy of Fine Arts in Krakow (ASP)²

Date of the report: 1712.2015

Cel badań

Badania przeprowadzono dla określenia rodzajów drewna użytych do wykonania desek stanowiących podobrazia ikon ze zbiorów Muzeum Narodowego w Krakowie, objętych projektem „Katalog ikon XIV–XVI wieku w zbiorach Muzeum Narodowego w Krakowie”.

Przedmiot badań

Badaniom poddano próbki drewna podobrazii, po jednej z każdej ikony. Rozmiary pobieranych próbek dostosowano do potrzeb badań mikroskopowych.

Metodyka badawcza

Identyfikacje rodzajów drewna przeprowadzono na podstawie zaobserwowanych mikroskopowych cech strukturalnych, opierając się na kluczu identyfikacyjnym dla drzew europejskich³. Badania wykonano w świetle przechodzącym przy użyciu mikroskopu Delta Optical Genetic Pro Bino USB z kamerą, przy powiększeniach 40–200x.

The aim of the study

The study was conducted with the aim of defining the genera of wood used for the panels constituting the support of icons from the collection of the National Museum in Krakow within the project: ‘Catalogue of 14th–16th c. icons in the collection of the National Museum in Krakow’.

The object of the study

Samples of wood were collected for testing, one from each icon. The sizes of the samples were adjusted to the microscope’s requirements.

Methodology


The identification of wood genera was achieved through the microscopic observation of the structural characteristics of the sample compared with an identification key for European trees³. The test was conducted under transmitted light, with the use of the Delta Optical Genetic Pro Bino USB microscope, with a camera at 40–200x.

² Fotografie próbek – zob. Aneks 3 (przyp. M.P.K.).

³ Schweingruber 1982.

² For photographs of the samples, see Appendix 3 (footnote by M.P.K.).

³ Schweingruber 1982.

 1 Wyniki badań Results	
Numer inwentarzowy Inventory number	Drewno podobrazia Wood of the panels
MNK XVIII-3	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-4	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-5	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-6	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-7	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-10	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-14	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-15	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-19	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-20	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-25	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-26	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-27	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-28	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-29	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-30	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-32	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-45	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-57	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-58	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-62	świerkowe spruce (<i>Picea</i>)
MNK XVIII-64	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-68	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-71	lipowe linden (<i>Tilia</i>)

MNK XVIII-87	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-110	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-111	jodłowe fir (<i>Abies</i>)
MNK XVIII-112	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-123	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-130 (deski panels: a, b, c, d)	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-183	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-186	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-192	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-196	jodłowe fir (<i>Abies</i>)
MNK XVIII-245	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-337	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-346	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-366	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-396	topolowe poplar (<i>Populus</i>)
MNK XVIII-402	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-452	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-533	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-534	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-574	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-591	świerkowe spruce (<i>Picea</i>)
MNK XVIII-625	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-636	sosnowe pine (<i>Pinus</i>)
MNK XVIII-795a	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK XVIII-871	kasztanowe chestnut (<i>Castanea</i>)
MNK XVIII-874	lipowe linden (<i>Tilia</i>)
MNK ND-11250	topolowe poplar (<i>Populus</i>)

Podsumowanie

Wykonano identyfikację rodzajów drewna podobrazii 51 ikon objętych projektem „Katalog ikon XIV–XVI wieku w zbiorach Muzeum Narodowego w Krakowie”.

Stwierdzono, że:

- zdecydowaną większość ikon (43 obiekty) namalowano na deskach lipowych;
- ikony MNK XVIII-396 i ND-11250 namalowano na deskach topolowych;
- ikonę MNK XVIII-871 namalowano na desce kasztanowej;

Conclusions

The wood type in the panels of 51 icons in the project ‘Catalogue of 14th–16th c. icons in the collection of the National Museum in Krakow’ was identified.

The following conclusions were drawn:

- the large majority of the icons (43 objects) were painted on linden panels;
- icons MNK XVIII-396 and ND-11250 were painted on poplar panels;
- icon MNK XVIII-871 was painted on a chestnut panel;

→ pięć ikon namalowano na deskach z drewna iglastego: MNK XVIII-62 i MNK XVIII-591 na deskach świerkowych, MNK XVIII-111 i MNK XVIII-196 na deskach jodłowych, zaś MNK XVIII-636 na deskach sosnowych.

Do niniejszego sprawozdania dołączono szczegółowe sprawozdania indywidualne dla każdego z badanych obiektów⁴.

Literatura

Schweingruber 1982

→ five icons were painted on coniferous wood: MNK XVI-II-62 and MNK XVIII-591, on spruce boards; MNK XVIII-111 and MNK XVIII-196, on fir boards; and, MNK XVIII-636, on pine boards.

A detailed, individual report for every one of the examined objects was attached to the present account⁴.

Bibliography

Schweingruber 1982

⁴ Dostępne w dokumentacji projektu (przyp. M.P.K.).

⁴ Available in the project documentation (footnote by M.P.K.).

2.2

Analiza anatomiczna próbek drewna z podobrazii wybranych ikon

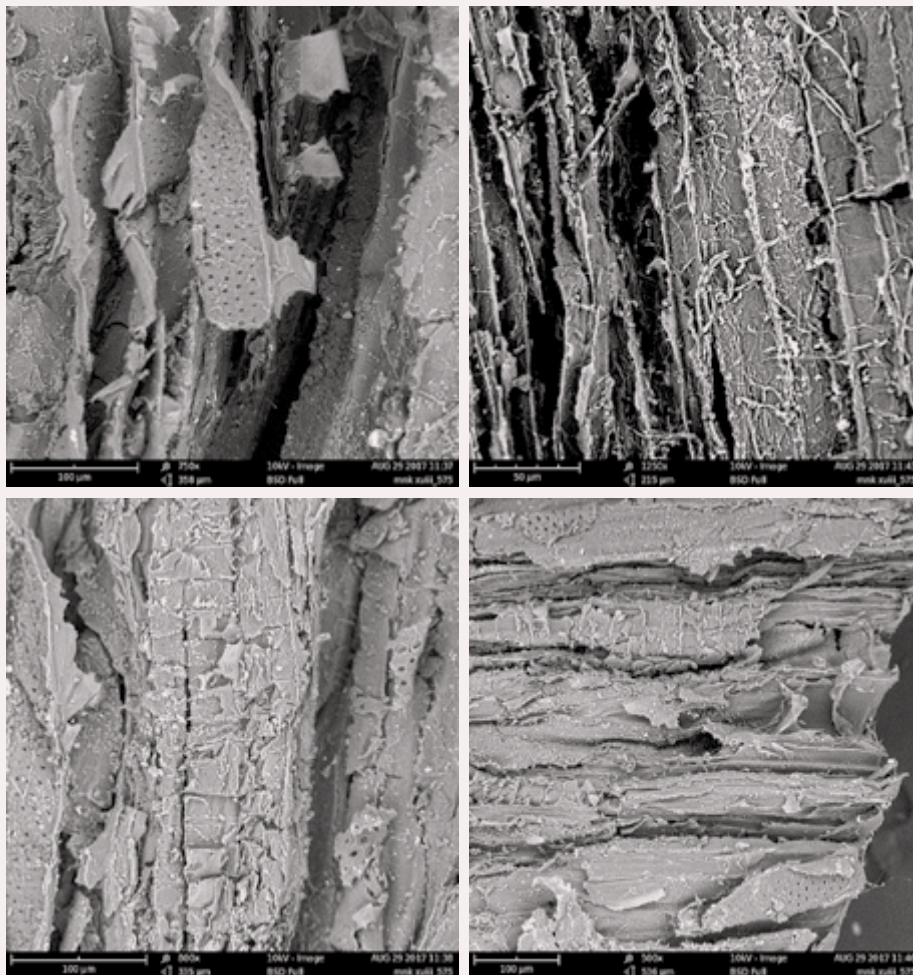
Anatomical Analysis of Wood Samples from the Panels of Selected Icons

prof. dr hab. inż. Marek Krąpiec
Laboratorium Datowań Bezwzględnych
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
Data sporządzenia raportu: 24.09.2017

Prof. Dr hab. Marek Krąpiec, Eng.
Absolute Dating Laboratory
AGH University of Science and Technology in Krakow
Date of the report: 24.09.2017

Do badań wybrano dwie ikony – *Św. Antoni Rzymski* (MNK XVIII-575, Kat. 50) i *Matka Boska Smoleńska* (MNK XVIII-577, Kat. 23). Z każdej ikony ścięto nożem preparacyjnym fragment deski podobrazia o powierzchni kilku

Two icons were selected for study, *St Anthony of Rome* (MNK XVIII-575; Cat. 50) and *Mother of God of Smolensk* (MNK XVIII-577; Cat. 23). From every icon, a fragment of wood from a panel and measuring several square millimetres was




Budowa anatomiczna drewna deski ikony MNK XVIII-575
Structure of the board of the icon MNK XVIII-575


milimetrów kwadratowych. Identyfikacja anatomiczna drewna przeprowadzona na podstawie obserwacji za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego wykazała, że analizowane fragmenty reprezentują drewno lipowe (*Tilia* spp.).

cut out with a scalpel. Microscopic anatomical identification of the wood was conducted by means of scanning electron microscopy observation, which revealed that the analysed fragments represent linden wood (*Tilia* spp.).



Budowa anatomiczna drewna deski ikony MNK XVIII-577
Structure of the board of the icon MNK XVIII-577

Drewno desek wykazuje typowe cechy anatomiczne drewna lipowego: drewno rozpięzchło-naczyniowe ze słabo widocznymi przyrostami rocznymi, promienie rdzeniowe jednorzędowe, słabo widoczne makroskopowo na przekroju poprzecznym. Naczynia liczne, małe, ułożone pojedynczo lub w promieniowych grupach i gniazdach po 2–6. Ściany naczyń wzmocnione spiralnymi zgrubieniami (najlepiej widoczne na przekroju podłużnym) (fot.  1, 2).

The wood from the panels shows anatomical traits typical of linden wood: diffuse-porous wood with weakly visible annual growth rings, uniseriate rays, weakly visible in the macroscopic transversal section. Numerous cells are small and radially oriented individually, in files and clusters of 2–6 each. There are thick cell walls with spiral masses (best visible in the longitudinal section) (Photos  1, 2).

2.3

Dendrochronologiczne datowanie

podobrazii wybranych ikon

Dendrochronological Dating of Wooden Panels of Selected Icons

prof. dr hab. inż. Marek Krąpiec
Laboratorium Datowań Bezwzględnych
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
Data sporządzenia raportu: 30.08.2017

Prof. Dr hab. Marek Krąpiec, Eng.
Absolute Dating Laboratory
AGH University of Science and Technology in Krakow
Date of the report: 30.08.2017

Analizę dendrochronologiczną przeprowadzono dla pięciu wybranych ikon, namalowanych na podobraziiach wykonanych z drewna gatunków iglastych:

- *Św. Jan Chrzciciel* (z rzędu *Deesis*) (MNK XVIII-591, Kat. 11), podobrazie z jednej deski świerkowej;
- *Deesis: Chrystus Pantokrator z Matką Boską, św. Janem Chrzcicielem i archaniołami* (MNK XVIII-62, Kat. 8), podobrazie z pięciu desek świerkowych;
- *Hodegetria w otoczeniu archaniołów* (MNK XVIII-636, Kat. 16), podobrazie z dwóch desek sosnowych;
- *Archanioł Gabriel i św. Piotr* (z rzędu *Deesis*) (MNK XVIII-111, Kat. 7), podobrazie z trzech desek jodłowych;
- *Hodegetria w otoczeniu proroków* (MNK XVIII-196)⁵, podobrazie z trzech desek jodłowych.

Do pomiaru przygotowano najlepiej zachowane krawędzie desek podobrazii, ścinając nożem preparacyjnym warstwę ok. 0,5 mm drewna w celu odsłonięcia szczegółów budowy anatomicznej. W analizowanych deskach nie występują słoje podkorowe. W takiej sytuacji możliwe jest datowanie sekwencji przyrostów rocznych, ale wyznaczenie daty ścięcia jest datowaniem *terminus post quem*. Aby wyznaczyć najwcześniejszą możliwą datę wykonania dzieła (podobrazia), należy doliczyć do daty ostatniego zachowanego przyrostu ekwiwalent brakujących (odciętych podczas formowania deski) najmłodszych słoików oraz uwzględnić czas niezbędny na sezonowanie drewna. Zwykle jest to od kilku do kilkunastu lat. Choć zdarzają się sytuacje, szczególnie w wypadku desek najwęższych, gdy liczba brakujących słoików może wynosić nawet ponad 30. W podobraziiach składających się z kilku desek niedokładności w datowaniu badanych obiektów w zasadzie nie przekraczają kilku lat.

Dendrochronological analysis was conducted for five selected icons painted on panels made of coniferous wood:

- *St John the Baptist* (from a *Deesis* tier) (MNK XVI-II-591; Cat. 11), panel made of one spruce board;
- *Deesis Icon: Christ Pantocrator with the Mother of God, St John the Baptist, and Archangels* (MNK XVIII-62; Cat. 8), panel made of five spruce boards;
- *Hodegetria Surrounded by Archangels* (MNK XVI-II-636; Cat. 16), panel made of two pine boards;
- *Archangel Gabriel and St Peter* (from a *Deesis* tier) (MNK XVIII-111; Cat. 7), panel made of three fir boards;
- *Hodegetria Surrounded by Prophets* (MNK XVIII-196)⁵, panel made of three fir boards.

For the measurement, the best-preserved edges of the boards of the panels were prepared by cutting off a layer of ca. 0.5 mm of wood with a scalpel, with the aim of revealing the details of its structure. In the analysed boards, growth rings do not appear in the sapwood. In that case, dating on the basis of sequences of annual growth is possible, but only the *terminus post quem*: for the felling. In order for the earliest possible date of the execution of the panel to be determined, one needs to add to the date of the last preserved growth ring the equivalent of the missing youngest rings (cut off during the process of shaping the board) and factor in the time for wood seasoning. Usually, this takes from a few to more than a dozen years. However, it may happen, especially in the case of the narrowest boards, that the number of missing rings may reach over 30. In the icon panels composed of more than one board, the lack of precision in dating the studied objects usually is no greater than several years.

⁵ Ta ikona nie została uwzględniona w Katalogu zamieszczonym w tomie I niniejszej publikacji (przyp. M.P.K.).

⁵ This icon is not included in the Catalogue published in Volume I of this study (footnote by M.P.K.).

Pomiary szerokości przyrostów rocznych z dokładnością do 0,05 mm dokonano specjalnym programem komputerowym CDendro CooRecorder (Cybis Elektronik & Data AB, Szwecja) na makrofotografiach wykonanych aparatem Canon EOS 5D Mark II z obiektywem makro 100 mm.

W wyniku przeprowadzonych pomiarów uzyskano sekwencje dendrochronologiczne liczące od 51 do 119 lat (zob. tab. III 1). Do korelacji pomierzonych sekwencji dendrochronologicznych wykorzystano pakiet programów Tree-Rings⁶ oraz TSAP⁷. Przeprowadzone korelacje komputerowe oraz wizualne porównania dendrogramów poszczególnych podobrazii pozwoliły na stwierdzenie, że analizowane sekwencje przyrostów rocznych pochodzą z drzew rosnących w tym samym czasie.

Wzajemne podobieństwo sekwencji dendrochronologicznych desek we wszystkich badanych obiektach jest wysokie, a wyznaczone na ich podstawie krzywe średnie liczą odpowiednio: 105 lat (MNK XVIII-591), 120 lat (MNK XVIII-196), 109 lat (MNK XVIII-62), 86 lat (MNK XVIII-111) i 55 lat (MNK XVIII-636). Ich datowanie bezwzględne wykonano na podstawie chronologii standardowych z obszaru południowej Polski, zestawionych dla drewna jodłowego i sosnowego⁸ oraz świerkowego⁹. Wyniki datowania zestawiono w tabeli III 1.

Ikony na podobrazjach świerkowych

Daty najmłodszych słoików czterech desek świerkowych ikony *Deesis* wykazują bardzo dużą zgodność. Różnica wynosi jedynie siedem lat (1574–1581). Datowanie najmłodszego przyrostu z 1581 r. po uwzględnieniu odciętych słoików oraz czasu na sezonowanie wskazuje, że ikona powstała najprawdopodobniej w latach 80. XVI w. Krzywa średnia wyznaczona na podstawie sekwencji dendrochronologicznych desek drugiej ikony na podobraziu świerkowym – *Św. Jan Chrzyciel*, licząca 105 lat, wykazuje zbieżność z krzywymi standardowymi dla okresów: 1409–1513 i 1490–1594. Jednakże zbieżność dendrogramów, jak i wartości współczynników podobieństwa chronologii, moim zdaniem, wskazują na pierwszy z wymienionych przedziałów. W takim wypadku ikonę należałoby datować na 2. dekadę lub pocz. 3. dekady XVI w.

Measurements of the width of the annual growth with accuracy of 0.05 mm were performed with dedicated software, CDendro CooRecorder (Cybis Elektronik & Data AB, Sweden), using macrophotographs taken with a Canon EOS 5D Mark II camera, using 100 mm macrolens.

The conducted measurements gave dendrochronological sequences of 51 to 119 years (see Table III 1). To correlate the sequences, the combination of computer software Tree-Rings⁶ and TSAP was used⁷. The computer-based correlations and visual comparisons of the dendrograms of individual icon panels led to the conclusion that the analysed sequences of annual growth rings come from trees growing in the same period.

The similarity of the interplay of the dendrochronological sequences of the boards in all of the studied objects is high, and the mean curves determined for them cover accordingly: 105 years (MNK XVIII-591), 120 years (MNK XVIII-196), 109 years (MNK XVIII-62), 86 years (MNK XVIII-111), and 55 years (MNK XVIII-636). Their absolute dating was made based on standard chronologies for the region of the south of Poland, for both fir and pine wood⁸ as well as for spruce wood⁹. The results of the dating are presented in Table III 1.

Icons painted on spruce wood panels

The dates of the youngest rings of four spruce boards from a *Deesis* tier icon display high consistency. The difference between them equals only seven years (1574–1581). Dating of the youngest growth ring from 1581, after considering the cut-off rings and the seasoning period, indicates that the icon most probably was created in the 1580s. The mean curve based on the dendrochronological sequences of the boards of the second icon made on the spruce panels, *St John the Baptist*, covering 105 years, demonstrates consistency with the standard curves for the periods 1409–1513 and 1490–1594. Nevertheless, the convergence of the dendrograms and of the values of the ratio of the chronological similitude, in my opinion, indicate the first of the quoted intervals. Thus, the icon should be dated to the second decade or the beginning of the third decade of the 16th century.

6 Krawczyk, Krąpiec 1995, s. 247–249.

7 Rinn 2005.

8 Szychowska-Krąpiec 2010, s. 122; Zielski, Krąpiec 2004, s. 85–88.

9 Szychowska-Krąpiec 2004, s. 85–88.

6 Krawczyk, Krąpiec 1995, pp. 247–249.

7 Rinn 2005.

8 Szychowska-Krąpiec 2010, p. 122; Zielski, Krąpiec 2004, pp. 85–88.

9 Szychowska-Krąpiec 2004, pp. 85–88.



Wyniki analizy dendrochronologicznej desek podobraz wybranych ikon ze zbiorów Muzeum Narodowego w Krakowie | Results of the dendrochronological analysis of boards from the selected icons from the collection of the National Museum of Krakow

Lp. No.	Opis Description	Kod Code	Gatunek drewna Tree species	Liczba słożów Number of rings	Datowanie sekwencji Dating of the sequence
1	Św. Jan Chrzciciel (z rzędu Deesis), MNK XVIII-591, deska prawa <i>St John the Baptist</i> (from a <i>Deesis</i> tier), MNK XVIII-591, right board	IMG_2249	<i>Picea abies</i>	91	1410–1500
2	Św. Jan Chrzciciel (z rzędu Deesis), MNK XVIII-591, deska lewa <i>St John the Baptiste</i> (from a <i>Deesis</i> tier), MNK XVIII-591, left board	IMG_2257	<i>Picea abies</i>	105	1409–1513
3	<i>Deesis: Chrystus Pantokrator z Matką Boską, św. Janem Chrzcicielem i archaniołami</i> , MNK XVIII-62, pierwsza deska od dołu <i>Deesis Icon: Christ Pantocrator with the Mother of God, St John the Baptist, and Archangels</i> , MNK XVIII-62, first board from the bottom	IMG_2338	<i>Picea abies</i>	100	1475–1574
4	<i>Deesis: Chrystus Pantokrator z Matką Boską, św. Janem Chrzcicielem i archaniołami</i> , MNK XVIII-62, druga deska od dołu <i>Deesis Icon: Christ Pantocrator with the Mother of God, St John the Baptist, and Archangels</i> , MNK XVIII-62, second board from the bottom	IMG_2340	<i>Picea abies</i>	106	1473–1578
5	<i>Deesis: Chrystus Pantokrator z Matką Boską, św. Janem Chrzcicielem i archaniołami</i> , MNK XVIII-62, czwarta deska od dołu <i>Deesis Icon: Christ Pantocrator with the Mother of God, St John the Baptist, and Archangels</i> , MNK XVIII-62, third board from the bottom	IMG_2346	<i>Picea abies</i>	87	1494–1580
6	<i>Deesis: Chrystus Pantokrator z Matką Boską, św. Janem Chrzcicielem i archaniołami</i> , MNK XVIII-62, piąta deska od dołu <i>Deesis Icon: Christ Pantocrator with the Mother of God, St John the Baptist, and Archangels</i> , MNK XVIII-62, fifth board from the bottom	IMG_2348	<i>Picea abies</i>	97	1485–1581
7	<i>Hodegetria w otoczeniu archaniołów</i> , MNK XVIII-636, deska lewa <i>Hodegetria Surrounded by Archangels</i> , MNK XVIII-636, left board	IMG_2332	<i>Pinus sylvestris</i>	51	#1–51
8	<i>Hodegetria w otoczeniu archaniołów</i> , MNK XVIII-636, deska prawa <i>Hodegetria Surrounded by Archangels</i> , MNK XVIII-636, right board	IMG_2327	<i>Pinus sylvestris</i>	55	#1–55
9	<i>Archanioł Gabriel i św. Piotr</i> (z rzędu Deesis), MNK XVIII-111, deska środkowa <i>Archangel Gabriel and St Peter</i> (from a <i>Deesis</i> tier), MNK XVIII-111, middle board	IMG_2302	<i>Abies alba</i>	54	1459–1512
10	<i>Archanioł Gabriel i św. Piotr</i> (z rzędu Deesis), MNK XVIII-111, deska dolna <i>Archangel Gabriel and St Peter</i> (from a <i>Deesis</i> tier), MNK XVIII-111, bottom board	IMG_2298	<i>Abies alba</i>	57	1427–1483
11	<i>Hodegetria w otoczeniu proroków</i> , MNK XVIII-196, deska lewa <i>Hodegetria Surrounded by Prophets</i> , MNK XVIII-196, left board	IMG_2288	<i>Abies alba</i>	119	1525–1643
12	<i>Hodegetria w otoczeniu proroków</i> , MNK XVIII-196, deska środkowa <i>Hodegetria Surrounded by Prophets</i> , MNK XVIII-196, middle board	IMG_2279	<i>Abies alba</i>	71	1574–1644

Ikony na podobrazjach jodłowych

Sekwencje dendrochronologiczne desek podobrazii jodłowych wykazują bardzo wysoką zbieżność ze wszystkimi krzywymi standardowymi jodły, pozwalając na jednoznaczne datowanie bezwzględne. Najmłodsze zachowane przyrosty roczne w deskach podobrazia ikony *Hodegetria w otoczeniu proroków* mają daty 1643 i 1644, co wskazuje na 2. poł. lat 40. lub pocz. 50. XVII w. jako datę powstania ikony. Z kolei w podobrazii ikony *Archanioł Gabriel i św. Piotr* datowanie najmłodszych słoików dwóch badanych desek jest wyraźnie oddalone w czasie: 1483 i 1512. Oczywiście wyznaczenie czasu powstania obiektu należy przeprowadzić na podstawie deski zawierającej młodsze słoiki. Wskazują one na koniec 1. lub pocz. 2. dziesięciolecia XVI w.

Ikona na podobrazii sosnowym

W wypadku desek podobrazia ikony *Hodegetria* zawierających stosunkowo krótkie sekwencje przyrostów liczących tylko nieco powyżej 50 lat możliwe było jedynie ich datowanie względne. Brak wyraźnego podobieństwa do krzywych standardowych niestety nie pozwala na datowanie absolutne, choć jej datowanie w przyszłości na podstawie lokalnego materiału porównawczego nie jest wykluczone.

Literatura

Krawczyk, Krąpiec 1995, s. 247–249; Rinn 2005; Szychowska-Krąpiec 2004, s. 85–88; Szychowska-Krąpiec 2010, s. 122; Zielski, Krąpiec 2004

Icons painted on fir wood panels

The dendrochronological sequences of the boards from the fir panels show a very high convergence with all the standard curves for fir wood, thus allowing for unequivocal absolute dating. The youngest preserved annual rings in the boards of the icon panel of *Hodegetria Surrounded by Prophets* are dated to 1643 and 1644, which indicated the second half of the 1640s or 1650s as the date of the creation of the icon. Then, in the case of the icon panel of *Archangel Gabriel and St Peter*, the dating of the youngest rings for two analysed boards is clearly distant in time: 1483 and 1512. Evidently, the determination of the time of creation of the object must be conducted based on the board with younger growth rings, and they indicate the end of the first or second decade of the 16th century.

Icon painted on pine wood panel

In the case of the boards of the panel of *Hodegetria* containing relatively short sequences of growth rings counting only a little more than 50 years, solely relative dating is possible. The lack of visible similarities to the standard curves excludes the possibility of absolute dating; however, its dating in the future based on local comparative evidence is not impossible.

Bibliography

Krawczyk, Krąpiec 1995, pp. 247–249; Rinn 2005; Szychowska-Krąpiec 2004, pp. 85–88; Szychowska-Krąpiec 2010, p. 122; Zielski, Krąpiec 2004

2.4

Zestawienie wyników datowań radiowęglowych Comparison of the Results of Radio-Carbon Dating

prof. dr hab. inż. Marek Krąpiec
Laboratorium Datowań Bezwzględnych
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
Data sporządzenia raportu: 15.05.2017

Prof. Dr hab. Marek Krąpiec, Eng.
Absolute Dating Laboratory
AGH University of Science and Technology in Krakow
Date of the report: 15.05.2017

Lp.	Opis próby Description of the sample	Datowanie konwencjonalne [BP] Conventional dating [BP]	Nr laboratoryjny Lab no.
1	<i>Matka Boska (z rzędu Deesis)</i> Mother of God (from a <i>Deesis</i> tier), MNK XVIII-574	505 ± 37	MKL-3395A
2	<i>Trójca Święta / Matka Boska Znak</i> (dwustronna) <i>The Holy Trinity / Our Lady of the Sign</i> (two-sided), MNK XVIII-110	270 ± 34	MKL-3396A

W wypadku datowania metodą radiowęglową zabytków, z których możemy pobrać tylko małe próbki o masie poniżej 1g, stosuje się technikę akceleratorową, zwaną AMS (ang. Accelerator Mass Spectrometry). Termin ten oznacza spektrometrię mas z użyciem akceleratora (przyspieszacza jonów). W tej technice zlicza się atomy ^{12}C , ^{14}C i ^{13}C w próbce przetworzonej w grafit i na podstawie stosunku $^{12}\text{C}/^{14}\text{C}$ wylicza tzw. konwencjonalny wiek próbki (w latach BP). Wiek kalendarzowy w postaci przedziału/przedziałów czasu wylicza się na podstawie krzywej kalibracyjnej¹⁰, stosując odpowiedni program komputerowy, np. OxCal¹¹.

When the radio-carbon dating method is employed, the historic objects from which we are only allowed to take tiny samples, of a mass below 1g, an accelerator technique is applied, known as AMS (Accelerator Mass Spectrometry). This term covers the spectrometry of these masses with the use of an ion accelerator. In this technique, the atoms ^{12}C , ^{14}C and ^{13}C are counted in a sample transformed into graphite, then based on the proportion of $^{12}\text{C}/^{14}\text{C}$, a 'conventional age' of the sample is deduced (in BP years). The calendar age in the form of interval(s) of time is calculated based on a calibration curve¹⁰, using a suitable computer software like OxCal¹¹.

Wyniki analiz

Ikona *Matka Boska (z rzędu Deesis)*

(MNK XVIII-574, Kat. 6)

Wynik datowania: 505 ± 37 BP

Wynik datowania po kalibracji wskazuje, że analizowane przyrosty roczne drewna deski podobrazia ikony z prawdopodobieństwem 95,4% pochodzą z okresu: 1322–1347 (8,9%) lub 1392–1450 (86,5%), zaś z prawdopodobieństwem 68,2% możemy wyznaczyć jeden przedział, 1408–1440.

Ikona *Trójca Święta / Matka Boska Znak (dwustronna)*

(MNK XVIII-110, Kat. 41)

Wyniki datowania: 270 ± 34 BP

W wyniku kalibracji można wyznaczyć cztery najbardziej prawdopodobne przedziały czasu, z których pochodzi ana-

Results of the analysis

Icon of the *Mother of God (from a Deesis tier)*

(MNK XVIII-574; Cat. 6)

Result of dating: 505 ± 37 BP

The result of the dating after calibration indicates that the analysed annual growth rings on the board from the icon panel, with a probability of 95.4%, come from the interval of 1322–1347 (8.9%) or 1392–1450 (86.5%), while one period may be defined with a probability of 68.2%, namely 1408–1440.

Icon *The Holy Trinity / Our Lady of the Sign (two-sided)*

(MNK XVIII-110; Cat. 41)

Result of the dating: 270 ± 34 BP

As a result of the calibration, the four most probable time intervals defined as the period for the analysed wood

¹⁰ Reimer et al. 2013.

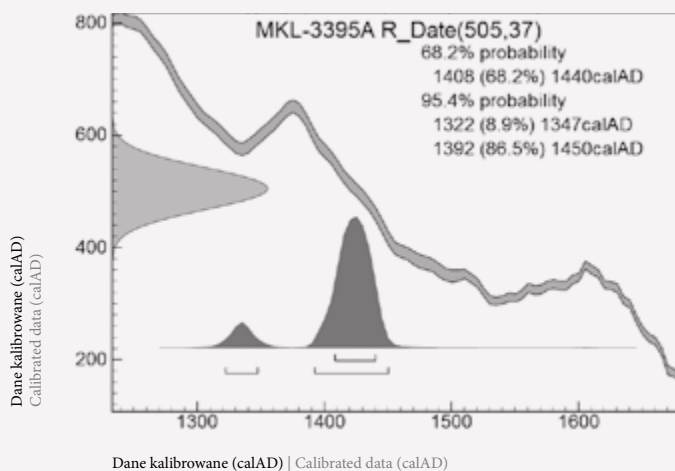
¹¹ Bronk Ramsey, Lee 2013.

¹⁰ Reimer et al. 2013.

¹¹ Bronk Ramsey, Lee 2013.

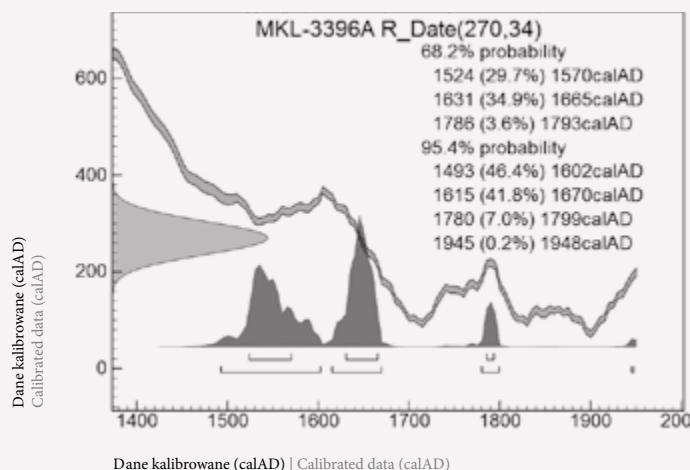
lizowane drewno (prawdopodobieństwo 95,4%): 1493–1602 (46,2%), 1615–1670 (41,8%), 1780–1799 (7%) lub 1945–1948 (0,2%). Przyjmując kryterium 68,2% prawdopodobieństwa, wynik datowania powinien zawierać się w jednym z trzech przedziałów: 1524–1570 (29,7%), 1631–1665 (34,9%) lub 1786–1793 (3,6%).

are (probability of 95.4%): 1493–1602 (46.2%), 1615–1670 (41.8%), 1780–1799 (7%), or 1945–1948 (0.2%). Adopting the criterion of 68.2% probability, the result of the dating should be within one of the three periods: 1524–1570 (29.7%), 1631–1665 (34.9%), or 1786–1793 (3.6%).



1

Ikona *Matka Boska (z rządu Deesis)*
Icon *Mother of God (from a Deesis tier)*



2

Ikona *Trójca Święta / Matka Boska Znak (dwustronna)*
Ikona *The Holy Trinity / Our Lady of the Sign (two-sided)*

Literatura

Bronk Ramsey, Lee 2013, s. 720–730; Reimer et al. 2013, s. 1869–1887

Bibliography

Bronk Ramsey, Lee 2013, pp. 720–730; Reimer et al. 2013, pp. 1869–1887

3

Badanie zapraw Analysis of Ground Layers

3.1

Analiza zespołów nannoplanktonu wapiennego z podkładów malarskich ikon znajdujących się w zbiorach Muzeum Narodowego w Krakowie Analysis of the Assemblages of Calcareous Nannoplankton from the Ground Layers of Icons from the Collection of the National Museum in Krakow

dr hab. Mariusz Kędziński
Instytut Nauk Geologicznych UJ
Data sporządzenia raportu: 13.09.2016, 30.08.2017

Dr hab. Mariusz Kędziński
Institute of Geological Sciences of the Jagiellonian University
Date of the report: 13.09.2016, 30.08.2017

Wstęp

Nannoplankton wapienny to zróżnicowana grupa morskiego fitoplanktonu mikroskopijnych rozmiarów mieszczących się w granicach 2–60 μm , żyjąca w przypowierzchniowej, naświetlonej części kolumny wody. Większość przedstawicieli tej grupy należy do jednokomórkowych glonów, tzw. kokolitoforów (Coccolithophyceae), wytwarzających wapienne szkieleciki, szczelnie otaczające komórkę, nazywane kokolitami. Skamieniałości kokolitów, najczęściej przypominające owalne tarcze, znajdowane są w osadach począwszy od górnego triasu (ok. 200 mln lat temu) do dziś. Szczególnie licznie występują w skałach powstałych z drobnoziarnistych mułów wapiennych otwartych zbiorników morskich, gdzie często stanowią ich główny, a więc skałotwórczy, składnik. W niektórych wypadkach kokolity stanowią nawet 80–90% składu wapieni, a ich niewielkie rozmiary sprawiają, że w ziarenkach takich wapieni o objętości 1 mm^3 mogą być ich tysiące. Najlepszym przykładem skałotwórczych możliwości nannoplanktonu wapiennego są osady kredy piszącej, które dały nazwę całemu okresowi geologicznemu, ale charakteryzują przede wszystkim górną kredę. Występują one powszechnie na powierzchni całej

Introduction

Calcareous nannoplankton is a diversified group of marine phytoplankton of microscopic size ranging from 2 to 60 μm , inhabiting the near-surface photic zone of the water column. The majority of the representatives of this group belongs to unicellular algae, called Coccolithophores (Coccolithophyceae). They produce around their cells tiny calcite plates called coccoliths. Coccolith fossils, most frequently in the shape of a round shield, are found in sediment, starting from the Upper Triassic (ca. 200 million years ago) until today. They appear in particularly high concentrations in rocks made of fine-grained calcareous silt from open-sea reservoirs where they often constitute their main, rock-forming component. At times, coccoliths constitute even 80–90% of the limestone's composition and their tiny size means there may be thousands of them in a grain of limestone of just 1 mm^3 . The best illustration of the rock-forming abilities of calcareous nannoplankton is the chalk sediment that gave the name to the entire geological period, but mostly characterize the Upper Cretaceous. They occur generally across Northern and Eastern Europe (except the Scandinavian Peninsula), from the famous white cliffs

północnej i wschodniej Europy (poza Płw. Skandynawskim), od słynnych białych klifów w angielskim Dover (ang. *chalk*) przez Normandię, Basen Paryski, Niziny Środkowoeuropejskie i Czechy, aż po Niziny Wschodnioeuropejskie. Kreda pisząca – ze względu na szerokie rozprzestrzenienie, łatwość pozyskania i obróbki oraz swe właściwości fizykochemiczne – od dawien dawna znajduje szereg zastosowań w działalności człowieka, w tym również w sztuce¹².

Pierwszych informacji o występowaniu kokolitów w naturalnych podkładach malarskich oraz możliwości ich wykorzystania w pracach konserwatorskich dostarczył Rudolf Kozłowski¹³, który badał freski w kaplicy Batorego w Katedrze Wawelskiej. Co ciekawe, w ówczesnej pracy Kozłowski zaproponował również wykorzystanie kokolitów jako narzędzia do określenia miejsca pochodzenia kredy stosowanej w podobrazach, co w 1950 r. było stosunkowo nowatorskim postulatem. Swój pomysł wcielił w życie w 1965 r., kiedy to stwierdził, że zespół nannoskamieniałości znaleziony w wapieniu, z którego wykonano posąg Światowida ze Zbrucza, jest taki sam jak w lokalnych wapieniach, co prawda nie kredowych, ale znacznie młodszych – miocenijskich¹⁴.

Obserwacje Kozłowskiego zainspirowały badaczy i w kolejnych latach przybywało doniesień o nannoskamieniałościach znajdujących w warstwach podkładu malarskiego, np. Coremans¹⁵ u prymitywistów niderlandzkich, Feller¹⁶ u Rubensa, Metzger i Berrie¹⁷ u Gerarda Davida czy też Kuckova¹⁸ w polichromiach ze zbiorów morawskich. Do interesującego przykładu wykorzystania nannoskamieniałości jako źródła pochodzenia podkładu malarskiego należą opracowania Perch-Nielsen¹⁹ oraz Perch-Nielsen i Plahter²⁰, które wykazały, że wapienne podkłady polichromii stosowane m.in. w XIII-wiecznych warsztatach malarskich w Norwegii pochodzą spoza Norwegii, a zapewne z regionu Holandii (np. okolice Maastricht) lub Niziny Środkowoeuropejskiej. Do podobnych wniosków doszła Švabenicka, i to dwukrotnie, w 1994 i 2006²¹. Badając różne podkłady polichromii w XIV- i XV-wiecznych czeskich ołtarzach, stwierdziła, że pochodzą one z osadów wyższej części górnej kredy – nazywanych górnym mastrychem, które nie występują w Czechach, a powszechnie znane są ze wspomnianego już wcześniej obszaru. Zdumiewające

of Dover, England, through Normandy, the Paris Basin, Middle-European Lowlands and Bohemia, up to the East-European Lowlands. This chalk, due to its ubiquity, easy extraction and processing, as well as physical and chemical characteristics, has been applied since the oldest times to a range of human activities, including art¹².

The first information about the occurrence of coccoliths in natural grounds and the possibility of using it in conservation works was provided by Rudolf Kozłowski¹³, who studied frescos in Batory Chapel in Wawel Cathedral. Curiously, in his work, Kozłowski also suggested the use of coccoliths as a tool to determine the place of origin of chalk used in the ground, which in 1950, was a relatively innovative approach. He developed this idea into a method in 1965, when he concluded that a composite of nannofossils found in the limestone used for the Zbruch Idol (Svetovid) statue was identical to the local limestone, dated however not from the Cretaceous, but much earlier, to the Miocene¹⁴.

Observations made by Kozłowski inspired researchers and, in the following years, reports on nannofossils discovered in the layers of grounds were flowing: i.e., Coremans¹⁵ in Dutch primitivists, Feller¹⁶ in Rubens and Metzger, and Berrie¹⁷ in Gerard David, and Kuckov¹⁸ in polychromies from the Moravia collections. Among the interesting specimens of using nannofossils as a source of information about the origin of the grounds are studies by Perch-Nielsen¹⁹ and Perch-Nielsen and Plahter²⁰, which demonstrated that the calcareous grounds of the polychromies applied in 13th century painting workshops in Norway originate from outside of Norway, most probably from the region of the Netherlands (such as near Maastricht) or from the Middle-European Lowland. Similar conclusions were drawn by Švabenicka, even twice, in 1994 and in 2006²¹. While studying various grounds of polychromies in 14th- and 15th-century Czech altars, she stated that they come from sediments of the uppermost Cretaceous, known as the Maastrichtian, which do not occur in Bohemia, but is instead well known from the territory mentioned above. What also is astonishing is that even in the 14th century English workshops probably used Netherlandish limestone²².

12 Gettens et al. 1974; von Salis 1995; Quinn, Day 2007.

13 Kozłowski 1950, s. 93–104.

14 Kozłowski 1965, p. 27–35.

15 Coremans et al. 1952, p. 1–29.

16 Feller 1973, p. 54–74.

17 Metzger, Berrie 1995, p. 127–134.

18 Kuckova et al. 2013, p. 538–544.

19 Perch-Nielsen 1973, p. 161–169.

20 Perch-Nielsen, Plahter 1995, p. 145–155.

21 Švabenicka 1994, p. 47–51; Švabenicka 2006, p. 171–176.

12 Gettens et al. 1974; von Salis 1995; Quinn, Day 2007.

13 Kozłowski 1950, pp. 93–104.

14 Kozłowski 1965, pp. 27–35.

15 Coremans et al. 1952, pp. 1–29.

16 Feller 1973, pp. 54–74.

17 Metzger, Berrie 1995, pp. 127–134.

18 Kuckova et al. 2013, pp. 538–544.

19 Perch-Nielsen 1973, pp. 161–169.

20 Perch-Nielsen, Plahter 1995, pp. 145–155.

21 Švabenicka 1994, pp. 47–51; Švabenicka 2006, pp. 171–176.

22 Wrapson 2007, pp. 114–136.

jest to, że również w XIV-wiecznych warsztatach w Anglii stosowano kredę pochodzącą prawdopodobnie z Holandii²².

Ostatnio ukazały się ciekawe wyniki badań warstw malarskich ikon ze zbiorów Muzeum Zamek w Łańcucie²³, w których opisano zespoły nannoplanktonu wapiennego z zapraw malarskich. W pracy z 2012 r. zespoły te poddano szerszej analizie, stwierdzając, że reprezentują najprawdopodobniej margle młodszej części okresu kredowego – pięter kampanu i mastrychtu. Kolejne badania, bazujące na 47 ikonach pochodzących z Muzeum Zamek w Łańcucie oraz Muzeum Narodowego we Lwowie, przyniosły już wytypowanie miejsca pochodzenia margli, z których sporządzono zastosowane w nich zaprawy malarskie.

Stwierdzono, że osady kredy do niej użyte pochodzą z wspomnianej już Niziny Środkowoeuropejskiej (tzw. kreda borealna), a pewna grupa ikon łańcuckich ma zaprawę z margli z rejonu Chełma²⁴.

Celem niniejszego opracowania jest wskazanie podobieństw zespołów nannoplanktonu wapiennego pomiędzy poszczególnymi ikonami pochodzącymi ze zbiorów Muzeum Narodowego w Krakowie oraz ustalenie na ich podstawie miejsca pochodzenia materiału wapiennego użytego do wykonania zapraw malarskich.

Materiały i metodyka

Do analizy otrzymano 56 prób pochodzących z zapraw malarskich ikon oraz 2 próby z odsłoneń w Chełmie, z których wykonano 58 preparatów mikroskopowych metodą tzw. *simple smear slides*. Metoda ta polega na naniesieniu na mikroskopowe szkiełko podstawkowe kropli wody zdemineralizowanej, wprowadzenie do niej sproszkowanego materiału badawczego i rozłusowanie całości przy pomocy drewnianej wykałaczki. Tak przygotowany roztwór rozsmarowuje się równomiernie na powierzchni szkiełka podstawkowego i po wysuszeniu przykrywa szkiełkiem nakrywkowym zaopatrzonym w kroplę balsamu kanadyjskiego²⁵.

Po sklejeniu całości preparaty były przeglądane przy użyciu mikroskopu polaryzacyjnego Nikon Eclipse E600 Pol w świetle spolaryzowanym oraz przechodzącym, przy powiększeniach 1000-krotnych. Do uzyskania takiego powiększenia wykorzystano obiektyw imersyjny o powiększeniu 100-krotnym oraz zestaw okularów o powiększeniu 10-krotnym.

Laboratorium do przygotowania preparatów, sprzęt badawczy oraz wykonane preparaty znajdują się w Instytucie

Recently, some interesting results of studies of the painting layers of icons from the collection of the Museum of the Łańcut Castle²³ have been published, where assemblages of calcareous nannoplankton from grounds were described. In 2012, these assemblages were submitted to a more detailed analysis which resulted in the conclusion that they most probably represent marls of Early Cretaceous, layers of Campanian and Maastrichtian. The research that followed, based on 47 icons from the Museum of Łańcut Castle and the National Museum in Lviv, already brought specific indications as to the places of origin of the marls used for making the grounds.

It was established that the chalk sediment used for the grounds came from the Middle-European Lowland (known as Boreal Cretaceous), and a group of Łańcut icons has ground made of marls from the region of Chełm²⁴.

The aim of this study is to reveal similarities between the assemblages of calcareous nannoplankton between individual icons from the collection of the National Museum in Krakow and to identify the place of origin of the calcareous material used in the preparation of the grounds.

Materials and methodology

Altogether, 56 samples of grounds from the icons were obtained, together with two samples from chalk deposits in Chełm. This material was then used for making 58 samples for microscopic examination in the method of 'simple smear slides', which consists of placing a drop of demineralised water onto a glass slide, introducing powdered material into it, and then mixing it together by means of a wooden toothpick. The prepared solution is then smeared evenly on the surface of the glass slide and after drying, is covered with a cover slide, secured with a drop of Canada balsam²⁵.

After putting two slides together, the samples were observed with the Nikon Eclipse E600 Pol polarized light microscope, both in polarized and transmitted light, at 1000x. This magnification was obtained by means of an oil immersion objective with magnification of 100x and a set of 10x oculars.

The laboratory in charge of the preparation of the samples, the equipment, and the material for the examination are located at the Institute of Geological Sciences of the Jagiellonian University. The numeration of the sample was maintained for the preparations and is composed of the

22 Wrapson 2007, p. 114–136.

23 Pańczyk et al. 2010, s. 459–468; Pańczyk et al. 2012, s. 451–462.

24 Pańczyk et al. 2015, s. 127.

25 Bown, Young 1998, p. 16–28.

23 Pańczyk et al. 2010, pp. 459–468; Pańczyk et al. 2012, pp. 451–462.

24 Pańczyk et al. 2015, p. 127.

25 Bown, Young 1998, pp. 16–28.

Nauk Geologicznych Uniwersytetu Jagiellońskiego. Na preparatach zachowano oryginalną numerację prób, która składała się z akronimu Muzeum Narodowego w Krakowie (MNK), numeru działu, z którego pochodzą ikony (XVIII), numeru ikony oraz informacji, z którego miejsca lub z której warstwy malarskiej pochodzi próba. W dalszym tekście podane będą wyłącznie numery ikon. W wypadku gdy z jednej ikony pobrano więcej prób, czasem z różnych warstw malarskich, umieszczona będzie dodatkowa informacja o miejscu pobrania. Preparaty z Chełma pochodzące z warstw średniowiecznych oznaczono CWS, a pochodzące z Górk Katedralnej – CGK.

We wszystkich preparatach mikroskopowych z wszystkich otrzymanych zapraw dokonano analizy jakościowej, tj. określono przynależność rodzajową i gatunkową poszczególnych okazów nannoskamieniałości w zespole występującym w danej zaprawie, oraz analizy ilościowej, czyli obliczono, jaki udział procentowy w owym zespole mają poszczególne taksony (rodzaje lub gatunki). Udział procentowy określono na podstawie oznaczeń rodzajów i gatunków 300 okazów znalezionych w preparacie mikroskopowym – taka liczba została bowiem uznana za wystarczającą do wykrycia wszystkich taksonów, których udział jest większy od 1%²⁶.

W celu określenia stopnia pokrewieństwa zespołów nannoskamieniałości w poszczególnych zaprawach matrycę danych z udziałem procentowym poszczególnych taksonów poddano analizie skupień (ang. *cluster analysis*). Analizę taką przeprowadzono dla zespołów nannoskamieniałości uzyskanych z zapraw z ikon dwukrotnie: uwzględniając wszystkie oznaczone taksony oraz uwzględniając tylko rodzaje dominujące w zespołach nannoplanktonu wapiennego. Podobne analizy wykonano dla wszystkich zespołów, włączając próby CWS i CGK.

Zwrócono także uwagę na charakterystyczne gatunki, które występują sporadycznie i tylko w niektórych preparatach, ale są typowe (endemiczne) dla pewnych stref paleogeograficznych.

Wyniki

Nannoplankton wapienny stwierdzono w 47 preparatach. W pozostałych 11 nie natrafiono na nannoskamieniałości, a część z tych preparatów nie zawierała w ogóle materiału węglanowego (wapiennego).

Ogółem oznaczono 11 107 okazów zaliczonych do 101 taksonów reprezentowanych przez 45 rodzajów. Stan zachowania nannoplanktonu wapiennego z reguły oznaczono jako D3 lub D4 w skali od X (doskonale), poprzez D1 do D4 (bardzo zniszczony). Oznacza to, że w wielu wypadkach

National Museum in Krakow acronym in Polish (MNK), the number of the department the icons are from (XVIII), followed by the number of the icon and the information on the place or the layer of painting the sample comes from. Further in this text, only the icon's number will be given. In case of several samples obtained from one icon, from different layers, the specification of the layer of the painting will be provided. Samples from Chełm originating from the medieval layers are marked as 'CWS' while the ones from Cathedral Hill (Górka Katedralna) are labelled 'CGK'.

For all the microscopic samples from all the grounds, a qualitative analysis was conducted – the genus and species of individual specimens of nannofossils assemblages present in the given ground were identified. Also, a quantitative analysis was performed – a calculation of the percentage participation of every taxon (genus or species) in the composite. The percentage participation is defined on the basis of 300 genera and species found in the microscopic preparation, that was the number recognized as sufficient to discover all the taxa whose presence exceeds 1%²⁶.

To define the degree of affinity of the assemblages of nannofossils in individual grounds, the matrix of the data with the percentage participation of particular taxa was submitted to the cluster analysis. Such an analysis was conducted twice for the assemblages of nannofossils obtained from the grounds of the icons: considering all of the designated taxa and considering only the genus dominating in the assemblages of the calcareous nannoplankton. Similar analysis was performed for all of the assemblages, including the CWS and CGK samples.

Also noticed were characteristic species that occur only sporadically and only in some of the samples but which are typical (endemic) for certain paleo-geographical zones.

Results

The presence of calcareous nannoplankton was confirmed in 47 samples. In the remaining 11, no trace of nannofossils was discovered, and some of those samples had no carbonate material (calcareous).

In total, 11 107 specimens from 101 taxa represented by 45 genera were identified. The preservation state of the calcareous nannoplankton was usually marked as D3 or D4 on the scale from X (perfect), through D1 to D4 (very damaged) which means that in many cases, a taxon was identified based

26 Bown, Young 1998, p. 16–28.

26 Bown, Young 1998, pp. 16–28.

identyfikowano takson na podstawie złamanego lub mocno uszkodzonego okazu, często wyłącznie do poziomu rodzaju.

W badanych preparatach najczęściej występują rodzaje *Arkhangelskiella* (w tym gatunki *cymbiformis* oraz *maastrichtiensis*); *Micula* (*M. decussata*); *Prediscosphaera* (*P. cretacea*, *P. microrhabdulina*), a także *Watznaueria* (*W. barnesiae*). Powszechnie spotykane są także rodzaje *Ahmuellerella*, *Biscutum*, *Chiastozygus*, *Cribrosphaerella*, *Eiffellithus*, *Gartnerago*, *Helicolithus*, *Kamptnerius*, *Lucianorhabdus*, *Placozygus* i *Retecapsa*.

Interesującym, choć stosunkowo rzadkim składnikiem badanych zespołów są rodzaje *Nephrolithus* oraz *Staurolithites*, a także sporadycznie spotykane rodzaje *Heteromarginatus*, *Monomarginatus* oraz *Misceomarginatus* (Aneks 4, tab. III 1; 42 preparaty oznaczone w kolumnie 4. kolorami żółtym i zielonymi; liczba okazów poniżej 100).

Należy jednakże podkreślić, że w 5 preparatach nannoskamieniałości były nieliczne, a ogólna liczba napotkanych w nich okazów wyniosła od 1 do 38. W kolejnych 11 preparatach nie stwierdzono nannoskamieniałości. Powyższych 16 preparatów zostanie omówionych osobno ze względu na brak lub zubożony zespół nannoskamieniałości, który nie stanowi statystycznie istotnej próby i nie był uwzględniany w analizie skupień. Dotyczy to ikon nr 6, 14, 15, 28, 57, 130c LICO, 183 (4), 183 (kit C?), 196, 346, 396, 574, 591, 871, 11 250a (zaprawa) i 11 250a (nr 4 zaprawa) (Aneks 4, tab. III 1; oznaczone w kolumnie 4. kolorami czerwonymi i pomarańczowym; liczba okazów poniżej 100).

Omówienie wyników

Do dalszych rozważań wzięto 42 próby o liczbie okazów powyżej 100, zakładając, że choć istotność statystyczna w wypadku 100 stwierdzonych okazów jest mniejsza niż w wypadku 300, to ogólna liczba taksonów występujących w takich próbach (łącznie rodzajów i gatunków) przewyższa na ogół 20 (wyjątkiem jest próba 5 z 16 taksonami), a więc może być traktowana jako zbliżona do rzeczywistej [Aneks 4, tab. III 1]; próby oznaczone kolorem żółtym i odcieniami zieleni w kolumnie „Liczba okazów”). Pozostałych 16 preparatów zostanie omówionych w osobnym rozdziale na końcu niniejszego raportu.

Wiek zespołów nannoplanktonu wapiennego

Wszystkie preparaty pochodzą z osadów górnej kredy (ok. 100–66 mln lat temu) – świadczy o tym obecność typowego dla górnej kredy rodzaju *Eiffellithus*. Ponadto, wszystkie z wyjątkiem preparatu nr 130c, zawierają gatunek *Micula decussata* oraz *Arkhangelskiella cymbiformis*, co pozwala

on a broken or considerably damaged specimen; often, only the genus was possible to be defined.

In the examined samples, the most frequently occurring genera are *Arkhangelskiella* (including the species *cymbiformis* and *maastrichtiensis*); *Micula* (*M. decussata*); *Prediscosphaera* (*P. cretacea*, *P. microrhabdulina*); and, *Watznaueria* (*W. barnesiae*). Widely occurring also are *Ahmuellerella*, *Biscutum*, *Chiastozygus*, *Cribrosphaerella*, *Eiffellithus*, *Gartnerago*, *Helicolithus*, *Kamptnerius*, *Lucianorhabdus*, *Placozygus*, and *Retecapsa*.

Quite interesting, although relatively few are elements of the examined assemblages include the genera *Nephrolithus* and *Staurolithites*, as well as the occasional *Heteromarginatus*, *Monomarginatus* and *Misceomarginatus* (Appendix 4, Table III 1; 42 samples marked in the fourth column in yellow and green; number of specimens is below 100).

One needs to emphasize, however, that in 5 examined samples, the nanofossils were few and the general number of specimens found in them amounted from 1 to 38. For 11 samples, no nanofossils were confirmed. These samples will be discussed separately, since the lack or limited presence of nanofossils was statistically irrelevant in the analysis of the concentrations. This situation regards icons nos. 6, 14, 15, 28, 57, 130c LICO, 183 (4), 183 (kit C?), 196, 346, 396, 574, 591, 871, 11 250a (ground) and 11 250a (no. 4 ground) (Appendix 4, Table III 1; marked in the fourth column in red and orange; number of specimens is below 100).

Overview of the results

For further examination, 42 samples were selected with a total number of specimens exceeding 100, assuming that even though the statistical relevance in the case of 100 specimens is less than in the case of 300 of specimens, the general number of taxa occurring in such samples (jointly, genus and species) is in general higher than 20 (with the exception of sample 5, with 16 taxa), thus it may be regarded as close to real (Appendix 4, Table III 1) (samples marked in yellow and in shades of green in the column ‘number of specimens’). The remaining 16 samples will be discussed in a separate chapter at the end of this report.

Age of the assemblages of the calcareous nannoplankton

All the samples originate from the Upper Cretaceous sediments (ca. 100–66 million years ago), as testified by the presence of a genus typical for that period, *Eiffellithus*. What is more, all the samples, except for no. 130c, contain the species *Micula decussata* and *Arkhangelskiella cymbiformis*, which

uważać je za preparaty reprezentujące wyższą część górnej kredy. Można wśród tych preparatów, z wyjątkiem 5, 7, 20, 27 i 795a, wyróżnić trzy grupy:

- najstarszą, zawierającą gatunek *Reinhardtites levis*;
- pośrednią, w której występuje *Lithraphidites quadratus*;
- najmłodszą, charakteryzującą się występowaniem *A. maastrichtiensis* (Aneks 4, tab. III 1, kolumna 5, oznaczona odcieniami niebieskiego).

Biorąc pod uwagę wiek warstw, w których występują wymienione, charakterystyczne dla poszczególnych grup gatunki, czyli ich zasięgi stratygraficzne, można przyjąć, że:

- grupa 1 najprawdopodobniej reprezentuje utwory pogranicza dwóch najwyższych pięter kredy, czyli kampanu i mastrychtu;
- grupa 2 dolnego/górnego mastrychtu;
- grupa 3 górnego mastrychtu.

Należy tu jednak dodać, że gatunek *A. maastrichtiensis* wyróżnia się na podstawie szerokości pierścienia oraz rozmiaru średnicy pola centralnego tego kokolita. Ponieważ nie prowadzono w niniejszym opracowaniu badań morfometrycznych (pomiarów wielkości), część okazów o rozmiarach granicznych *A. cymbiformis* mogła być oznaczona jako *A. maastrichtiensis* i odwrotnie – część *A. maastrichtiensis* może funkcjonować jako *A. cymbiformis*. Przy takim założeniu bardzo niepewne jest wydzielenie dolnego i górnego mastrychtu, czyli grupy 2 i 3.

Ogólnie można więc stwierdzić, że wszystkie preparaty (z wyjątkiem 5, 7, 20, 27, 130c i 795a) pochodzą z utworów górnego kampanu i mastrychtu, czyli najwyższych poziomów kredy. Nieco starsze, pochodzące z dolnego kampanu, są preparaty zawierające *A. cymbiformis*, czyli 7, 20 i 27. W preparatach 20 i 27 zaznacza się wspomniana dominacja *Micula* spp., *Prediscosphaera* spp. oraz *Arkhangelskiella* spp., która bardzo przypomina zespoły kampanu/mastrychtu wyróżnionych powyżej grup wiekowych 1–3.

Pozostałe próby, czyli 5, 130c oraz 795a, ze względu na brak w nich gatunków wskaźnikowych dla kampanu i mastrychtu, pochodzą z pokładów starszych, tj. turon–santon. Cechą charakterystyczną tych preparatów jest dominacja w ich zespołach taksonu *Watznaueria* spp. Przy czym preparat 130c jest najstarszy i pochodzi prawdopodobnie z utworów piętra turonu, gdyż występuje w niej *Quadrum gartneri* oraz *Helicolithus turonicus*, przy jednoczesnym braku taksonów pojawiających się w zapisie geologicznym później, np. rodzaju *Micula*. Pozostałe, czyli 5 i 795a, ze względu na obecność *Micula* spp. reprezentują co najmniej piętro koniak.

Preparat CWS reprezentuje grupę 3, czyli górnego mastrychtu, ze względu na obecność *A. maastrichtiensis*, zaś CGK zawierający *L. quadratus* należy do grupy 2.

allows the identification of the sample as representative of the Upper Cretaceous. Except for nos. 5, 7, 20, 27 and 795a, three groups of samples may be distinguished:

- the oldest one, containing the species *Reinhardtites levis*;
- the middle one, characterized by the occurrence of *Lithraphidites quadratus*;
- the youngest one, marked by the presence of *A. maastrichtiensis* (Appendix 4, Table III 1, col. 5, marked in shades of blue).

Considering the age of the layers where the above-mentioned species occur, characteristic of the given group of species – their stratigraphic ranges – we can assume that:

- Group 1 most probably represents the boundary interval of the two lowest stages of the Cretaceous, Campanian and Maastrichtian;
- Group 2 – lower/upper Maastrichtian;
- Group 3 – upper Maastrichtian.

It must be added, however, that the species *A. maastrichtiensis* is distinguished based on the width of the ring and the size of the diameter of the central body of this coccolith. As morphometric examinations (size measuring) were not included in this study, some of the specimens of *A. cymbiformis* showing border sizes, might have been marked as *A. maastrichtiensis* and *vice versa*. Such an assumption makes the exact distinction between lower and upper Maastrichtian (groups 2 and 3) quite unsure.

In general, it may be stated that all the samples (with the exception of 5, 7, 20, 27, 130c and 795a) date from the Upper Campanian and Maastrichtian, that is, from the uppermost strata of the Cretaceous. Slightly older, dated to the early Campanian, are samples containing *A. cymbiformis* (nos. 7, 20, and 27). In samples 20 and 27, marked by the dominant presence of *Micula* spp., *Prediscosphaera* spp., and *Arkhangelskiella* spp., it resembles a lot of the clusters of Campanian/Maastrichtian of the aforementioned groups 1–3.

The remaining samples – 5, 130c and 795a – due to the lack of species determining Campanian/Maastrichtian must originate from older layers, or Turonian-Santonian. What characterizes those samples is the dominance in their assemblages of the taxon *Watznaueria* spp. Sample no. 130c must be the oldest and most probably comes from the Turonian deposits, as it features both *Quadrum gartneri* and *Helicolithus turonicus*, with no traces of taxa appearing in geological records later, such as species of *Micula*. The other two, nos. 5 and 795a, where *Micula* spp. is present, represent at least the Coniacian sediments.

The CWS sample represents Group 3 (Late Maastrichtian) because of the presence of *A. maastrichtiensis*, while the CGK containing *L. quadratus* belongs to Group 2.

Analiza skupień

Analiza skupień ma wskazać miary pokrewieństwa między badanymi zespołami nannoskamieniałości. Do jej przeprowadzenia użyto procentowego udziału poszczególnych taksonów w preparacie, obliczonego w tabeli **2** (Aneks 4).

Wykonano także dodatkową analizę skupień wszystkich preparatów zawierających istotne statystycznie zespoły nannoskamieniałości o zredukowanej do poziomu rodzaju liczbie taksonów. Redukcji dokonano poprzez zsumowanie okazów należących do tego samego rodzaju. Takie podejście eliminuje problemy z oznaczaniem gatunków, stosowaniem nomenklatury otwartej czy też odróżnianiem *A. cymbiformis* od *A. maastrichtiensis*. Likwiduje także wpływ stanu zachowania nannoskamieniałości na ich oznaczenia taksonomiczne.

Powyższe analizy skupień wykonano dla 42 preparatów pochodzących z zapraw malarskich, aby wykazać pokrewieństwo wyłącznie pomiędzy nimi. Ostatnią analizę skupień przeprowadzono, włączając do niej preparaty CWS i CGK w celu weryfikacji hipotezy zakładającej wykonywanie zapraw z kredy chełmskiej.

Analizę skupień wykonywano przy wykorzystaniu programu PAST²⁷.

Analiza skupień wszystkich istotnych statystycznie zespołów nannoplanktonu wapiennego (bez CWS i CGK)

Na podstawie analizy zespołów z 40 preparatów pochodzących wyłącznie z zapraw wapiennych w ikonach wyróżnić można 5 klastrów (il. **1**):

- klaster A obejmuje preparaty 5, 7, 130c i 795a;
- klaster B – preparaty 533 i 534;
- klaster C – preparaty 4, 10, 25, 62, 68, 111, 192, 636;
- klaster D – preparaty 3, 19, 26, 27, 29, 32, 45, 58, 64, 71, 87, 110_LICO, 110_4, 112_5', 112_5, 123, 186, 245, 337, 452, 874;
- klaster E – preparaty 20, 30, 110, 402_N4;
- oraz jeden izolowany preparat 366.

Najliczniejszy klaster D obejmuje próby spokrewnione ze sobą w największym stopniu spośród wszystkich badanych preparatów. Pomimo bliskiego pokrewieństwa wszystkich prób można jednak w obrębie klastra D wydzielić trzy mniejsze skupienia D1, D2 oraz D3 (il. **1**). Te mniejsze skupienia nie obejmują prób 110_LICO oraz 186, które w obrębie klastra D stanowią najmniej spokrewnione preparaty.

Z klastrem D spokrewniony jest klaster C oraz, nieco słabiej, klaster E (il. **1**). W obrębie C wydzielić można dwie wyraźne grupy prób: C1 oraz C2, zaś w klastrze E wyodrębnia się pokrewieństwo 402_N4 oraz 20 (E1).

Cluster analysis

Cluster analysis has the goal to demonstrate the scale of affinity between examined nanofossils. It consists in establishing the percentage of a given taxon in a sample, calculated in Table **2** (Appendix 4).

An additional cluster analysis was also performed on all the samples containing statistically relevant assemblages of nanofossils, with the number of taxa reduced to the level of genus. The reduction was obtained by summing up the specimens of the same genus. Such an approach eliminates problems with the determination of the species, application of open nomenclature, or with the differentiation of *A. cymbiformis* from *A. maastrichtiensis*. It also levels down the influence of the state of preservation of the nanofossils on their taxonomic determination.

Cluster analysis was performed on 42 samples originating from the grounds to demonstrate the affinity exclusively between them. The final cluster analysis was conducted with the inclusion of the samples CWS and CGK, with the aim to verify the hypothesis assuming the production of the ground made of Chelm chalk.

The cluster analysis was made with the use of PAST software²⁷.

Cluster analysis of all the statistically relevant assemblages of calcareous nannoplankton (without CWS and CGK)

Based on the analysis of the assemblages from 40 samples made exclusively of calcareous grounds of the icons, one can distinguish 5 clusters (Fig. **1**):

- Cluster A covers samples 5, 7, 130c, and 795a;
- Cluster B, samples 533 and 534;
- Cluster C, samples 4, 10, 25, 62, 68, 111, 192, 636;
- Cluster D, samples 3, 19, 26, 27, 29, 32, 45, 58, 64, 71, 87, 110_LICO, 110_4, 112_5', 112_5, 123, 186, 245, 337, 452, 874;
- Cluster E, samples 20, 30, 110, 402_N4; and,
- one isolated sample, 366.

The largest one, Cluster D, includes samples affiliated with one another to the largest extent of all the examined samples. Despite the close affinity of all the samples, one may still isolate within Cluster D three smaller concentrations: D1, D2, and D3 (Fig. **1**). These smaller units exclude the samples 110_LICO and 186, which show the least affinity within Cluster D.

Cluster C is affiliated with Cluster D, and, a bit less, with Cluster E (Fig. **1**). Within C, one may distinguish two distinct groups of samples, C1 and C2, while in Cluster E, affinity is visible between 402_N4 and 20 (E1).

²⁷ Hammer et al. 2001, p. 9.

²⁷ Hammer et al. 2001, p. 9.

Odrębną grupę stanowią klastry A, B oraz próba 366. Są one w nieznacznym stopniu powiązane z wymienionymi wyżej klastrami C, D i E. Uwagę zwraca stosunkowo wysokie pokrewieństwo prób 5 i 130c (klaster A1). Z kolei w klastrze B występuje największy udział rodzaju *Micula* spp., którego udział w zespołach nannoskamieniałości wzrasta wraz z paleoszerokością geograficzną.

Analiza skupień wszystkich istotnych statystycznie zespołów nannoskamieniałości (razem z CWS i CGK)

Na podstawie analizy zespołów nannoplanktonu wapiennego pochodzących z 42 preparatów, w tym preparatów z osadów z Chełma (CWS i CGK), wyróżniono 5 klastrów, od ChA do ChE (il. 111 2). Analizę przeprowadzono z uwzględnieniem prób pochodzących z obecnych odsłoneń kredy w Chełmie, aby przetestować pokrewieństwo zespołów nannoskamieniałości w nich występujących, z pochodzącymi z zapraw malarskich w ikonach. Analiza również wykazała występowanie wyraźnych 5 klastrów, które, choć w nieco innej konfiguracji, odpowiadają grupowaniom z *Analizy skupień wszystkich istotnych statystycznie zespołów nannoplanktonu wapiennego (bez CWS i CGK)*. Istotniejsze w tej analizie jest jednak pokrewieństwo z próbkami CWS i CGK. Próba CWS najbardziej spokrewniona jest z klastrem ChB (odpowiednik klastra C z poprzedniej analizy), zaś CGK pozostało nieprzyporządkowane do żadnego klastra. Należy jednak zauważyć, że próba CGK jest spokrewniona z klastrami ChB–ChD (C–E) bardziej niż z klastrami ChA i ChE (A, B) oraz nieprzyporządkowaną próbą 366. Zatem grupa prób znajdująca się w obrębie klastrów ChB–ChD (C–E) jest w pewien sposób spokrewniona z próbkami CGK i CWS, w tym najbardziej pokrewne są próby CWS i 68 w klastrze C.

Analiza skupień istotnych statystycznie zespołów dominujących rodzajów taksonomicznych nannoskamieniałości (bez CWS i CGK)

Analiza ta wyodrębniła 4 klastry oznaczone literą RA–RD (il. 111 3). Klaster RD obejmuje cały klaster D oraz część klastra C bez prób 111 oraz 636. Potwierdziła się odrębność klastra A (w tej analizie RA), klastra E (w tej analizie RC, ale bez próby 110), próby 366 oraz pewna odmienność 110 i 110_LICO, które w tej analizie są poza klastrami, a w *Analizie skupień wszystkich istotnych statystycznie zespołów nannoplanktonu wapiennego (bez CWS i CGK)* były słabo spokrewnione z próbkami z klastra D lub E.

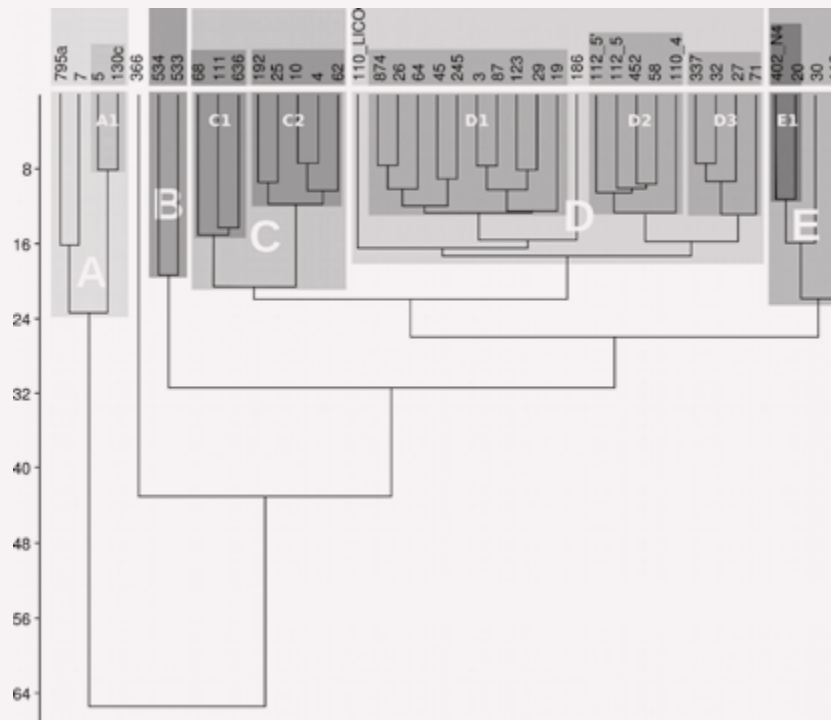
A separate group is composed of clusters A, B, and sample 366. They are insignificantly related to the above-mentioned clusters C, D, and E. What draws our attention is the relatively high affinity between samples 5 and 130c (Cluster A1). In turn, Cluster B demonstrates the highest participation of the genus *Micula* spp., whose presence in the assemblages of nanofossils increases along with geographical paleolatitude.

Cluster analysis of all statistically relevant assemblages of nanofossils (including CWS and CGK)

Based on the analysis of the assemblages of calcareous nannoplankton from the 42 samples, including those from the sediments from Chełm (CWS and CGK), 5 clusters were distinguished, from ChA to ChE (Fig. 111 2). The analysis was conducted considering that the samples originate from today's chalk outcrops in Chełm to test the affinity of the assemblages of nanofossils from there with those coming from the grounds of the icons. The analysis also proved the occurrence of 5 clearly distinguished clusters, which, although in slightly different configurations, correspond to the grouping from the *Cluster analysis of all statistically relevant assemblages of calcareous nannoplankton (without CWS and CGK)*. But even more important in this analysis is the affinity with samples CWS and CGK. CWS is most strongly related with Cluster ChB (corresponding to Cluster C from the previous analysis) while CGK has not been assigned to any cluster. One should note, however, that the sample CGK is affiliated with clusters ChB–ChD (C–E) more significantly than with clusters ChA and ChE (A, B) and unassigned sample 366. Thus, the group of samples within the clusters ChB–ChD (C–E) is also in a way affiliated with the samples CGK and CWS, and the closest are the samples CWS and 68 in Cluster C.

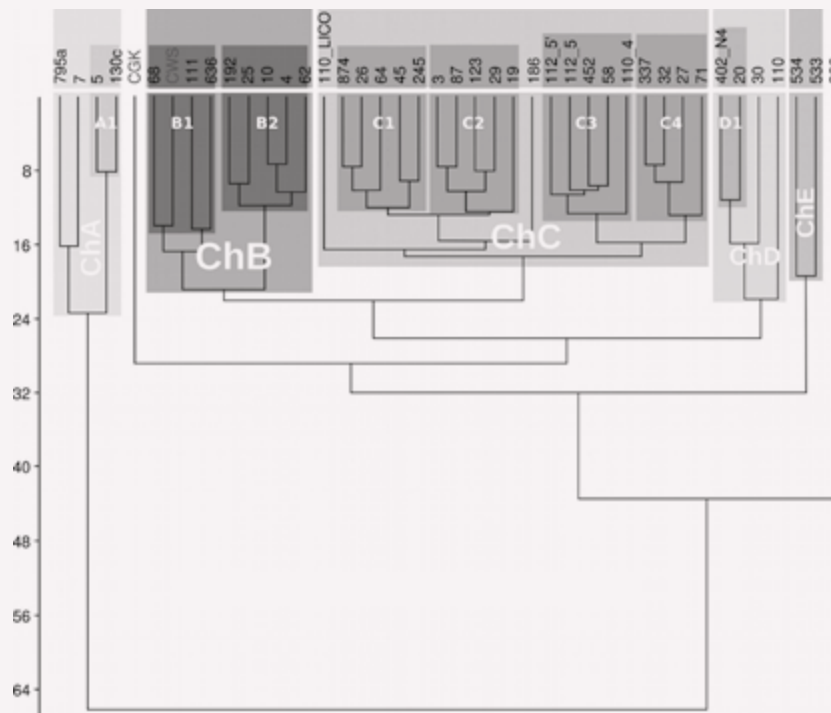
Cluster analysis of statistically relevant assemblages of dominant taxonomic genera of the nanofossils (without CWS and CGK)

This analysis isolated 4 clusters, marked with letters RA–RD (Fig. 111 3). Cluster RD comprises the entire Cluster D and the part of Cluster C without samples 111 and 636. The distinctiveness of Cluster A (in this analysis, RA) was confirmed, as well as that of Cluster E (in this analysis, RC, but without sample 110), and of sample 366. Also separate to an extent are samples 110 and 110_LICO, which are outside the clusters in this analysis, while in the *Cluster analysis of all the statistically relevant assemblages of calcareous nannoplankton (without CWS and CGK)* they showed a weak affinity with the samples from clusters D and E.



1

Klasyfikacja pokrewieństw na podstawie wszystkich okazów (bez CWS i CGK)
Clusters of affinity determined by analysis of all the specimens (without CWS and CGK)



2

Klasyfikacja pokrewieństw na podstawie wszystkich okazów (uwzględniając próby CWS i CGK)
Clusters of affinity determined by analysis of all the specimens (including CWS and CGK)

Analiza skupień istotnych statystycznie zespołów dominujących rodzajów taksonomicznych nannoskamieniałości (razem z CWS i CGK)

Analiza skupień w tym wypadku wykazała istnienie 5 klastrów nazwanych RChA–RChE (il. [lml 4](#)). Grupowanie jest podobne jak w *Analizie skupień istotnych statystycznie zespołów dominujących rodzajów taksonomicznych nannoskamieniałości (bez CWS i CGK)*, z tym że kolejność klastrów jest nieco zmieniona. Po raz kolejny wyraźnie widać odrębność klastra RChA, RChD, RChE, próby 366 oraz słabe powiązanie prób 110 i 110_LICO z istniejącymi klastrami. Jednocześnie pokrewieństwo prób z ikon klastrów RChB, RChC oraz RChD jest większe z CWS i CGK niż z próbami z klastrów RChA, RChE oraz próby 366.

Pochodzenie materiału wapiennego użytego do wykonania zapraw malarskich

Wszystkie nannoskamieniałości w badanych preparatach pochodzą z osadów górnej kredy, które są szeroko rozprzestrzenione nie tylko w Europie, ale i na świecie. Taka dostępność skał kredowych to efekt wysokiego stanu poziomu morza w późnej kredzie, który spowodował, że zalane zostały olbrzymie połacie lądów, tworząc epikontynentalne morza, gromadzące osady wapienne zbudowane głównie ze skorupki planktonu morskiego – otwornic i kokolitów, których najczystsze odmiany to tzw. kreda piszcząca. Tworzyła się ona głównie na średnich i wysokich szerokościach paleogeograficznych, w tzw. strefie borealnej, ale osady o wysokiej zawartości węgla wapnia możemy znaleźć także bardziej na południe, w strefie tetydzkiej. Wymienione strefy nawiązują do głównych prowincji świata organicznego w kredzie, dlatego na podstawie charakterystycznego składu skamieniałości można stwierdzić, z jakich paleoszerokości pochodzą osady. Czasem wskazuje się także strefy pośrednie, odpowiednio: subtetydzką i subborealną, ale są one trudne do jednoznacznej identyfikacji wyłącznie na podstawie skamieniałości. Osady strefy tetydzkiej znajdują się dzisiaj głównie na obszarze orogenu alpejskiego, czyli w Alpach, Dynarydach lub Karpatach. Osady znajdujące się na północ do łuku Alp i Karpat zalicza się do kredy borealnej.

Analiza skupień we wszystkich przeprowadzonych wariantach wykazała, że klastry wyróżnione w pierwszej analizie na podstawie całego zespołu nannoplanktonu wapiennego zachowują swoje pokrewieństwo także w wypadku redukcji składu do poziomu najczęściej występującego rodzaju taksonomicznego. Jednocześnie wyraźnie zaznacza się odrębność klastra A, a w nim prób 5 i 130c, oraz próby 366.

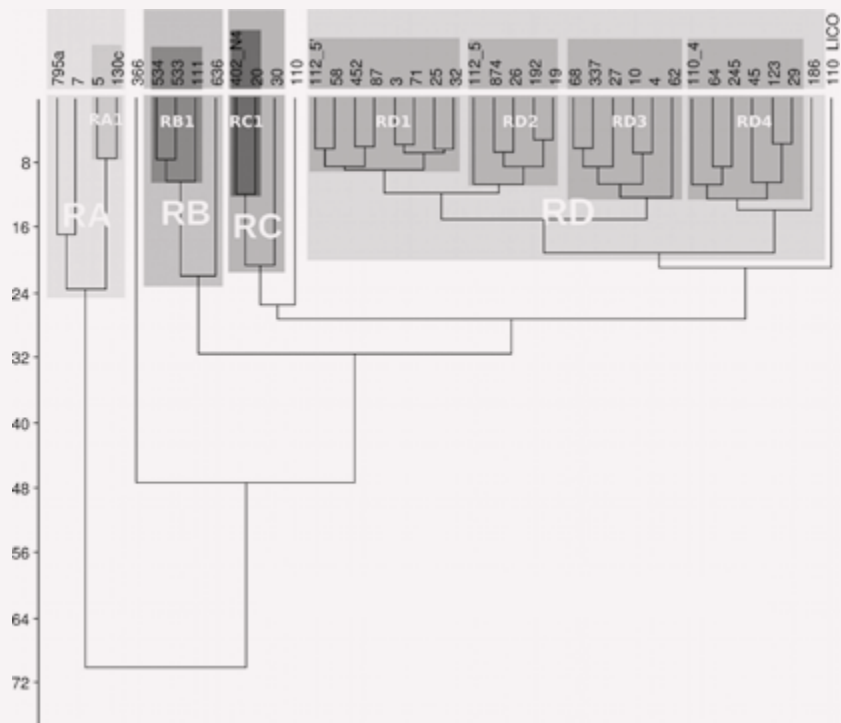
Cluster analysis of all the statistically relevant assemblages of dominant taxonomic genera of the nannofossils (including CWS and CGK)

The cluster analysis demonstrated in this case the existence of 5 clusters, called RChA–RChE (Fig. [lml 4](#)). The grouping is similar to the one in *Cluster analysis of all the statistically relevant assemblages of dominant taxonomic genera of the nannofossils (without CWS and CGK)*, only the order of clusters is slightly altered. Once again, we notice the distinctiveness of clusters RChA, RChD, RChE, sample 366, as well as the weak affinity of samples 110 and 110_LICO with the existing clusters. At the same time, the affinity of the samples from the icons of clusters RChB, RChC, and RChD is more significant with CWS and CGK than with the samples of the clusters RChA, RChE, and sample 366.

Origin of the calcareous material used for the grounds

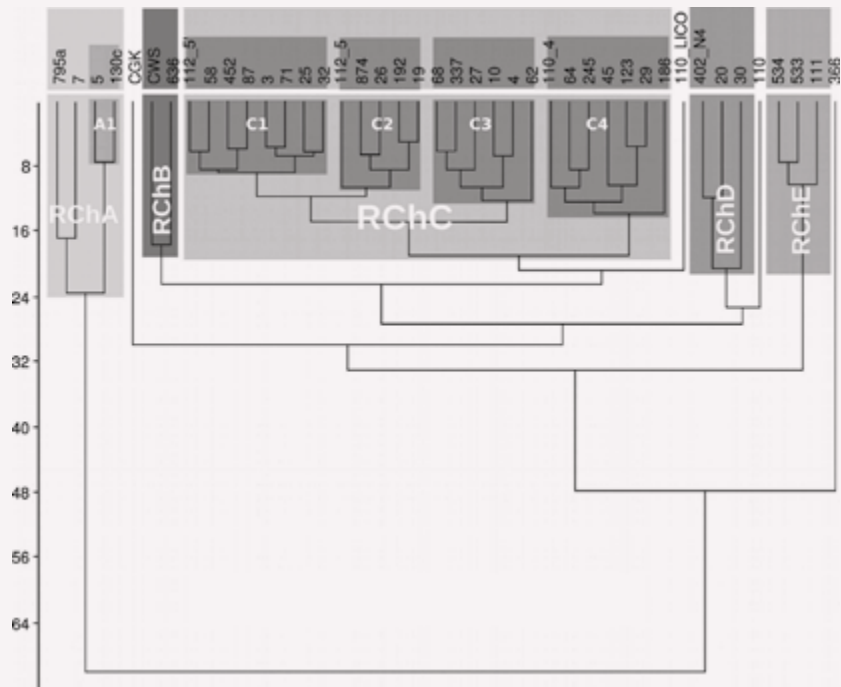
All the nannofossils in the examined samples come from sediments of the Upper Cretaceous, widespread both in Europe and worldwide. Such availability of limestone is the effect of the high sea level in the Late Cretaceous, which entailed inundation of immense portions of land and resulted in the formation of epicontinental seas gathering calcareous sediments built mostly of the shells of marine plankton, foraminifer and coccoliths, the purest variant of which is chalk. It was mostly formed in the middle and high paleo-geographical latitudes, in the Boreal province, but sediments of high content of calcium carbonate may also be found more to the south, in the Tethyan zone. Those two zones refer to the main provinces of the organic world in the Cretaceous, which is why the characteristic composition of the fossils gives the basis for conclusions as to the paleo-latitudes the sediments come from. At times, middle zones are also defined, that is, Sub Tethyan and Sub-Boreal, but they are quite difficult to use for unequivocal identification exclusively based on the fossils. The sediments of the Tethyan zone are located today mostly on the territory of the Alpine orogeny, that is, in the Alps, Dinarides, and Carpathians. Sediments located to the north from the Alpine and Carpathian arch, are counted as Boreal Cretaceous.

The cluster analysis in all the conducted variants demonstrated that clusters distinguished in the first analysis based on the entire group of calcareous nannofossils preserve their affinity, also in case of the reduction of the composition to the level of the most frequent taxonomic genus. Simultaneously, it strongly marked the distinctiveness of Cluster A, and included samples 5 and 130c, and sample 366.



3

Klasy pokrewieństw prób na podstawie zespołów typowych rodzajów taksonomicznych (bez CWS i CGK)
 Clusters of affinity among the samples sorted by assemblages of typical taxonomic genera (without CWS and CGK)



4

Klasy pokrewieństw na podstawie zespołów typowych rodzajów taksonomicznych (z uwzględnieniem prób CWS i CGK) | Clusters of affinity among the samples sorted by assemblages of typical taxonomic genera (including CWS and CGK)

Preparaty klastra A wykazują dominację *W. barnesiae* (pow. 50% wszystkich okazów). Jest to zatem przejaw dominacji ciepłych, stratyfikowanych wód, typowy dla strefy tetydzkiej. Jednak należy zauważyć, że preparaty 5 i 130c (klastr A1) mają zespoły nannoplanktonu starsze od kampanu i mastrychtu, pochodzące zapewne z osadów turonu (130c) lub koniaku (5), kiedy zanikła strefowość – trudno zatem wskazać lokalizację borealną lub tetydzką. Podobnym wiekiem i składem taksonomicznym zespołu nannoskamieniałości cechują się np. osady turonu i koniaku niecki opolskiej²⁸. Można zatem jedynie wymienić obszary, na których występują obecnie wychodnie turonu i koniaku, a więc: niecka opolska, Krym, Ukraina Zachodnia (okolice Stanisławowa, Tarnopola) czy też Rosja (okolice Woroneża i Brińska). Intrygującą alternatywą dla tych stanowisk mogłyby być turońsko-koniackie osady kredy piszącej z okolic Czarnej Białostockiej, które ze względu na bardzo wysoką zawartość węgla wapnia (pow. 98%) są idealnym materiałem na zaprawy malarskie²⁹. Z kolei preparaty 795a oraz 7, oprócz wysokiej frekwencji *W. barnesiae*, zawierają także młodsze od koniaku *Arkhangelskiella*. Wobec braku form typowo borealnych można przyjąć dla nich tetydzką lokalizację (np. orogen karpacki, Bałkany).

Zespoły nannoskamieniałości w pozostałych klastrach należą do mastrychtu bądź pogranicza kampanu i mastrychtu i reprezentują typowe cechy borealne, takie jak dominacja rodzajów *Arkhangelskiella*, *Micula* i *Prediscosphaera*, które stanowią ponad 50% całości zespołu nannoskamieniałości (klastry B–E). Jednocześnie udział *W. barnesiae* jest w nich zupełnie podrzędny. Nigdzie nie stwierdzono też obecności *Micula murus*, gatunku typowego dla mastrychtu strefy tetydzkiej. Można zatem przyjąć, że preparaty pochodzą spoza orogenu alpejskiego lub z jego zewnętrznych jednostek, graniczących ze strefą borealną. Wskazuje na to także większe pokrewieństwo prób z klastrów B–E do prób z Chełma (CWS i CGK) niż do prób z klastrów A i B. Pewnym wyjątkiem jest tu zespół preparatu 366, w którym udział rodzaju *Micula* jest podrzędny (w sumie 11%), zaś dominuje rodzaj *Arkhangelskiella* (w sumie 58%). Nie ma w nim także żadnych typowych dla strefy borealnej gatunków, nie został przypisany do żadnego klastra, a jego pokrewieństwo z CGK i CWS jest niewielkie. Można więc przypuszczać, że pochodzi ze strefy tetydzkiej (orogenu alpejskiego, np. Karpaty, Bałkany).

Klastry B–E są ze sobą stosunkowo mocno spokrewnione, a ponadto są spokrewnione w jakimś stopniu z próbami z Chełma (CWS i CGK). W tej grupie klastrów należy za-

Samples of Cluster A are characterised by the dominant *W. barnesiae* (more than 50% of all specimens). It strongly indicates the warm, stratified waters typical of the Tethyan zone. One needs to notice, however, that samples 5 and 130c (cluster A1) contain assemblages of nannoplankton older than the Campanian and Maastrichtian, originating assuredly from the sediments of the Turonian (130c) or Coniacian (5), where the stratification disappeared, making it very hard to indicate Boreal or Tethyan localisation. The similar age and taxonomic composition of the composite of nannofossils is characteristic also of sediments of the Turonian and Coniacian of the Opole basin²⁸. Therefore, we can only enumerate territories where the outcrop of Turonian and Coniacian occur today, and these are: Opole basin, Crimea, western Ukraine (the area around Ternopil and then Stanislaviv, now Ivano-Frankivsk) or in Russia (the area around Voronezh and Bryansk). An intriguing alternative for those placements could be the Turonian-Coniacian deposits of chalk from the surroundings of Czarna Białostocka, which due to the very high content of calcium carbonate (above 98%) makes perfect material for grounds²⁹. In turn, samples 795a and 7, apart from the very high presence of *W. barnesiae*, also contain *Arkhangelskiella*, which is younger than the Coniacian. With a lack of typically Boreal forms, one may assign them to a Tethyan localisation (i.e., Carpathian orogeny or the Balkans).

Assemblages of nannofossils in other clusters belong to the Maastrichtian or to the boundary of the Campanian and Maastrichtian, and they present typically Boreal characteristics, such as the dominance of the genera *Arkhangelskiella*, *Micula* and *Prediscosphaera*, constituting over 50% of the entire composite of the nannofossils (clusters B–E). Simultaneously, the presence of *W. barnesiae* in them is insignificant. The species of *Micula murus*, typical of the Maastricht of the Tethyan, has not been confirmed. Thus, one may assume that the samples originate from outside the Alpine orogeny or from its outside entities bordering the Boreal. This also indicates a deeper affinity of the samples from clusters B–E to the samples from Chełm (CWS and CGK) than to the samples from clusters A and B. The assemblage in sample 366 is in a way an exception, as the participation of the genus *Micula* is small (11% in total), while the dominant genus is *Arkhangelskiella* (58% in total). As it also does not include any species typical of the Boreal sphere, it was not assigned to any cluster, and its affinity with CGK and CWS is insignificant. Therefore, one may assume that it originates from the Tethyan zone (Alpine orogeny – the Carpathians or the Balkans).

28 Np. Kędziński 2008, p. 451–467.

29 Gajewski, Wyrwicka 1962, s. 529–532.

28 Np. Kędziński 2008, pp. 451–467.

29 Gajewski, Wyrwicka 1962, pp. 529–532.

uważyć pewną odmienność klastrow B i E, które są najbliższe próbom CGK i CWS. Wyłącznie w klastrach B–E występują także taksony typowe dla strefy borealnej oraz gatunki dla niej charakterystyczne, takie jak *N. frequens* czy *S. mielnicensis*. Oba te gatunki zostały po raz pierwszy opisane z osadów kredy lubelskiej (Puławy, Kazimierz nad Wisłą) przez Górka³⁰, zatem te lokalizacje wydają się narzucające. Szczególnie istotny w kontekście zapraw malarskich stosowanych w ikonach jest z pewnością Chełm, typowany już przez zespół Pańczyk et al.³¹ jako miejsce pochodzenia kredy piszącej używanej do produkcji zapraw malarskich w ikonach ze zbiorów Muzeum Zamek w Łańcucie. Rzeczywiście, kreda chełmska posiada wyjątkowe właściwości fizykochemiczne³². Ponadto, już w VI w. stała się głównym surowcem skalnym Lubelszczyzny, a w XVI i XVII w. eksportowana była także za granicę³³. Osady kredy eksploatowane obecnie w chełmskim kamieniołomie zalicza się do paleoprowincji borealnej, do której należy także zespół nannoskamieniałości stwierdzony w zaprawach z klastrow B–E. Ponadto, wiek osadów, z których pochodzi materiał użyty do wykonania badanych podkładów malarskich ikon, jest taki sam jak w kamieniołomie w Chełmie – dolna część górnego mastrychtu³⁴. Różnice w stopniu pokrewieństwa w obrębie klastrow B–E oraz CGK i CWS są być może efektem pochodzenia osadów kredy piszącej z różnych poziomów wiekowych eksploatowanych i odślaniających się w Chełmie i okolicy, a tym samym czasem powstania ikon.

Do ewentualnych alternatyw kredy chełmskiej można zaliczyć wystąpienia mastrychtu w okolicach Grodna opisywane przez Sujkowskiego³⁵ oraz pogranicza kampanu i mastrychtu w Mielniku nad Bugiem³⁶. W wypadku tego ostatniego miejsca prawdopodobne jest pochodzenie preparatów 636 oraz 245, w których występuje *S. mielnicensis*. Warto nadmienić, że wychodnie kredy pogranicza kampanu i mastrychtu w Mielniku nad Bugiem eksploatowane były już w XIII w.³⁷

Clusters B–E are rather tightly related to one another and, what is more, they are also related to a certain extent to the samples from Chełm (CWS and CGK). In this group of clusters, a certain differentiation of clusters B and E must be noted, as they are the closest to the samples CGK and CWS. In addition, exclusively in clusters B–E occur taxa typical for the Boreal sphere, as well as species characteristic of it, such as *N. frequens* or *S. mielnicensis*. Both species were described for the first time from the deposit of the Lublin chalk (Puławy, Kazimierz nad Wisłą) by Górka³⁰, which makes these locations imposing. Chełm certainly seems to be particularly important in the context of the grounds applied in icon production. It was already quoted by the team Pańczyk et al.³¹ as the place of origin of the chalk used for the grounds used for the icons from the collection of the Museum of Łańcut Castle. Indeed, the chalk from Chełm is characterized by exceptional physical and chemical qualities³². What is more, already in the 6th century, it became the main rock resource of the Lublin region, and from the 16th and 17th centuries, it was also exported abroad³³. The chalk deposit exploited presently in a quarry in Chełm is counted as having Boreal paleo-province, to which also belongs the composite of nannofossils confirmed in the ground from clusters B–E. Additionally, the age of the deposit that provided the material used to produce the examined painted grounds is identical with the one in the quarry of Chełm – lower part of the Upper Maastrichtian³⁴. The differences in the degree of affinity within the clusters B–E and CGK/CWS may be the result of the outcrops of various age layers of chalk that were exploited in Chełm and, therefore, the time of execution of the icons.

Among possible alternatives to chalk from Chełm may be occurrences of Maastrichtian in the surroundings of Grodno, described by Sujkowski³⁵, as well as the boundary of the Campanian and Maastrichtian in Mielnik on the Bug River³⁶. In the case of the latter, it may be the place of origin of samples 636 and 245, in which appears *S. mielnicensis*. Worth noting is that the outcrops of Cretaceous on the boundary of the Campanian and Maastrichtian in Mielnik on the Bug were exploited as early as the 13th century³⁷.

30 Górka 1957, s. 235–284.

31 Pańczyk et al. 2015, s. 127.

32 Rybicki, Rybicki 1973, s. 301–309.

33 Pinińska 2010, s. 153–167.

34 Dubicka, Peryt 2011, p. 185–197.

35 Sujkowski 1931, s. 485–628.

36 Górka 1963, s. 3–90.

37 Dobek 2010, s. 123–129.

30 Górka 1957, pp. 235–284.

31 Pańczyk et al. 2015, p. 127.

32 Rybicki, Rybicki 1973, pp. 301–309.

33 Pinińska 2010, pp. 153–167.

34 Dubicka, Peryt 2011, pp. 185–197.

35 Sujkowski 1931, pp. 485–628.

36 Górka 1963, pp. 3–90.

37 Dobek 2010, pp. 123–129.

Uwagi dotyczące preparatów z nieistotną statystycznie frekwencją nanoskamieniałości

Część preparatów wspomniana w podrozdziale *Materiały i metodyka* i oznaczona w 4. kolumnie w tabeli **1** na czerwono zawiera poniżej 100 okazów lub nie zawiera w ogóle nanoskamieniałości. Spośród tych, w których stwierdzono nanoplankton wapienny, należy wyróżnić preparaty 6 i 130c_LICO, które zawierały odpowiednio 17 i 38 okazów zdominowanych przez *W. barnesiae*. W wypadku 130c_LICO wynika to być może z pochodzenia zaprawy z tego samego pokładu kredy co 130c, zaś w wypadku 6 może wskazywać na powiązanie miejsca pochodzenia próby ze strefą tetydzką (orogenezą karpacką).

Preparaty, w których nie stwierdzono nanoskamieniałości lub węglanu wapnia, mogą być zbudowane z osadów gipsu, którego wystąpienia ciągną się długim pasem w obrębie zapadliska przedkarpackiego wzdłuż czoła Karpat, od okolic Pińczowa na zachodzie po Mołdawię na południowym wschodzie. Podobne osady są także szeroko rozpowszechnione w basenie pannońskim, czyli obszarze wschodnich Węgier i Siedmiogrodu. Należy też pamiętać o istnieniu rozległych pokładów gipsu na południu Europy.

Podsumowanie

- Stwierdzony w 47 preparatach nanoplankton wapienny pochodzi z osadów górnej kredy.
- Istotnie statystycznie zespoły nanoplanktonu wapiennego zawierały 43 preparaty, w tym 3 z odsłoneń (8 preparatów poniżej 200 okazów; 2 preparaty od 200 do 300, a 33 preparaty powyżej 300 okazów nanoskamieniałości).
- Istotnie statystycznie preparaty podzielono na 3 grupy wiekowe odpowiadające osadom pogranicza kampanu i mastrychtu (poziom *R. levis*), dolnego mastrychtu (poziom *L. quadratus*) oraz górnego mastrychtu (poziom *A. maastrichtiensis*).
- Analiza skupień wykazała istnienie 5 klastrow A–E, obejmujących spokrewnione ze sobą preparaty, oraz preparat 366, który nie należy do żadnego klastra.
- Klastry C–E reprezentują zespoły borealne i są spokrewnione z próbami pochodzącymi z Chełma (CWS i CGK) bardziej niż pozostałe klastry, co może sugerować ich chełmską lokalizację.
- Klaster B (próby 534 i 533) jest odmienny od grupy klastrow C–E, niespokrewniony z próbami z Chełma, cechuje się jednak najbardziej borealnym charakterem.

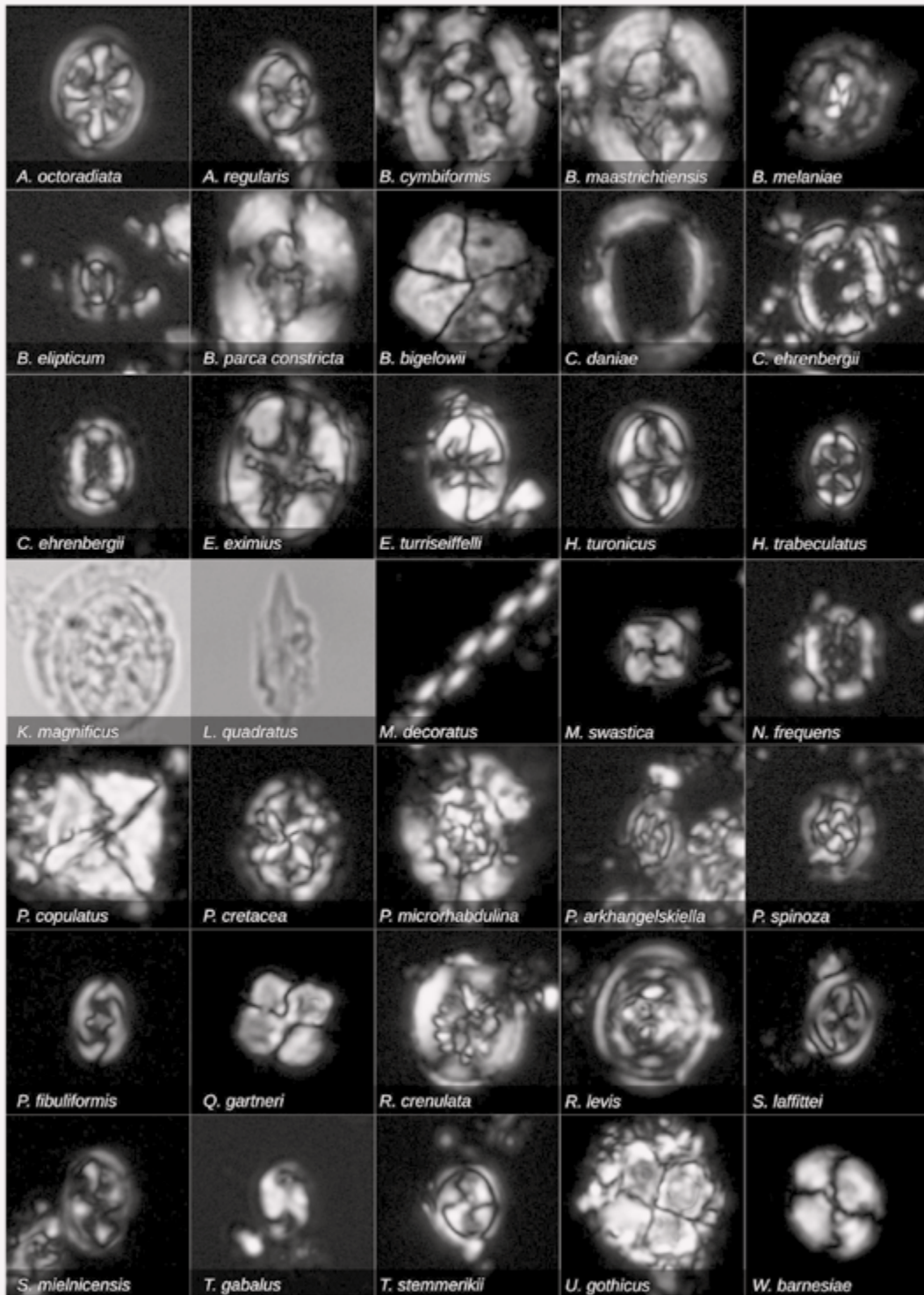
Remarks on samples with a statistically irrelevant frequency of nanofossils

Some of the samples mentioned in the chapter *Materials and Methodology* and marked in Table **1**, column 4, in red, contain less than 100 specimens or no nanofossils. Among those in which calcareous nanoplankton was confirmed, one needs to distinguish samples 6 and 130c_LICO, which contained, respectively, 17 and 38 specimens, with *W. barnesiae* dominant. In the case of 130c_LICO, it may result from the origin of the ground that is identical to the chalk deposit of sample 130c, while in the case of sample 6, it may indicate a relation of the place of origin of the sample with the Tethyan zone (Carpathian orogeny).

Samples in which the presence of nanofossils or calcium carbonate were not confirmed may be composed of gypsum sediments, the occurrences of which extend in a long strap from around the pre-Carpathian depression along the Carpathian front, from the area of Pińczów in the West, up to Moldova in the South-East. Similar deposits are also widespread in the Pannonian basin and in the territory of Eastern Hungary and Transylvania. One should also remember the existence of vast gypsum layers in the south of Europe.

Conclusions

- Calcareous nanoplankton confirmed in 47 samples originates from sediments of the Upper Cretaceous.
- Assemblages of calcareous nanoplankton, statistically relevant, were present in 43 samples, including 3 from outcrops (8 samples with fewer than 200 specimens; 2 samples with 200 to 300 specimens, and 33 samples with more than 300 specimens of nanofossils).
- Statistically relevant samples were divided into 3 age groups corresponding to the sediments of the Campanian and Maastrichtian boundary (layer *R. levis*), lower Maastrichtian (layer *L. quadratus*), and upper Maastrichtian (layer *A. maastrichtiensis*).
- Cluster analysis demonstrated the existence of 5 clusters (A–E), encompassing affiliated samples, and sample no. 366 belonging to none of the clusters.
- Clusters C–E represents Boreal assemblages and are affiliated with samples originating from Chełm (CWS and CGK) more than the other clusters, which may indicate their localisation.
- Cluster B (samples 534 and 533) differs from the group of clusters C–E and isn't affiliated with the Chełm samples, but it shows, however, the most Boreal character.



5

Plansza z typowymi gatunkami nannoskamieniałości (wykonał Mariusz Kędzierski)
Chart with typical species of nannofossils (by Mariusz Kędzierski)

→ Preparaty 5 i 130c pochodzą z osadów turonu/koniaku, prawdopodobnie z centralnej Rosji, np. wychodni w okolicach Brińska (w tym wypadku bliższe sprecyzowanie miejsca jest wynikiem sugestii wynikającej z informacji uzyskanej na temat domniemanego rodowodu artystycznego ikony, choć podobny zespół nanoplanktonu mógłby występować w wielu osadach turonu i koniaków poza Rosją).

→ Próby 7, 366 i 795a posiadają zespoły tetydzkie, co sugeruje ich pochodzenie z obszaru fałdowań alpejskich, np. Karpaty, Bałkany itp.

→ Zaprawy gipsowe pochodzą zapewne z osadów miocenu szeroko rozprzestrzenionych w basenach przedkarpackich (od Pińczowa po Mołdawię) lub wewnątrzkarpackich (wsch. Węgry lub Siedmiogród), lub z innych osadów miocenu na południu Europy (np. Bałkany).

Literatura

Bown, Young 1998, s. 16–28; Coremans et al. 1952, s. 1–29; Dobek 2010, s. 123–129; Dubicka, Peryt 2011, s. 185–197; Feller 1973, s. 54–74; Gajewski, Wyrwicka 1962, s. 529–532; Gaździcka 1978, s. 335–376; Gettens 1974, s. 157–184; Górka 1957, s. 235–284; Górka 1963, s. 3–90; Hammer et al. 2001, s. 9; Kędzierski 2008, s. 451–467; Kozłowski 1950, s. 93–104; Kozłowski 1965, s. 27–35; Kuckova et al. 2013, s. 538–544; Metzger, Berrie 1995, s. 127–134; Pańczyk et al. 2010, s. 459–468; Pańczyk et al. 2012, s. 451–462; Pańczyk et al. 2015, s. 127; Pinińska 2010, s. 153–167; Perch-Nielsen 1973, s. 161–169; Perch-Nielsen, Plahter 1995, s. 145–155; Quinn, Day 2007, s. 159–168; Rybicki, Rybicki 1973, s. 301–309; von Salis 1995, s. 88–90; Sujkowski 1931, s. 485–628; Švabenicka 1994, s. 47–51; Švabenicka 2006, s. 171–176; Wrapson 2007, s. 114–136

→ Samples 5 and 130c come from the sediments of the Turonian/Coniacian, most probably from central Russia, for example, from the outcrop near Bryansk (in this case, the close specification of the place of origin is more the result of a suggestion stemming from information obtained regarding the supposed artistic lineage of the icon, even though a similar composite of nanoplankton might occur in many Turonian and Coniacian sediments outside of Russia).

→ Samples 7, 366 and 795a contain Tethyan assemblages, which suggest as their place of origin, the territory of Alpine undulations – the Carpathians, the Balkans, etc.

→ Gypsum grounds assuredly come from the sediments of the Miocene largely spread in the Pre-Carpathian (from Pińczów to Moldova) or intra-Carpathian Basins (eastern Hungary or Transylvania), or from other Miocene sediments in the south of Europe (i.e., the Balkans).

Bibliography

Bown, Young 1998, pp. 16–28; Coremans et al. 1952, pp. 1–29; Dobek 2010, pp. 123–129; Dubicka, Peryt 2011, pp. 185–197; Feller 1973, pp. 54–74; Gajewski, Wyrwicka 1962, pp. 529–532; Gaździcka 1978, pp. 335–376; Gettens 1974, pp. 157–184; Górka 1957, pp. 235–284; Górka 1963, pp. 3–90; Hammer et al. 2001, pp. 9; Kędzierski 2008, pp. 451–467; Kozłowski 1950, pp. 93–104; Kozłowski 1965, pp. 27–35; Kuckova et al. 2013, pp. 538–544; Metzger, Berrie 1995, pp. 127–134; Pańczyk et al. 2010, pp. 459–468; Pańczyk et al. 2012, pp. 451–462; Pańczyk et al. 2015, p. 127; Pinińska 2010, pp. 153–167; Perch-Nielsen 1973, pp. 161–169; Perch-Nielsen, Plahter 1995, pp. 145–155; Quinn, Day 2007, pp. 159–168; Rybicki, Rybicki 1973, pp. 301–309; von Salis 1995, pp. 88–90; Sujkowski 1931, pp. 485–628; Švabenicka 1994, pp. 47–51; Švabenicka 2006, pp. 171–176; Wrapson 2007, pp. 114–136

3.2

Raport z badań za pomocą dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego próbek zapraw pobranych z ikon Report on the X-Ray Diffraction Examination of Ground Samples Extracted from Icons

dr Alicja Rafalska-Łasocho

dr Marta Grzesiak-Nowak

prof. dr hab. Wiesław Łasocho

Wydział Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego

Data sporządzenia raportu: 30.09.2016, 02.10.2016

Dr Alicja Rafalska-Łasocho

Dr Marta Grzesiak-Nowak

Prof. Dr hab. Wiesław Łasocho

Faculty of Chemistry of the Jagiellonian University

Date of the report: 30.09.2016, 02.10.2016

Wstęp

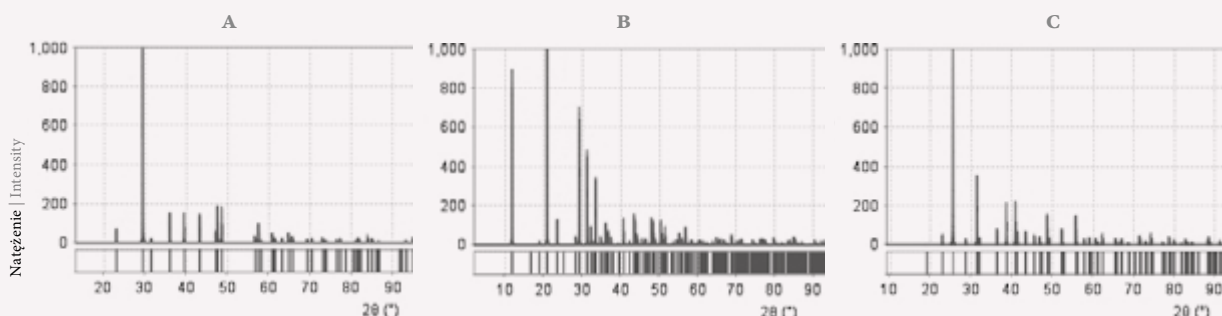
Przedmiotem badań były próbki zapraw pobranych z ikon należących do kolekcji Muzeum Narodowego w Krakowie (Pałac Biskupa Erazma Ciołka). Celem badań było wyznaczenie składu chemicznego zapraw w wybranych obiektach z badanej kolekcji. Problemem badawczym określonym przez zespół historyków sztuki i konserwatorów było w szczególności ustalenie głównego składnika zaprawy (kreda lub gips).

Rentgenowska dyfraktometria proszkowa jest metodą, która daje jednoznaczną odpowiedź na tak zdefiniowany problem. Obrazy dyfrakcyjne kredy (kalcytu), gipsu i anhydrytu są odmienne (il. 1.1A–C), co pozwala na łatwą identyfikację zawartości badanej próbki. Dyfraktometria proszkowa pozwala również na rozróżnienie substancji o podobnym (gips, anhydryt) lub tym samym składzie chemicznym (CaCO_3 – kalcyt, aragonit, walerit).

Introduction

The objects of study were samples of ground layer extracted from icons in the collection of the National Museum in Krakow (The Bishop Erazm Ciołek Palace). The aim of the study was to determine the chemical composition of ground from selected objects of the examined collection. The particular problem faced by the team of art historians and conservators was to determine the main component of the ground (chalk or gypsum).

X-ray powder diffractometry is a method that provides an unequivocal answer to that question. Diffraction patterns of chalk (calcite), gypsum, and anhydrite are distinctly different (Figs. 1.1A–C), which allows for easy identification of the content of the examined sample. Powder diffractometry also makes it possible to distinguish substances of similar (gypsum, anhydrite) or identical chemical composition (CaCO_3 : calcite, aragonite, vaterite).



1.1

Obrazy dyfrakcyjne: a – kalcytu [04-012-0489], b – gipsu [04-015-7420], c – anhydrytu [01-080-6362] zawarte w bazie PDF-4+ | Diffraction patterns: a – calcite [04-012-0489], b – gypsum [04-015-7420], c – anhydrite [01-080-6362] from the database PDF-4+

Szczegóły techniczne

Obrazy dyfrakcyjne badanych próbek zostały wykonane w Zespole Strukturalnej Dyfraktometrii Proszkowej Wydziału Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego. Próbkę została naniesiona na uchwyt bezodbiciowy w celu wykonania pomiaru dyfrakcyjnego. Eksperymenty proszkowej dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego (XRPD) zostały wykonane z użyciem promieniowania CuK α za pomocą dyfraktometru Panalytical X'pert pro MPD. Pomiar przeprowadzono w geometrii Bragg-Brentano w zakresie kątów 4,0–85,0° 2 θ z wielkością kroku pomiarowego wynoszącą 0,026°. Szczegółowe parametry pomiarów zostały zebrane w tabeli 1.

Technical details

Diffraction patterns of the examined samples were taken at the Unit of Structural Powder Diffractometry of the Faculty of Chemistry of the Jagiellonian University. The samples were placed on a zero-background sample holder for the diffraction measurement. Experiments of X-ray powder diffraction (XRPD) were performed with Cu K α rays, using the diffractometer Panalytical X'pert pro MPD. The measurement was completed in Bragg-Brentano geometry, in a range of angles 4.0–85.0° 2 θ in step measurements of 0.026°. The parameters of the measurements are detailed in Table 1.



Parametry pomiarów dyfrakcji proszkowej Parameters of the powder diffraction measurements

Parametry lampy Lamp parameters	
Długość promieniowania Length of radiation	CuK α 1,541874 Å
Napięcie Voltage	40 kV
Natężenie prądu katodowego Cathodic current	30 mA
Promieniowanie padające Incident radiation	
Szczelina wiązki pierwotnej Primary beam slits	1/4°
Maska Mask	10 mm
Szczeliny Sollera Soller slits	0,04 rad
Szczelina przeciwrozproszeniowa Divergence slit	1/2°
Promieniowanie odbite Radiation produced by reflection	
Monochromator Monochromator	grafitowy graphite
Detektor Detector	PIXcel

Analiza uzyskanych obrazów dyfrakcyjnych została wykonana w programie X'pert HighScore, z wykorzystaniem bazy danych dyfrakcyjnych PDF-4+ 2014³⁸.

The analysis of the obtained diffraction patterns was conducted with the software X'pert High Score, with the use of the diffraction database PDF-4+ 2014³⁸.

³⁸ International Centre for Diffraction Data, <http://www.icdd.com/products/pdf4.htm>.

³⁸ International Centre for Diffraction Data, <http://www.icdd.com/products/pdf4.htm>.

Cz. I. Raport z 30.09.2016

Hodegetria w otoczeniu proroków

(MNK XVIII-196)³⁹

Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja [lul 2](#). Dane eksperymentalne zestawione z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru prezentuje tabela [m 2](#)⁴⁰.

Analiza uzyskanych danych, wykonana z wykorzystaniem bazy danych dyfrakcyjnych PDF-4+, jednoznacznie wskazuje, że głównym krystalicznym składnikiem próbki badanej zaprawy jest gips.

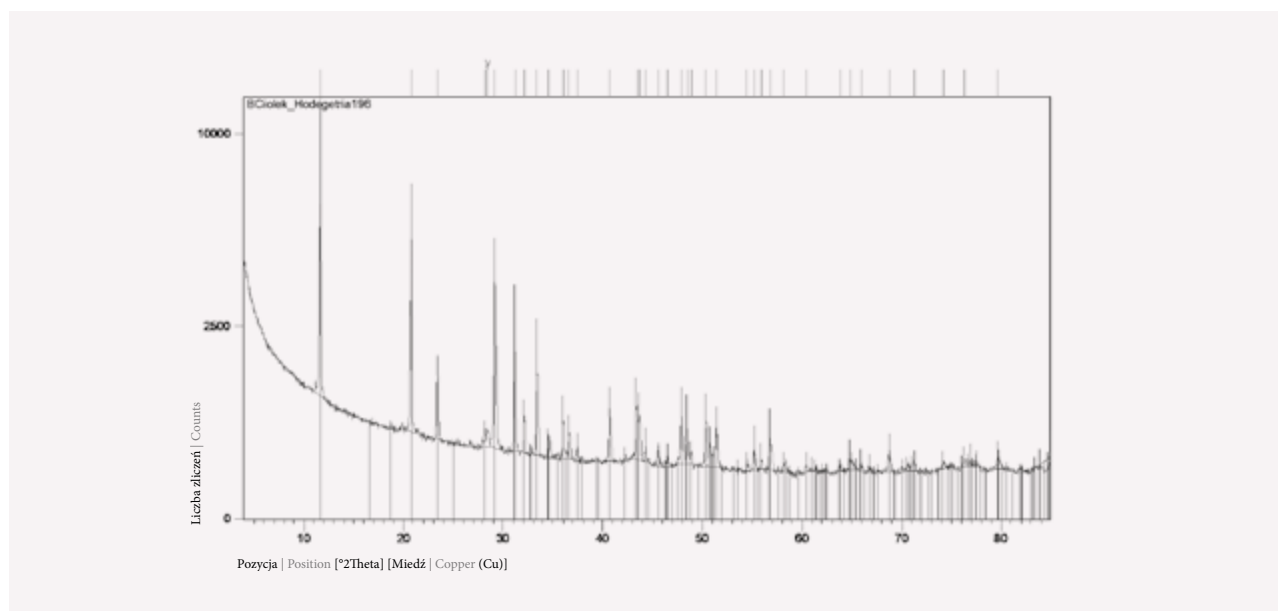
Part I. Report of 30.09.2016

Hodegetria Surrounded by Prophets

(MNK XVIII-196)³⁹

The registered diffraction pattern of the examined sample is presented in Figure [lul 2](#). Experiment data compiled through the diffractometer software are presented in Table [m 2](#)⁴⁰.

Analysis of the obtained data performed with the use of the diffraction database PDF-4+ indicates unmistakably that the main crystalline component of the examined sample is gypsum.



[lul 2](#)

Uzyskany obraz dyfrakcyjny próbki pobranej z ikony *Hodegetria w otoczeniu proroków*
Diffraction pattern of the sample extracted from the icon *Hodegetria Surrounded by Prophets*

[m 2](#)

Zidentyfikowane składniki próbki pobranej z ikony *Hodegetria w otoczeniu proroków*
Identified components of the sample extracted from the icon *Hodegetria Surrounded by Prophets*

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group
04-015-7420	gips gypsum	Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂	I2/c

³⁹ Ilustracje ukazujące miejsca pobrania próbek zostały zamieszczone w rozdziale 5.1 (przyp. M.P.K.).



⁴⁰ Dane te w publikacji zostały pominięte; zawarto je w dokumentacji projektu (przyp. M.P.K.).

³⁹ Illustrations of the locations of sample extractions may be found in Chapter 5.1 (footnote by M.P.K.).

⁴⁰ These data were omitted in the publication and are only available in the project documentation (footnote by M.P.K.).

Matka Boska (z rządu Deesis)



(MNK XVIII-574, Kat. 6)

Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja  3. Zyskane z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru dane eksperymentalne zestawiono w tabeli  3.

Analiza uzyskanych danych, wykonana z wykorzystaniem bazy danych dyfrakcyjnych PDF-4+, jednoznacznie wskazuje, że głównymi krystalicznymi składnikami próbki badanej zaprawy są gips i anhydryt. Ich procentowa zawartość w próbce jest podobna.

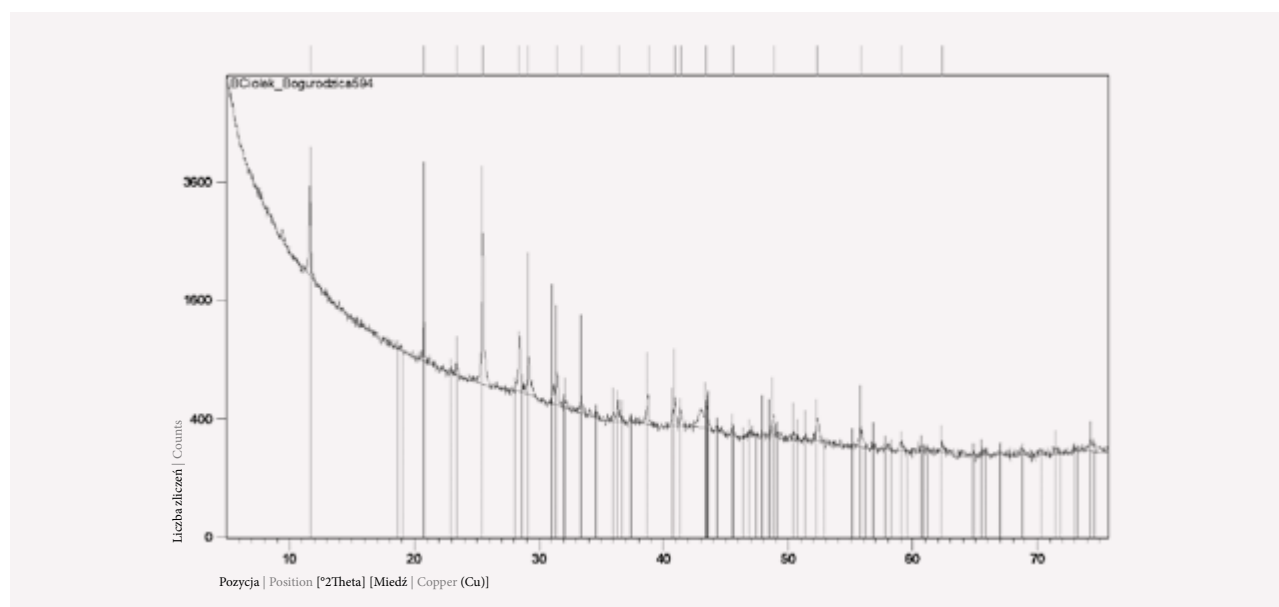
Mother of God (from a Deesis tier)

(MNK XVIII-574; Cat. 6)

Registered diffraction pattern of the examined sample is presented in Figure  3. Experiment data obtained by the diffractometer's software are presented in Table  3.

Analysis of the obtained data performed with the use of the diffraction database PDF-4+ indicates unmistakably that the main crystalline components of the examined sample are gypsum and anhydrite.

The percentage amount of both is comparable.



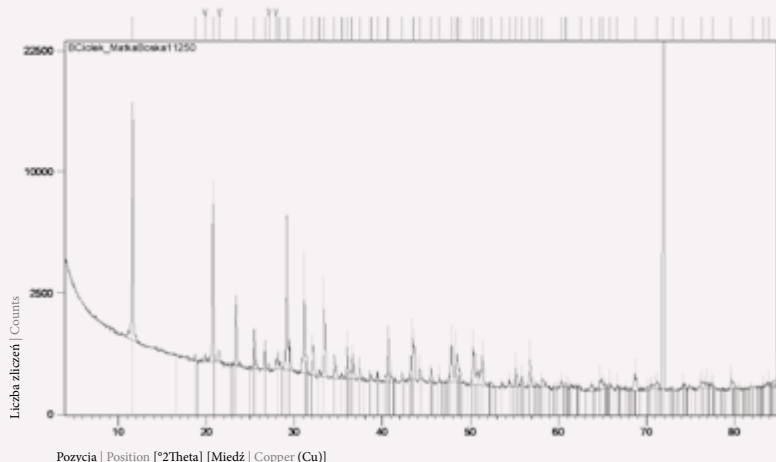

Uzyskany obraz dyfrakcyjny próbki zaprawy pobranej z ikony *Matka Boska*
Diffraction pattern of the sample of ground layer extracted from the icon *Mother of God*



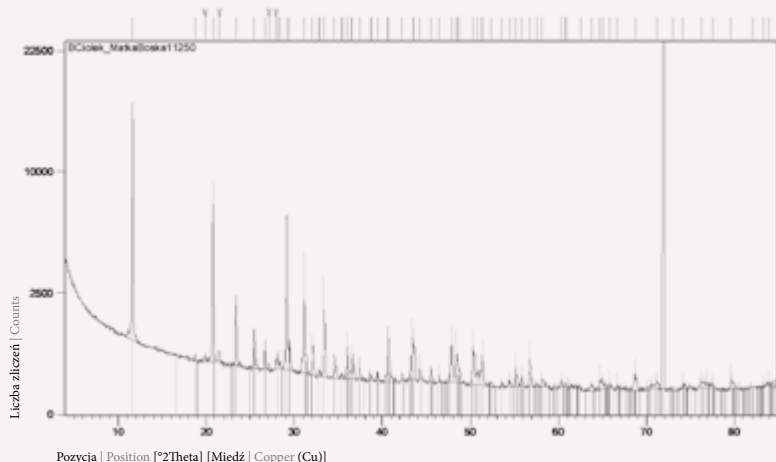

Zidentyfikowane składniki próbki pobranej z ikony *Matka Boska*
Identified components of the sample extracted from the icon *Mother of God*

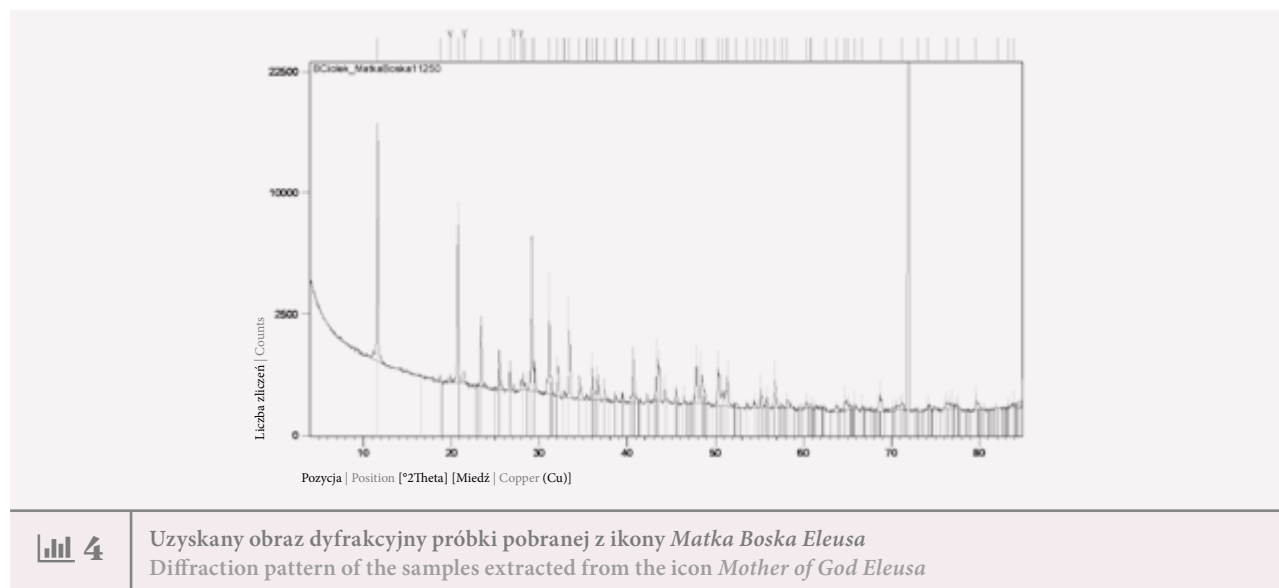
Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group
04-015-7420	gips gypsum	Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂	I2/c
04-008-0191	anhydryt anhydrite	Ca(SO ₄)	Amma

Matka Boska Eleusa (MNK ND-11250, Kat. 21)

Pomiary dyfrakcyjne wykonano dla dwóch próbek pobranych z warstwy zaprawy badanej ikony. Zarejestrowane obrazy dyfrakcyjne były bardzo podobne, więc poniżej przedstawiono wyniki analizy jednego z pomiarów. Obraz dyfrakcyjny przedstawia ilustracja  4. Uzyskane z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru dane eksperymentalne zestawiono w tabeli  4.

Mother of God Eleusa (MNK ND-11250; Cat. 21)

Diffraction measurements were performed on two samples extracted from the ground layer of the examined icon. The two registered diffraction patterns were very similar, and therefore presented below are only the results of one of the measurements. The diffraction pattern is presented in Figure  4. The experiment data obtained with the use of the diffractometer software are presented in Table  4.



4

Zidentyfikowane składniki próbki pobranej z ikony *Matka Boska Eleusa* Identified components of the sample extracted from the icon *Mother of God Eleusa*

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group
04-015-7420	gips gypsum	$\text{Ca}(\text{SO}_4)(\text{H}_2\text{O})_2$	I2/c
01-080-6362	anhydryt anhydrite	$\text{Ca}(\text{SO}_4)$	Amma
01-070-3755	kwarc quartz	SiO_2	P3121
01-080-9775	kalcyt calcite	$\text{Ca}(\text{CO}_3)$	R-3c

Analiza uzyskanego obrazu dyfrakcyjnego wskazuje, że głównym składnikiem próbki jest gips. Próbka zawiera również niewielkie ilości anhydrytu (ok. 10% wagowych). W dyfraktogramie zidentyfikowano także refleksy pochodzące od kwarcu oraz kalcytu, związki te jednak występują w postaci niewielkich domieszek. W obrazie dyfrakcyjnym znajduje się również niewielka liczba maksimum dyfrakcyjnych o małej intensywności, którym nie udało się przypisać żadnej fazy. Identyfikacja substancji krystalicznej na podstawie pojedynczych refleksów o małej intensywności jest trudna bez dodatkowych informacji na temat składu pierwiastkowego badanej próbki.

Analysis of the obtained image indicates that the main component of the sample is gypsum. The sample also contains insignificant amounts of anhydrite (ca. 10% by weight). The diffractogram also registered reflections stemming from quartz and calcite, which, however, occur as admixtures. The diffraction pattern also displays a minor number of diffraction maxima of small intensity to which no phase could be assigned. Identification of the crystalline substance based on an individual reflection of small intensity is challenging without any additional information on the elemental composition of the examined sample.

Ukrzyżowanie (MNK XVIII-346, Kat. 32)

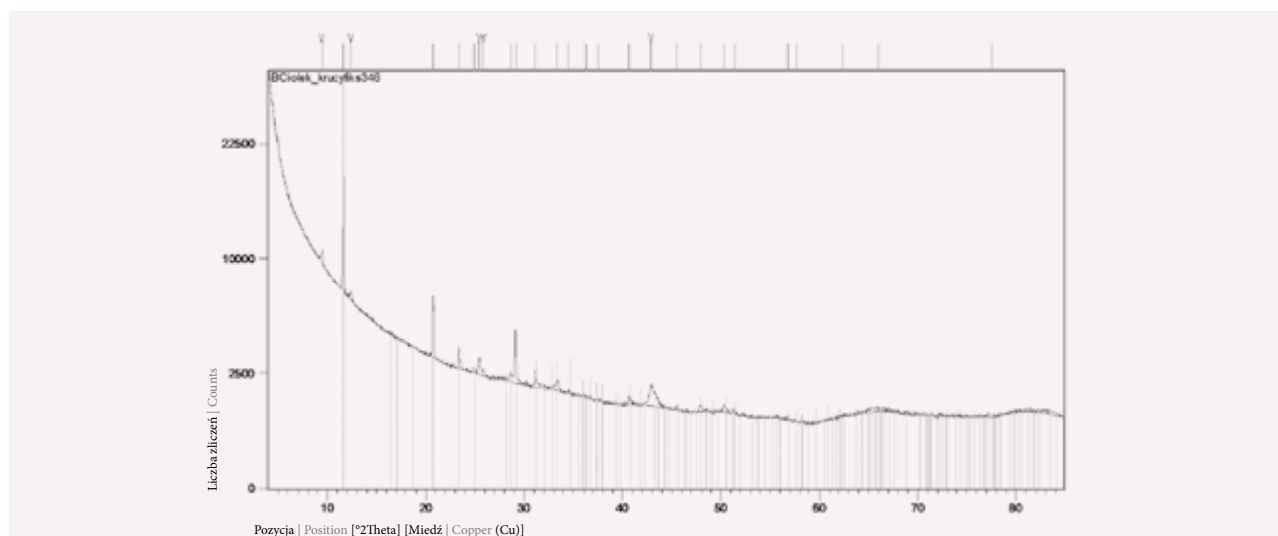
Obraz dyfrakcyjny badanej próbki zaprawy przedstawia ilustracja 5. Uzyskane z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru dane eksperymentalne zestawiono w tabeli 5.

Głównym składnikiem badanej próbki jest gips. W użytym obrazie dyfrakcyjnym znajdują się nieliczne maksima dyfrakcyjne o małej intensywności, pochodzące od domieszek niezidentyfikowanej fazy. Trudność w ich identyfikacji związana jest także z bardzo małą ilością badanej próbki, co wpłynęło na jakość uzyskanego obrazu dyfrakcyjnego.

Crucifixion (MNK XVIII-346; Cat. 32)

The diffraction pattern of the examined sample of the ground layer is presented in Figure 5. Experiment data obtained with the use of the diffractometer's software are presented in Table 5.

The main component of the examined sample is gypsum. In the obtained diffraction pattern occur sparse diffraction maxima of small intensity, coming from admixtures of an unidentified phase. The difficulty in identifying them is also due to the very insignificant amount of the examined sample, which influenced the quality of the diffraction pattern.



Uzyskany obraz dyfrakcyjny próbki pobranej z ikony *Ukrzyżowanie*
Diffraction pattern of the sample extracted from the icon *Crucifixion*

Zidentyfikowane składniki próbki pobranej z ikony *Ukrzyżowanie*
Identified components of the sample extracted from the icon *Crucifixion*

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group
04-015-4421	gips gypsum	Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂	C2/m

Hodegetria w otoczeniu archaniołów

(MNK XVIII-636, Kat. 16)

Obraz dyfrakcyjny badanej próbki zaprawy przedstawia ilustracja 6. Uzyskane z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru dane eksperymentalne zestawiono w tabeli 6.

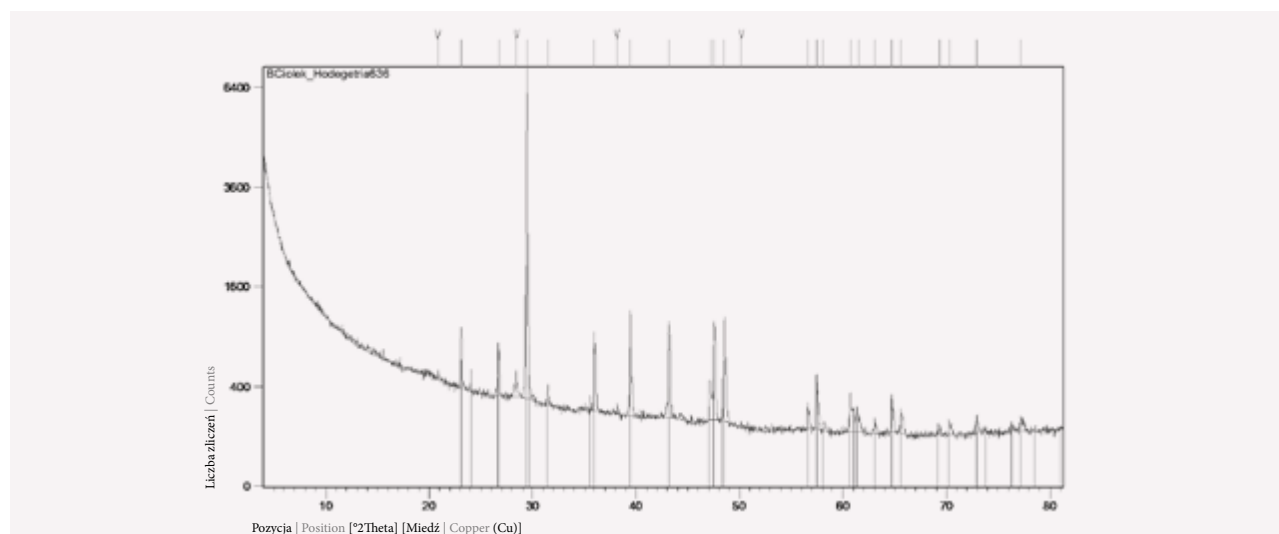
Analiza uzyskanego obrazu dyfrakcyjnego wskazuje, że głównym składnikiem badanej próbki zaprawy jest kalcyt. W próbce występuje również niewielka domieszka tlenku wapnia. W obrazie dyfrakcyjnym znajdują się jednak także nieliczne maksima dyfrakcyjne o słabej intensywności pochodzące od domieszek.

Hodegetria Surrounded by Archangels

(MNK XVIII-636; Cat. 16)

The diffraction pattern of the examined sample of the ground layer is presented in Figure 6. Experiment data obtained with the use of the diffractometer's software are presented in Table 6.

Analysis of the obtained diffraction pattern indicates that the main component of the examined sample of the ground layer is calcite. In the sample, there is an insignificant admixture of calcium oxide as well. In the diffraction pattern there also appear individual diffraction maxima of weak intensity coming from admixtures.



Uzyskany obraz dyfrakcyjny próbki pobranej z ikony *Hodegetria w otoczeniu archaniołów*
Diffraction pattern of the sample extracted from the icon *Hodegetria Surrounded by Archangels*



Zidentyfikowane składniki próbki pobranej z ikony *Hodegetria w otoczeniu archaniołów*
Identified components of the sample extracted from the icon *Hodegetria Surrounded by Archangels*

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group
04-012-0489	kalcyt calcite	Ca(CO ₃)	R-3c
00-028-0775	tlenek wapnia calcium oxide	CaO	–

Hodegetria w otoczeniu archaniołów, apostołów oraz Joachima i Anny (MNK XVIII-28, Kat. 19)

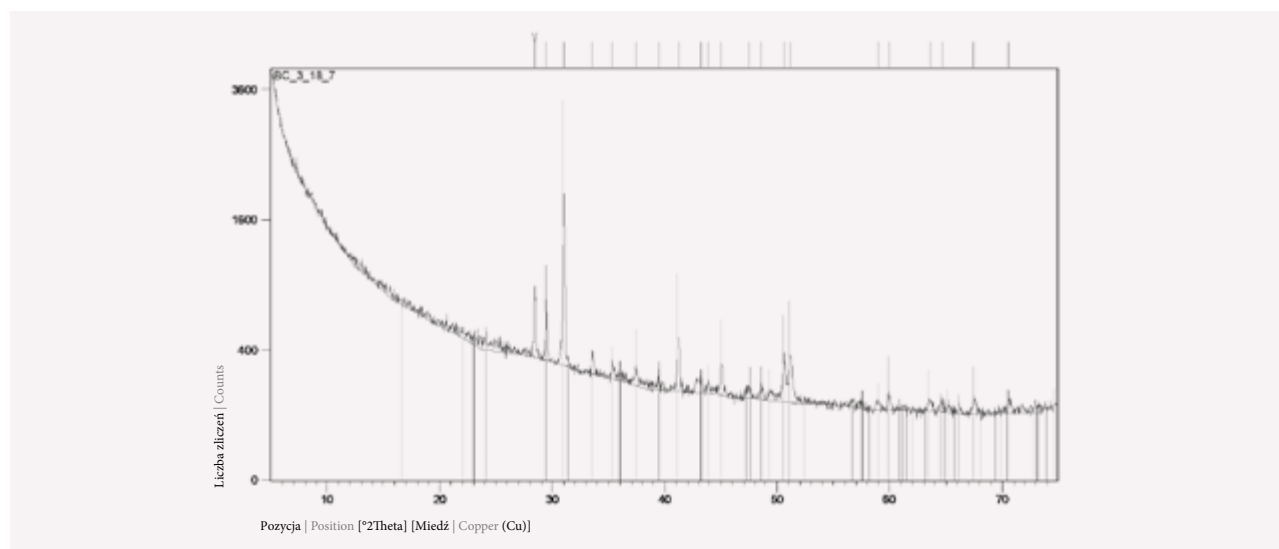
Obraz dyfrakcyjny badanej próbki zaprawy przedstawia ilustracja [7](#). Uzyskane z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru dane eksperymentalne zestawiono w tabeli [7](#).

Analiza uzyskanego obrazu dyfrakcyjnego wskazuje, że badana próbka zawiera tylko anhydryt.

Hodegetria Surrounded by Archangels, Apostles, and Joachim and Anne (MNK XVIII-28; Cat. 19)

The diffraction pattern of the examined sample of the ground layer is presented in Figure [7](#). Experiment data obtained with the use of the diffractometer's software are presented in Table [7](#).

Analysis of the obtained diffraction pattern indicates that the examined sample contains exclusively anhydrite.



Uzyskany obraz dyfrakcyjny próbki pobranej z ikony *Hodegetria w otoczeniu archaniołów, apostołów oraz Joachima i Anny* | Diffraction pattern of the sample extracted from the icon *Hodegetria Surrounded by Archangels, Apostles, and Joachim and Anne*

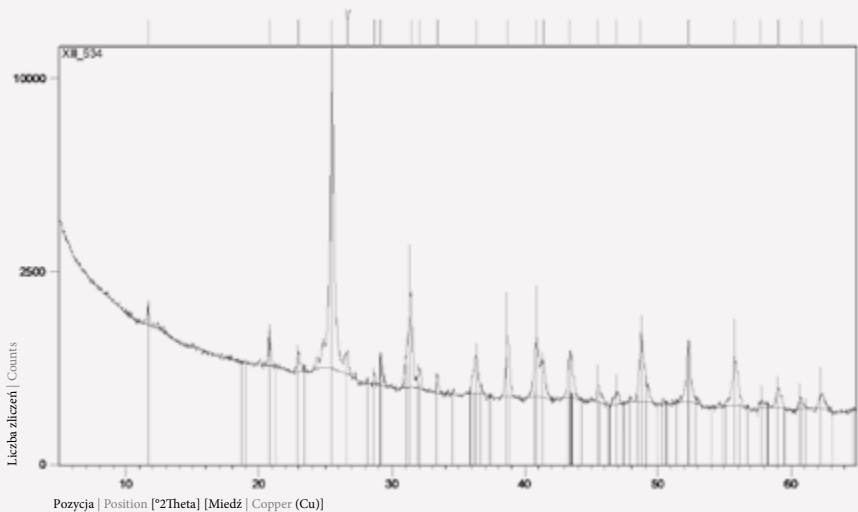



Zidentyfikowane składniki próbki pobranej z ikony *Hodegetria w otoczeniu archaniołów, apostołów oraz Joachima i Anny* | Identified components of the sample extracted from the icon *Hodegetria Surrounded by Archangels, Apostles, and Joachim and Anne*

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group
04-015-7420	anhydryt anhydrite	Ca(SO ₄)	Amma

Cz. II. Raport z 02.10.2016

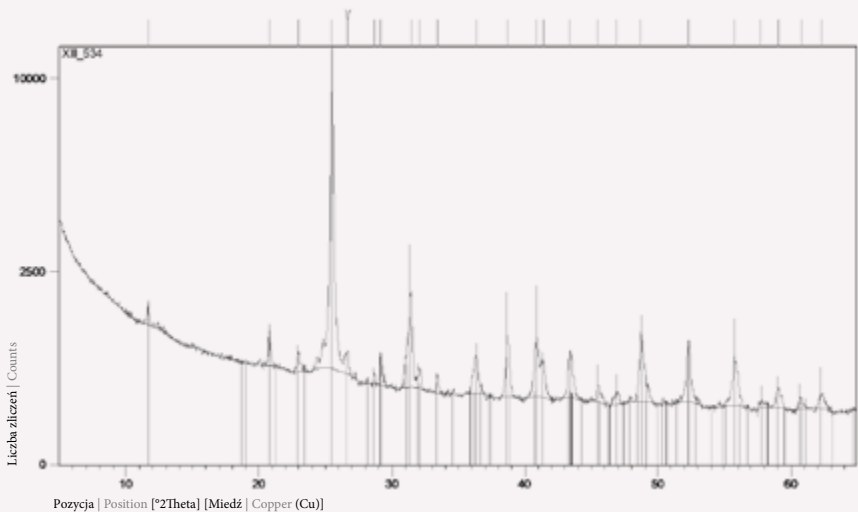

Święta rozmowa (łac. *Sacra Conversatio*) (MNK XVIII-396, Kat. 20)

Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja  8. Dane eksperymentalne zestawione z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru zaprezentowano w tabeli  8.

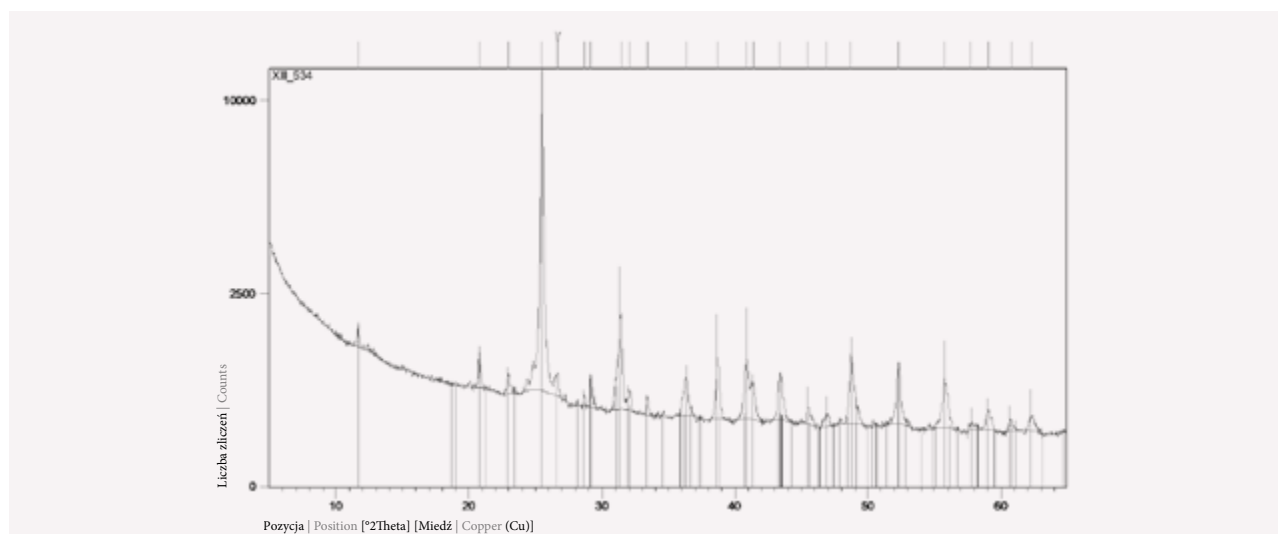
Analiza uzyskanych danych, wykonana z wykorzystaniem bazy danych dyfrakcyjnych PDF-4+, jednoznacznie wskazuje, że głównym krystalicznym składnikiem próbki badanej zaprawy jest gips.

Part II. Report of 02.10.2016

Holy Conversation (Lat. *Sacra Conversatio*) (MNK XVIII-396; Cat. 20)

The registered diffraction pattern of the examined sample is presented in Figure  8. Experimental data compiled with the use of the diffractometer's software are presented in Table  8.

Analysis of the obtained data, accomplished with the use of the diffraction database PDF-4+, unmistakably indicates that the main crystalline component of the examined sample of the ground is gypsum.



Uzyskany obraz dyfrakcyjny próbki pobranej z ikony *Święta rozmowa*
Diffraction pattern of the sample extracted from the icon *Holy Conversation*

Zidentyfikowane składniki próbki pobranej z ikony *Święta rozmowa*
Identified components of the sample extracted from the icon *Holy Conversation*

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group
04-015-8263	gips gypsum	Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂	C2/c

Św. Paraskewa ze scenami żywota i pasji (MNK XVIII-57, Kat. 48) – pierwsza próbka

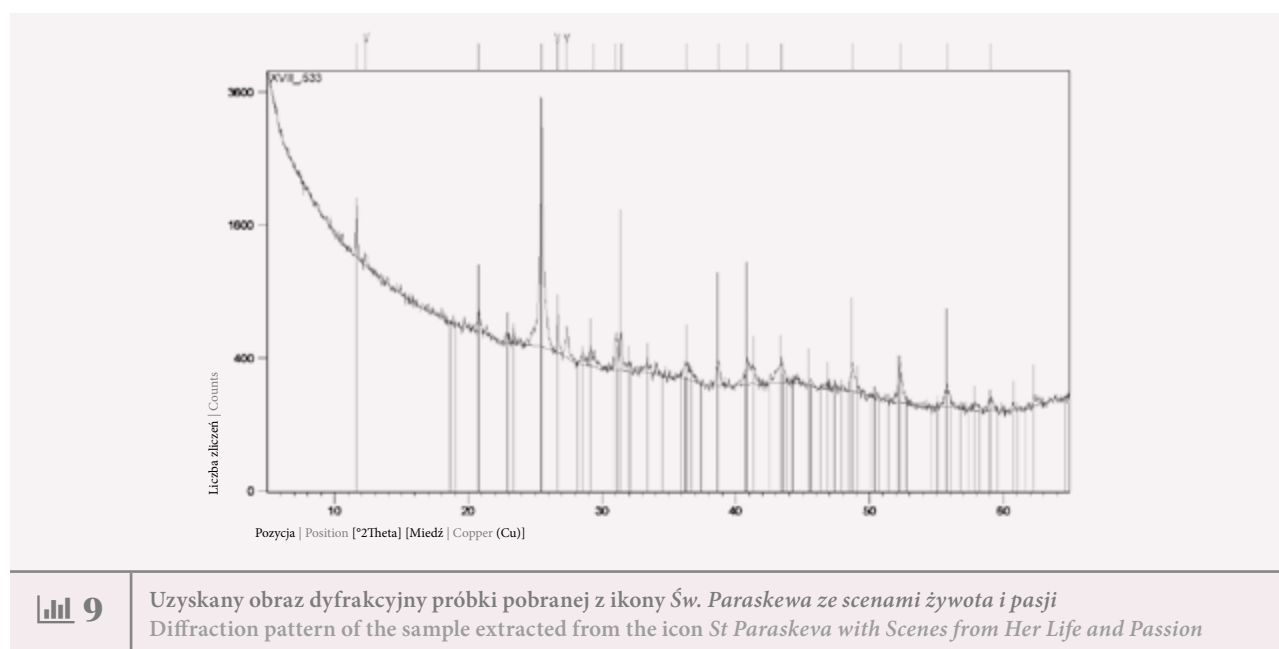
Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja **9**. Dane eksperymentalne zestawione z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru prezentuje tabela **9**.

Analiza uzyskanych danych, wykonana z wykorzystaniem bazy danych dyfrakcyjnych PDF-4+, wskazuje, że głównym krystalicznym składnikiem próbki badanej za prawy jest kalcyt z domieszką gipsu oraz kwarcu.

St Paraskeva with Scenes from Her Life and Passion (MNK XVIII-57; Cat. 48) – first sample

The registered diffraction pattern of the examined sample is presented in Figure **9**. Experiment data compiled with the use of the diffractometer's software are presented in Table **9**.

Analysis of the obtained data, accomplished with the use of the diffraction database PDF-4+, indicates that the main crystalline component of the examined sample of the ground is calcite with admixture of gypsum and quartz.



9

Zidentyfikowane składniki próbki pobranej z ikony Św. Paraskewa ze scenami żywota i pasji
Identified components of the sample extracted from the icon *St Paraskeva with Scenes from Her Life and Passion*

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group	Szacowana zawartość [%] Estimated content [%]
01-085-1108	kalcyt calcite	Ca(CO ₃)	R-3c	71
00-036-0432	gips gypsum	Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂	I2/c	13
00-033-1161	kwarc quartz	SiO ₂	P3121	16

Św. Paraskewa ze scenami żywota i pasji (MNK XVIII-57, Kat. 48) – druga próbka

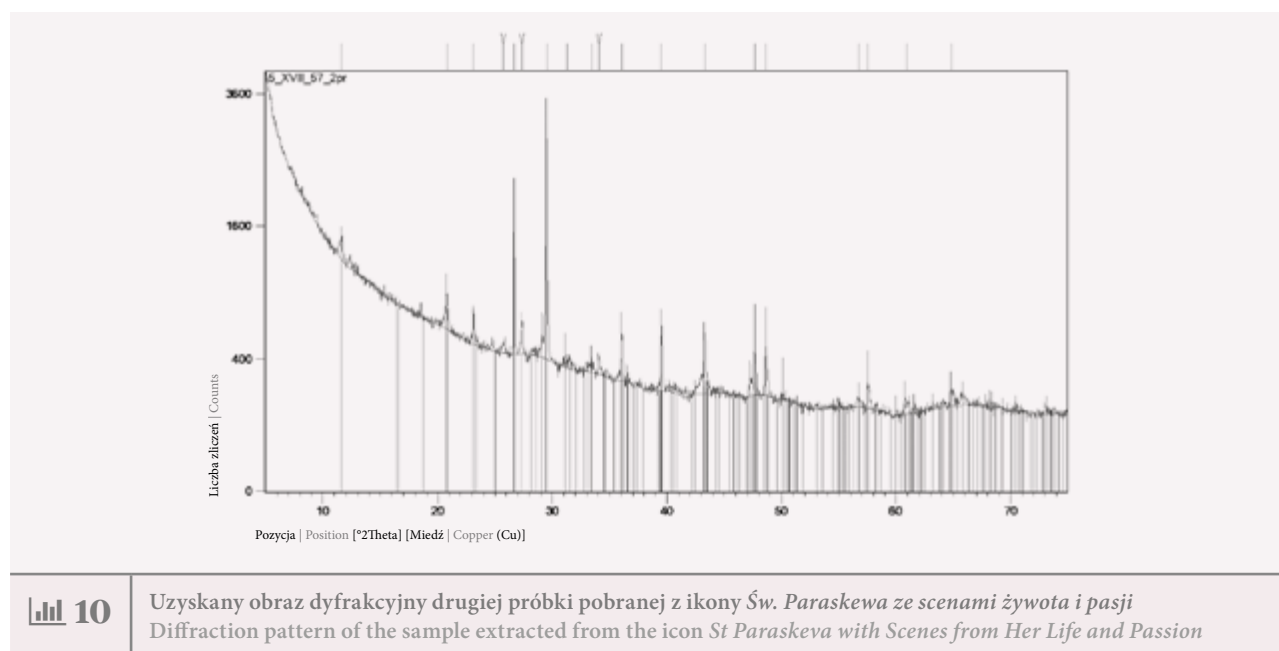
Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja **10**. Dane eksperymentalne zestawione z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru zaprezentowano w tabeli **10**.

Analiza uzyskanych danych, wykonana z wykorzystaniem bazy danych dyfrakcyjnych PDF-4+, wskazuje, że głównymi krystalicznymi składnikami próbki badanej zaprawy są kalcyt oraz kwarc i gips.

St Paraskeva with Scenes from Her Life and Passion (MNK XVIII-57; Cat. 48) – second sample

The registered diffraction pattern of the examined sample is presented in Figure **10**. Experiment data compiled with the use of the diffractometer's software are presented in Table **10**.

Analysis of the obtained data, accomplished with the use of the diffraction database PDF-4+, indicates that the main crystalline components of the examined sample of the ground are calcite as well as quartz and gypsum.



10 Zidentyfikowane składniki drugiej próbki pobranej z ikony Św. Paraskewa ze scenami żywota i pasji Identified components of the sample extracted from the icon *St Paraskeva with Scenes from Her Life and Passion*

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group	Szacowana zawartość [%] Estimated content [%]
01-072-4582	kalcyt calcite	Ca(CO ₃)	R-3c	53
03-065-0466	kwarc quartz	SiO ₂	P3121	31
04-009-3817	gips gypsum	Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂	I2/c	16

Św. Mikołaj ze scenami żywota i cudów (MNK XVIII-192, Kat. 46)

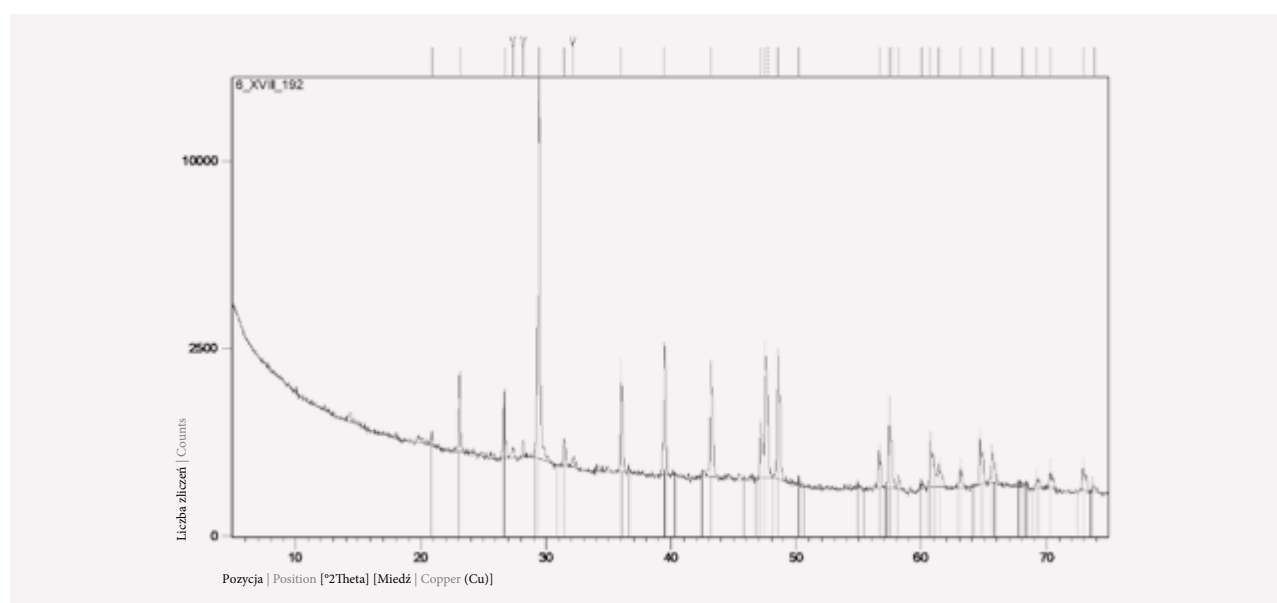
Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja **11**. Dane eksperymentalne zestawione z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru zaprezentowano w tabeli **11**.

Analiza uzyskanych danych, wykonana z wykorzystaniem bazy danych dyfrakcyjnych PDF-4+, jednoznacznie wskazuje, że głównym krystalicznym składnikiem próbki badanej zaprawy jest kalcyt z domieszką kwarcu.

St Nicholas with Scenes from His Life and Miracles (MNK XVIII-192; Cat. 46)

The registered diffraction pattern of the examined sample is presented in Figure **11**. Experiment data compiled with the use of the diffractometer's software are presented in Table **11**.

Analysis of the obtained data, accomplished with the use of the diffraction database PDF-4+, unmistakably indicates that the main crystalline component of the examined sample of the ground is calcite with admixture of quartz.



11

Uzyskany obraz dyfrakcyjny próbki pobranej z ikony Św. Mikołaj ze scenami żywota i cudów | Diffraction pattern of the sample extracted from the icon *St Nicholas with Scenes from His Life and Miracles*

11

Zidentyfikowane składniki próbki pobranej z ikony Św. Mikołaj ze scenami żywota i cudów | Identified components of the sample extracted from the icon *St Nicholas with Scenes from His Life and Miracles*

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group	Szacowana zawartość [%] Estimated content [%]
04-012-0489	kalcyt calcite	Ca(CO ₃)	R-3c	93
04-016-2085	kwarc quartz	SiO ₂	P3121	7

Chrystus Pantokrator z archaniołami (z rzędu Deesis) (MNK XVIII-27, Kat. 9)

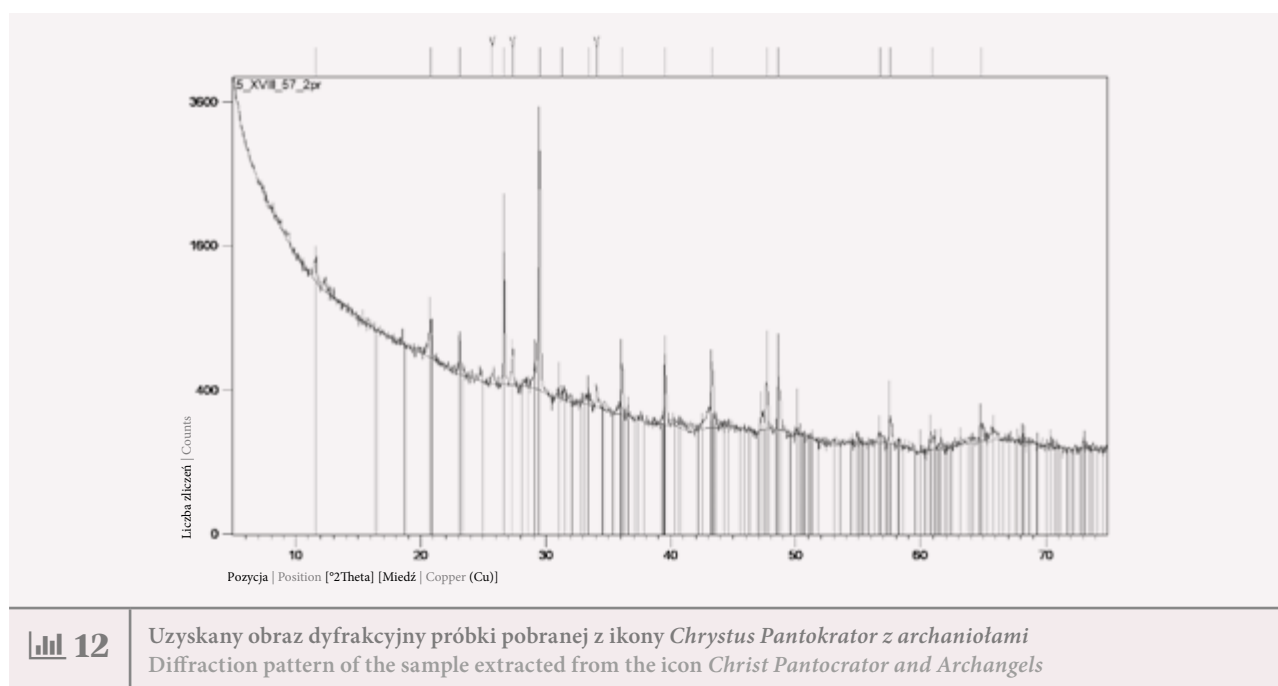
Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja [12](#). Dane eksperymentalne zestawione z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru zaprezentowano w tabeli [12](#).

Analiza uzyskanych danych, wykonana z wykorzystaniem bazy danych dyfrakcyjnych PDF-4+, jednoznacznie wskazuje, że głównym krystalicznym składnikiem próbki badanej zaprawy jest kalcyt z domieszką kwarcu oraz weddellitu.

Christ Pantocrator and Archangels (from a Deesis tier) (MNK XVIII-27; Cat. 9)

The registered diffraction pattern of the examined sample is presented in Figure [12](#). Experiment data compiled with the use of the diffractometer's software are presented in Table [12](#).

Analysis of the obtained data, accomplished with the use of the diffraction database PDF-4+, unmistakably indicates that the main crystalline component of the examined sample of the ground is calcite with admixture of quartz and weddellite.



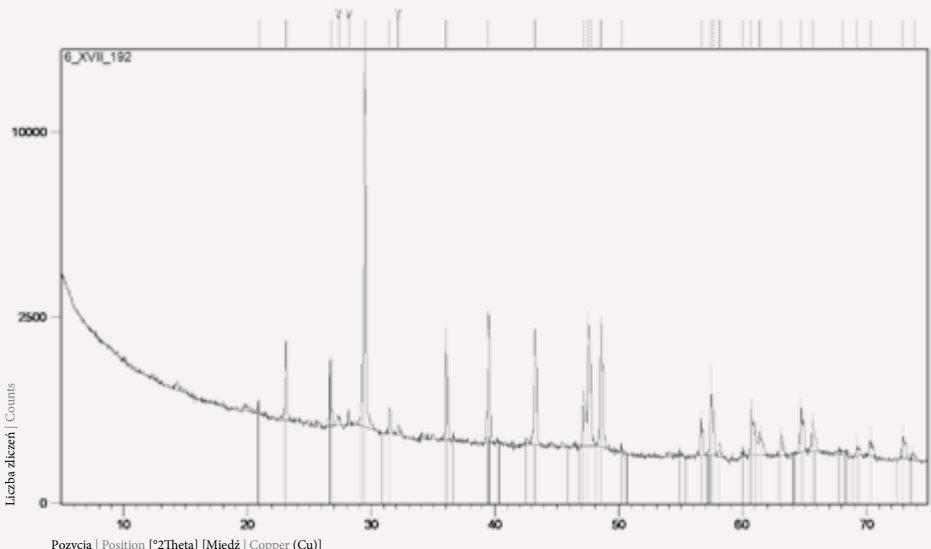

12

Zidentyfikowane składniki próbki pobranej z ikony *Chrystus Pantokrator z archaniołami* Identified components of the sample extracted from the icon *Christ Pantocrator and Archangels*

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group	Szacowana zawartość [%] Estimated content [%]
04-012-0489	kalcyt calcite	Ca(CO ₃)	R-3c	74
01-087-2096	kwarc quartz	SiO ₂	P3121	13
04-011-6807	weddellit weddellite	Ca(C ₂ O ₄)(H ₂ O)2.37	I4/m	13

Św. Paraskewa i św. Teodozja

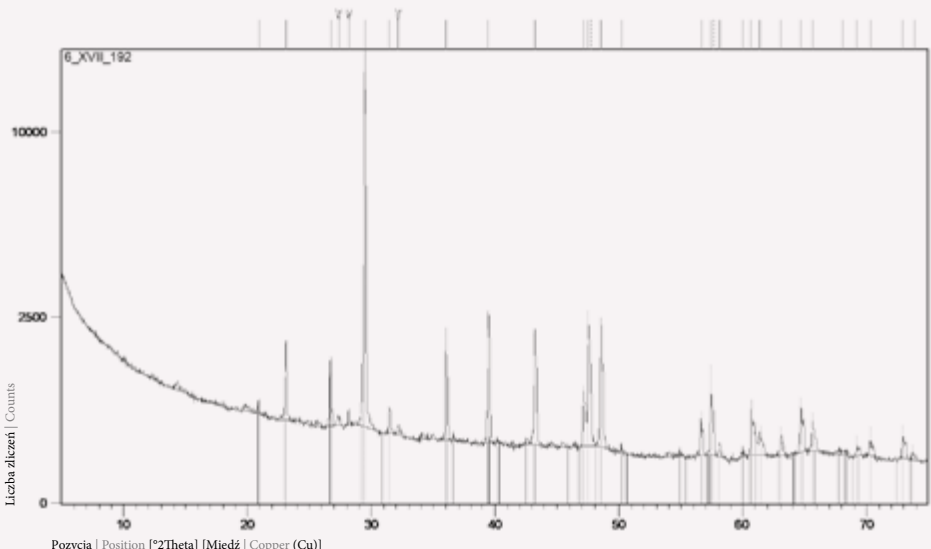

(MNK XVIII-20, Kat. 49)

Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja  13. Dane eksperymentalne zestawione z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru zaprezentowano w tabeli  13.

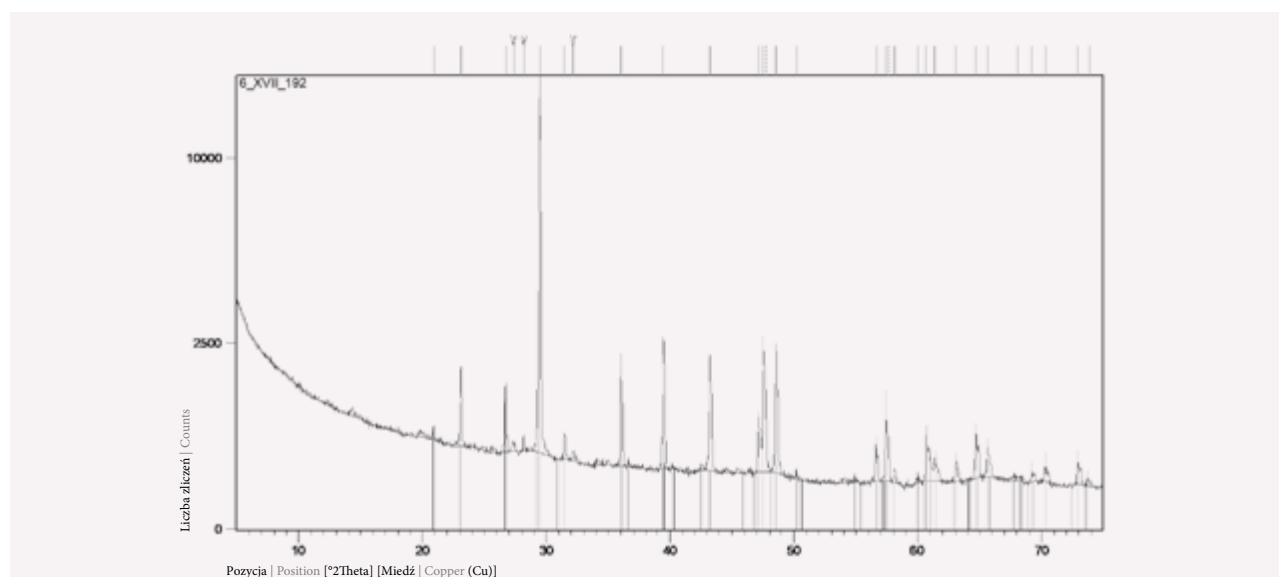
Analiza uzyskanych danych, wykonana z wykorzystaniem bazy danych dyfrakcyjnych PDF-4+, jednoznacznie wskazuje, że głównym krystalicznym składnikiem próbki badanej zaprawy jest kalcyt z domieszką anhydrytu oraz kwarcu.

St Paraskeva and St Theodosia

(MNK XVIII-20; Cat. 49)

The registered diffraction pattern of the examined sample is presented in Figure  13. Experiment data compiled with the use of the diffractometer's software are presented in Table  13.

Analysis of the obtained data, accomplished with the use of the diffraction database PDF-4+, unmistakably indicates that the main crystalline component of the examined sample of the ground is calcite with admixture of anhydrite and quartz.



 13

Uzyskany obraz dyfrakcyjny próbki pobranej z ikony Św. Paraskewa i św. Teodozja
Diffraction pattern of the sample extracted from the icon *St Paraskeva and St Theodosia*

 13

Zidentyfikowane składniki próbki pobranej z ikony Św. Paraskewa i św. Teodozja
Identified components of the sample extracted from the icon *St Paraskeva and St Theodosia*

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group	Szacowana zawartość [%] Estimated content [%]
01-086-2334	kalcyt calcite	Ca(CO ₃)	R-3c	62
04-008-2186	anhydryt anhydrite	Ca(SO ₄)	Bbmm	26
01-085-0794	kwarc quartz	SiO ₂	P3121	11

Murem jesteś obronnym dla dziewic (XIX strofa Akatystu Bogurodzicy)

(MNK XVIII-7, Kat. 25)

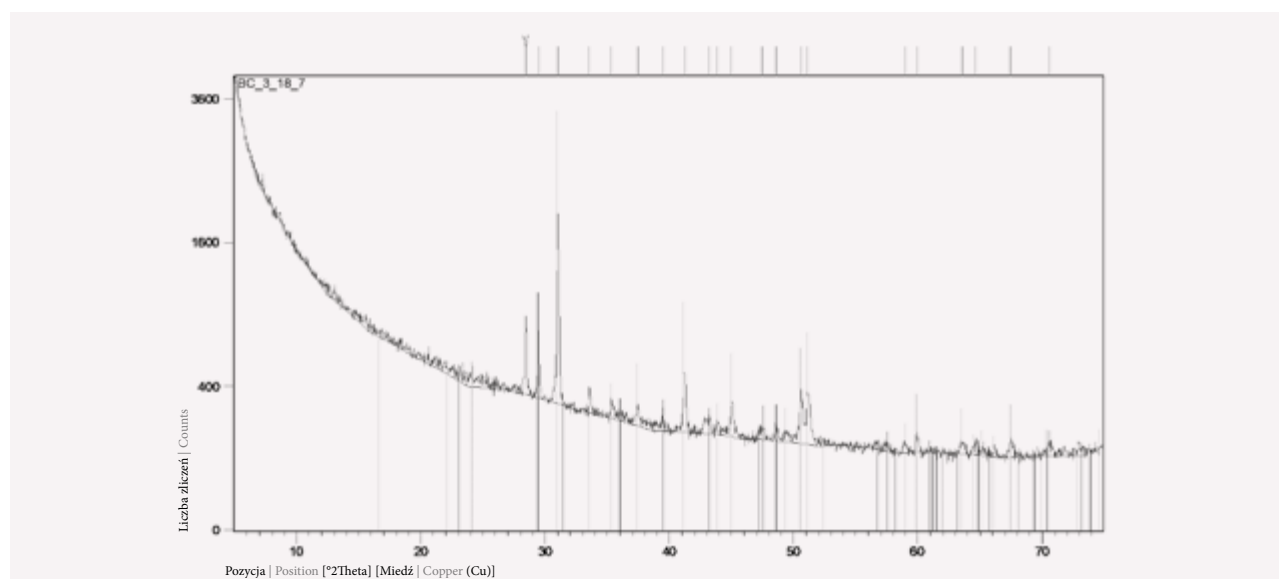
Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja **14**. Dane eksperymentalne zestawione z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru zaprezentowano w tabeli **14**.

Analiza uzyskanych danych, wykonana z wykorzystaniem bazy danych dyfrakcyjnych PDF-4+, jednoznacznie wskazuje, że głównym krystalicznym składnikiem próbki badanej zaprawy jest dolomit z domieszką kalcytu.

You Are a Fortress Protecting All Virgins (Stanza 19 of The Akathist Hymn to the Theotokos) (MNK XVIII-7; Cat. 25)

The registered diffraction pattern of the examined sample is presented in Figure **14**. Experiment data compiled with the use of the diffractometer's software are presented in Table **14**.

Analysis of the obtained data, accomplished with the use of the diffraction database PDF-4+, unmistakably indicates that the main crystalline component of the examined sample of the ground is dolomite with admixture of calcite.



14

Uzyskany obraz dyfrakcyjny próbki pobranej z ikony *Murem jesteś obronnym dla dziewic*
Diffraction pattern of the sample extracted from the icon *You Are a Fortress Protecting All Virgins*

14

Zidentyfikowane składniki próbki pobranej z ikony *Murem jesteś obronnym dla dziewic*
Identified components of the sample extracted from the icon *You Are a Fortress Protecting All Virgins*

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group	Szacowana zawartość [%] Estimated content [%]
01-073-2361	dolomit dolomite	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	R-3	84
04-002-9082	kalcyt calcite	$\text{Ca}(\text{CO}_3)$	R-3c	16

Ewangeliści św. Mateusz i św. Marek (skrzydło bramy królewskiej ikonostasu)

(MNK XVIII-534, Kat. 13)

Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja **15**. Dane eksperymentalne zestawione z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru zaprezentowano w tabeli **15**.

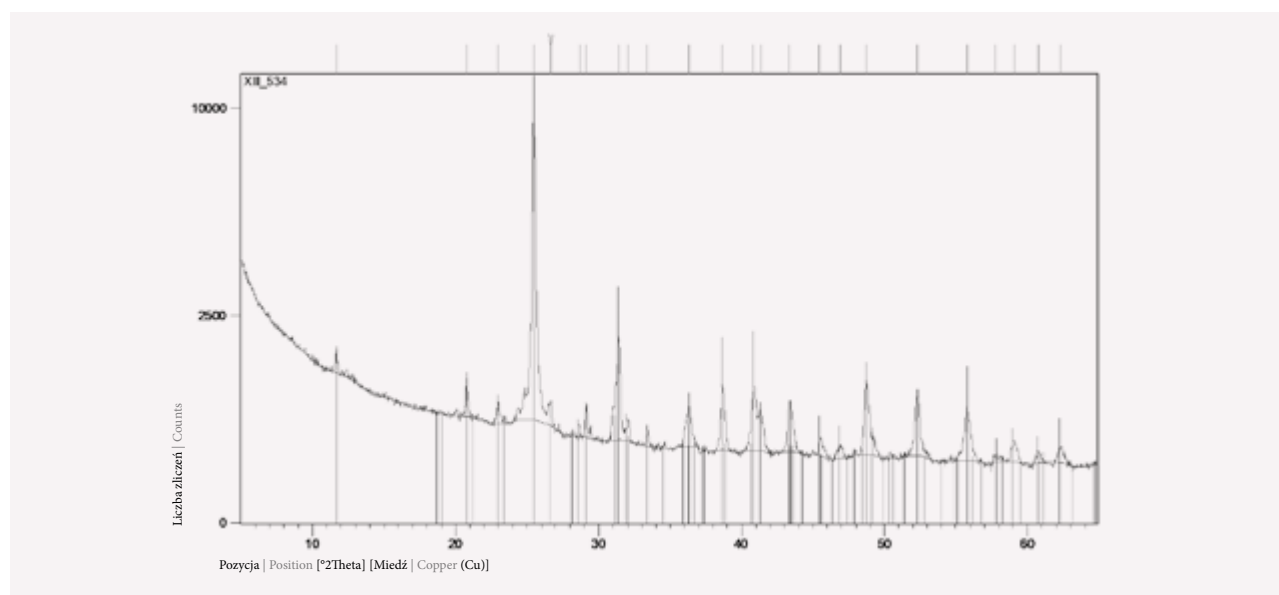
Analiza uzyskanych danych, wykonana z wykorzystaniem bazy danych dyfrakcyjnych PDF-4+, jednoznacznie wskazuje, że głównym krystalicznym składnikiem próbki badanej zaprawy jest anhydryt z niewielką domieszką gipsu.

Evangelists St Matthew and St Mark (from the Royal Doors of the iconostasis)

(MNK XVIII-534; Cat. 13)

The registered diffraction pattern of the examined sample is presented in Figure **15**. Experiment data compiled with the use of the diffractometer's software are presented in Table **15**.

Analysis of the obtained data, accomplished with the use of the diffraction database PDF-4+, unmistakably indicates that the main crystalline component of the examined sample of the ground is anhydrite with small admixture of gypsum.



15

Uzyskany obraz dyfrakcyjny próbki pobranej z ikony *Ewangeliści św. Mateusz i św. Marek*
Diffraction pattern of the sample extracted from the icon *Evangelists St Matthew and St Mark*

15

Zidentyfikowane składniki próbki pobranej z ikony *Ewangeliści św. Mateusz i św. Marek*
Identified components of the sample extracted from the icon *Evangelists St Matthew and St Mark*

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group	Szacowana zawartość [%] Estimated content [%]
04-008-0191	anhydryt anhydrite	Ca(SO ₄)	Amma	93
00-036-0432	gips gypsum	Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂	I2/a	7

Ewangeliści św. Jan i św. Łukasz (skrzydło bramy królewskiej ikonostasu)

(MNK XVIII-533, Kat. 12)

Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja **16**. Dane eksperymentalne zestawione z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru zaprezentowano w tabeli **16**.

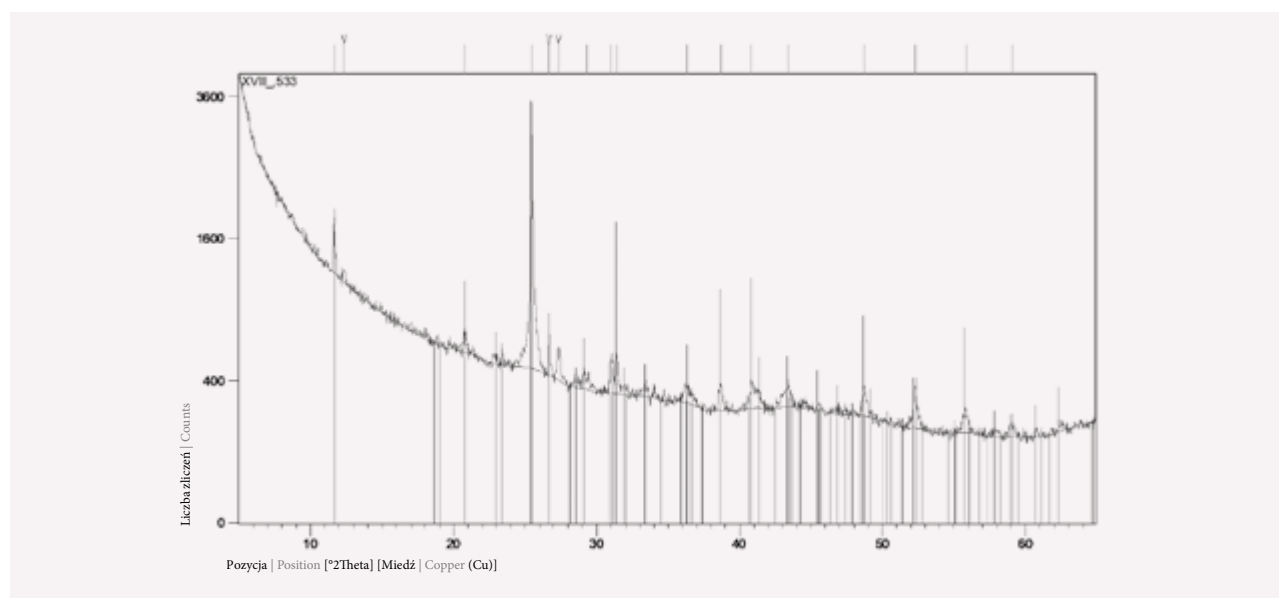
Analiza uzyskanych danych, wykonana z wykorzystaniem bazy danych dyfrakcyjnych PDF-4+, jednoznacznie wskazuje, że głównym krystalicznym składnikiem próbki badanej zaprawy jest anhydryt z domieszką gipsu.

Evangelists St John and St Luke (from the Royal Doors of the iconostasis)

(MNK XVIII-533; Cat. 12)

The registered diffraction pattern of the examined sample is presented in Figure **16**. Experiment data compiled with the use of the diffractometer's software are presented in Table **16**.

Analysis of the obtained data, accomplished with the use of the diffraction database PDF-4+, unmistakably indicates that the main crystalline component of the examined sample of the ground is anhydrite with admixture of gypsum.



16

Uzyskany obraz dyfrakcyjny próbki pobranej z ikony *Ewangeliści św. Jan i św. Łukasz*
Diffraction pattern of the sample extracted from the icon *Evangelists St John and St Luke*

16

Zidentyfikowane składniki próbki pobranej z ikony *Ewangeliści św. Jan i św. Łukasz*
Identified components of the sample extracted from the icon *Evangelists St John and St Luke*

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group	Szacowana zawartość [%] Estimated content [%]
04-007-9727	anhydryt anhydrite	Ca(SO ₄)	Cmcm	84
00-036-0432	gips gypsum	Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂	I2/a	16

Św. Jerzy zwyciężający smoka

(MNK XVIII-5, Kat. 45)

Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja 17. Dane eksperymentalne zestawione z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru zaprezentowano w tabeli 17.

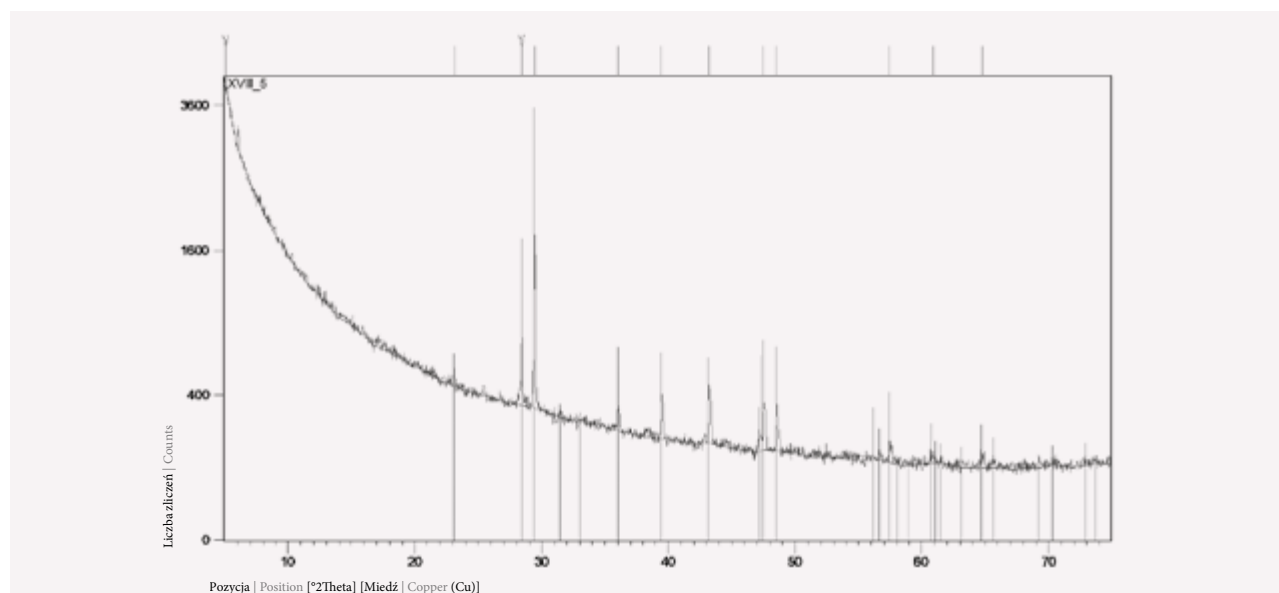
Analiza uzyskanych danych, wykonana z wykorzystaniem bazy danych dyfrakcyjnych PDF-4+, jednoznacznie wskazuje, że głównym krystalicznym składnikiem próbki badanej zaprawy jest kalcyt.

St George Slaying the Dragon

(MNK XVIII-5; Cat. 45)

The registered diffraction pattern of the examined sample is presented in Figure 17. Experiment data compiled with the use of the diffractometer's software are presented in Table 17.

Analysis of the obtained data, accomplished with the use of the diffraction database PDF-4+, unmistakably indicates that the main crystalline component of the examined sample is calcite.



17

Uzyskany obraz dyfrakcyjny próbki pobranej z ikony Św. Jerzy zwyciężający smoka
Diffraction pattern of the sample extracted from the icon *St George Slaying the Dragon*

17

Zidentyfikowane składniki próbki pobranej z ikony Św. Jerzy zwyciężający smoka
Identified components of the sample extracted from the icon *St George Slaying the Dragon*

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group
04-012-0489	kalcyt calcite	Ca(CO ₃)	R-3c

Św. Mikołaj (MNK XVIII-6, Kat. 47)

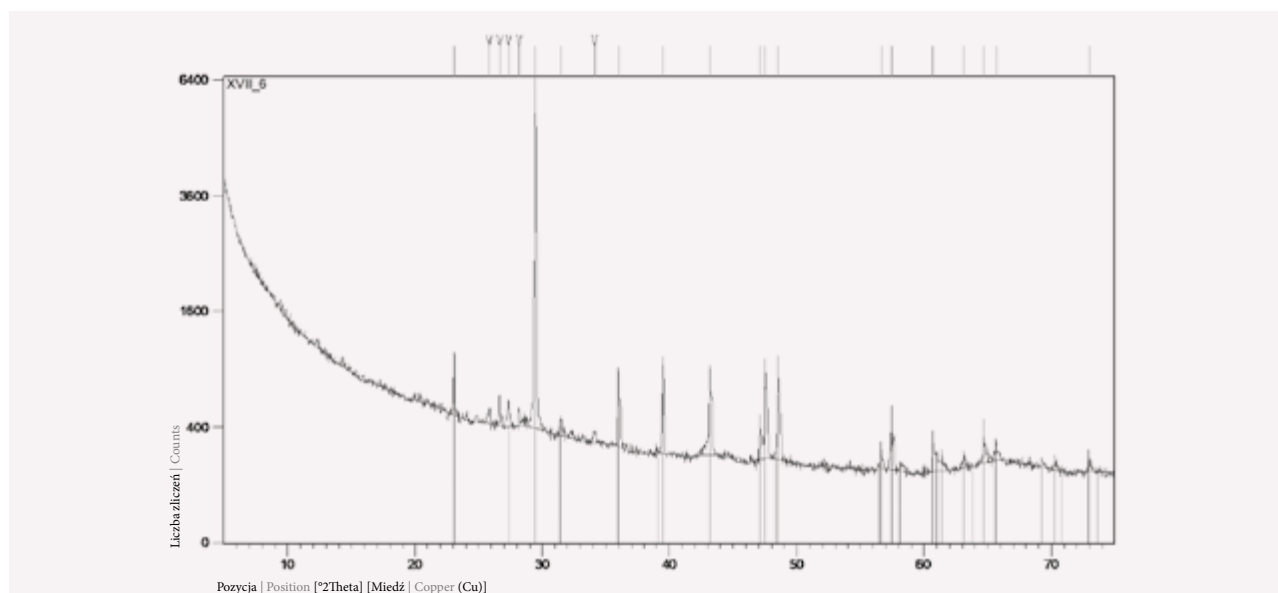
Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja [18](#). Dane eksperymentalne zestawione z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru zaprezentowano w tabeli [18](#).

Analiza uzyskanych danych, wykonana z wykorzystaniem bazy danych dyfrakcyjnych PDF-4+, jednoznacznie wskazuje, że głównym krystalicznym składnikiem próbki badanej zaprawy jest kalcyt.

St Nicholas (MNK XVIII-6, Kat. 47)

The registered diffraction pattern of the examined sample is presented in Figure [18](#). Experiment data compiled with the use of the diffractometer's software are presented in Table [18](#).

Analysis of the obtained data, accomplished with the use of the diffraction database PDF-4+, unmistakably indicates that the main crystalline component of the examined sample is calcite.

**18**



Uzyskany obraz dyfrakcyjny próbki pobranej z ikony *Św. Mikołaj*
Diffraction pattern of the sample extracted from the icon *St Nicholas*

18

Zidentyfikowane składniki próbki pobranej z ikony *Św. Mikołaj*
Identified components of the sample extracted from the icon *St Nicholas*



Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group
01-086-2334	kalcyt calcite	Ca(CO ₃)	R-3c

Zwiastowanie (MNK XVIII-14, Kat 27)

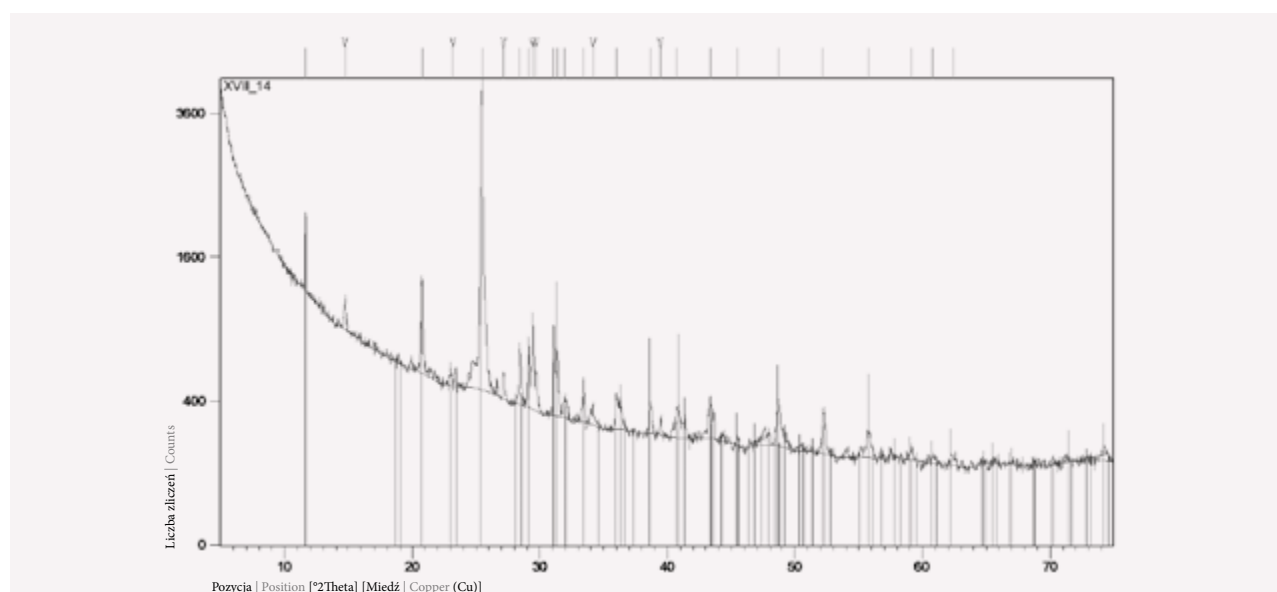
Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja  19. Dane eksperymentalne zestawione z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru zaprezentowano w tabeli  19.

Analiza uzyskanych danych, wykonana z wykorzystaniem bazy danych dyfrakcyjnych PDF-4+, jednoznacznie wskazuje, że głównym krystalicznym składnikiem próbki badanej zaprawy jest anhydryt z dodatkiem gipsu.

Annunciation (MNK XVIII-14; Cat. 27)

The registered diffraction pattern of the examined sample is presented in Figure  19. Experiment data compiled with the use of the diffractometer's software are presented in Table  19.

Analysis of the obtained data, accomplished with the use of the diffraction database PDF-4+, unmistakably indicates that the main crystalline component of the examined sample of the ground is anhydrite with admixture of gypsum.

 19

Uzyskany obraz dyfrakcyjny próbki pobranej z ikony *Zwiastowanie*
Diffraction pattern of the sample extracted from the icon *Annunciation*

 19

Zidentyfikowane składniki próbki pobranej z ikony *Zwiastowanie*
Identified components of the sample extracted from the icon *Annunciation*

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group	Szacowana zawartość [%] Estimated content [%]
04-007-4744	anhydryt anhydrite	Ca(SO ₄)	Cmcm	78
00-036-0432	gips gypsum	Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂	I2/a	22

Narodzenie Chrystusa (MNK XVIII-15, Kat. 28)

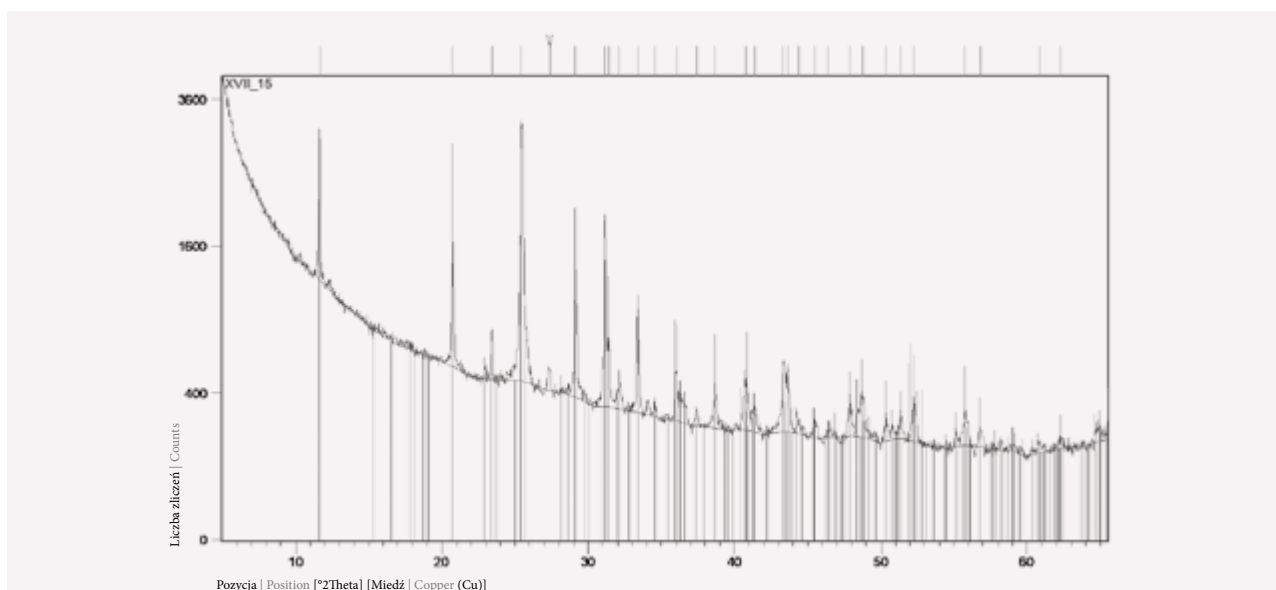
Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja [19](#). Dane eksperymentalne zestawione z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru zaprezentowano w tabeli [19](#).

Analiza uzyskanych danych, wykonana z wykorzystaniem bazy danych dyfrakcyjnych PDF-4+, jednoznacznie wskazuje, że próbka badanej zaprawy jest mieszaniną gipsu i anhydrytu.

Nativity (MNK XVIII-15; Cat. 28)

The registered diffraction pattern of the examined sample is presented in Figure [19](#). Experiment data compiled with the use of the diffractometer's software are presented in Table [19](#).

Analysis of the obtained data, accomplished with the use of the diffraction database PDF-4+, unmistakably indicates that the main crystalline component of the examined sample of the ground is a mixture of gypsum and anhydrite.

**19**

Uzyskany obraz dyfrakcyjny próbki pobranej z ikony *Narodzenie Chrystusa*
Diffraction pattern of the sample extracted from the icon *Nativity*

20

Zidentyfikowane składniki próbki pobranej z ikony *Narodzenie Chrystusa*
Identified components of the sample extracted from the icon *Nativity*

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group	Szacowana zawartość [%] Estimated content [%]
04-015-7420	gips gypsum	$\text{Ca}(\text{SO}_4)(\text{H}_2\text{O})_2$	I2/a	47
01-080-6360	anhydryt anhydrite	$\text{Ca}(\text{SO}_4)$	Amma	53

Hodegetria w otoczeniu archaniołów, proroków oraz Joachima i Anny (MNK XVIII-30, Kat. 17)

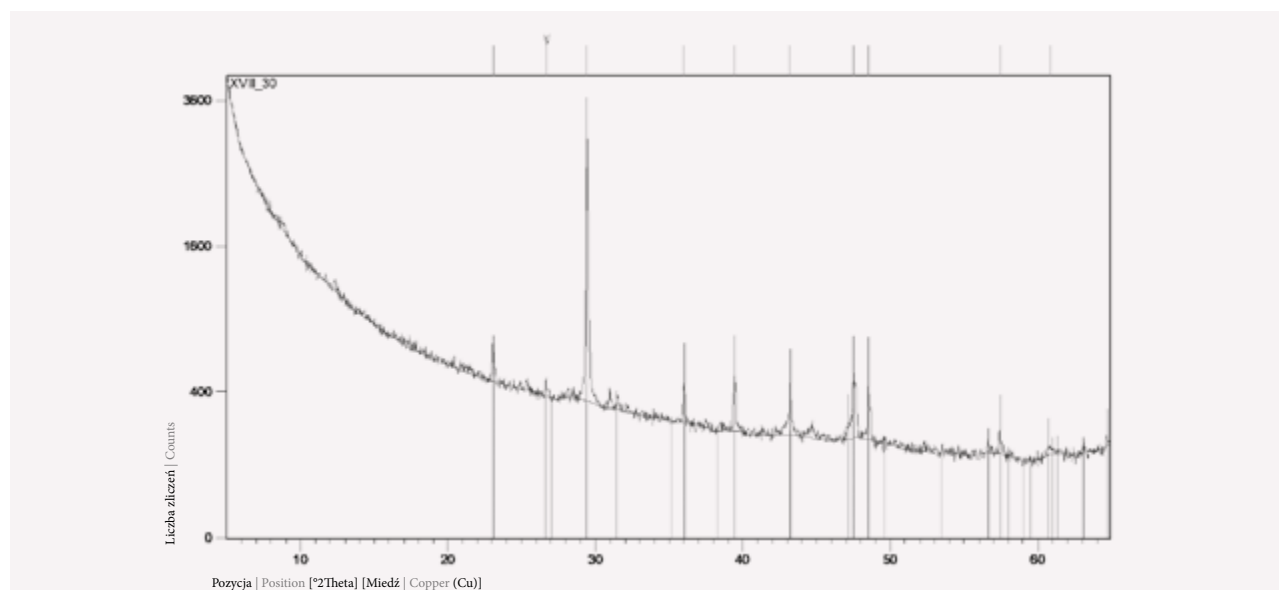
Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja **21**. Dane eksperymentalne zestawione z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru zaprezentowano w tabeli **21**.

Analiza uzyskanych danych, wykonana z wykorzystaniem bazy danych dyfrakcyjnych PDF-4+, jednoznacznie wskazuje, że głównym krystalicznym składnikiem próbki badanej zaprawy jest kalcyt.

Hodegetria Surrounded by Archangels, Prophets, and Joachim and Anne (MNK XVIII-30; Cat. 17)

The registered diffraction pattern of the examined sample is presented in Figure **21**. Experiment data compiled with the use of the diffractometer's software are presented in Table **21**.

Analysis of the obtained data, accomplished with the use of the diffraction database PDF-4+, unmistakably indicates that the main crystalline component of the examined sample is calcite.



21

Uzyskany obraz dyfrakcyjny próbki pobranej z ikony *Hodegetria w otoczeniu archaniołów, proroków oraz Joachima i Anny* | Diffraction pattern of the sample extracted from the icon *Hodegetria Surrounded by Archangels, Prophets, and Joachim and Anne*

21

Zidentyfikowane składniki próbki pobranej z ikony *Hodegetria w otoczeniu archaniołów, proroków oraz Joachima i Anny* | Identified components of the sample extracted from the icon *Hodegetria Surrounded by Archangels, Prophets, and Joachim and Anne*

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group
01-080-9776	kalcyt calcite	Ca(CO ₃)	R-3c

Godne jest (tetraptyk) (MNK XVIII-130, Kat. 24)

Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja [111](#) 22. Dane eksperymentalne zestawione z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru zaprezentowano w tabeli [111](#) 22.

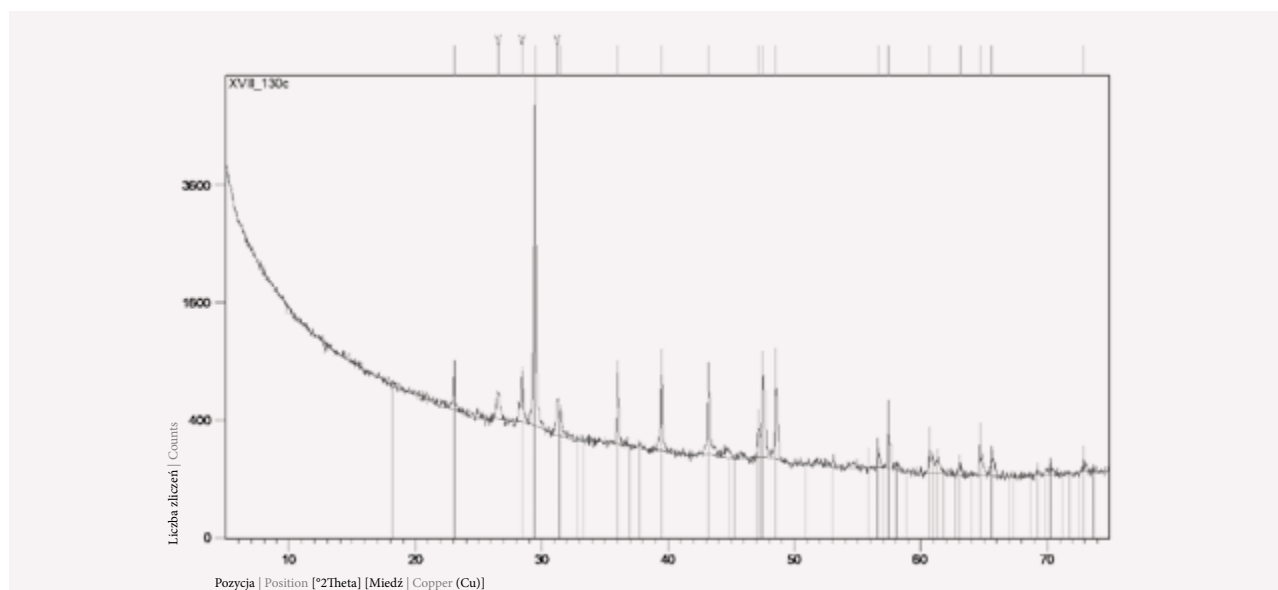
Analiza uzyskanych danych, wykonana z wykorzystaniem bazy danych dyfrakcyjnych PDF-4+, jednoznacznie wskazuje, że głównym krystalicznym składnikiem próbki badanej zaprawy jest kalcyt.

It Is Truly Meet (tetraptych)

(MNK XVIII-130; Cat. 24)

The registered diffraction pattern of the examined sample is presented in Figure [111](#) 22. Experiment data compiled with the use of the diffractometer's software are presented in Table [111](#) 22.

Analysis of the obtained data, accomplished with the use of the diffraction database PDF-4+, unmistakably indicates that the main crystalline component of the examined sample is calcite.

**111** 22

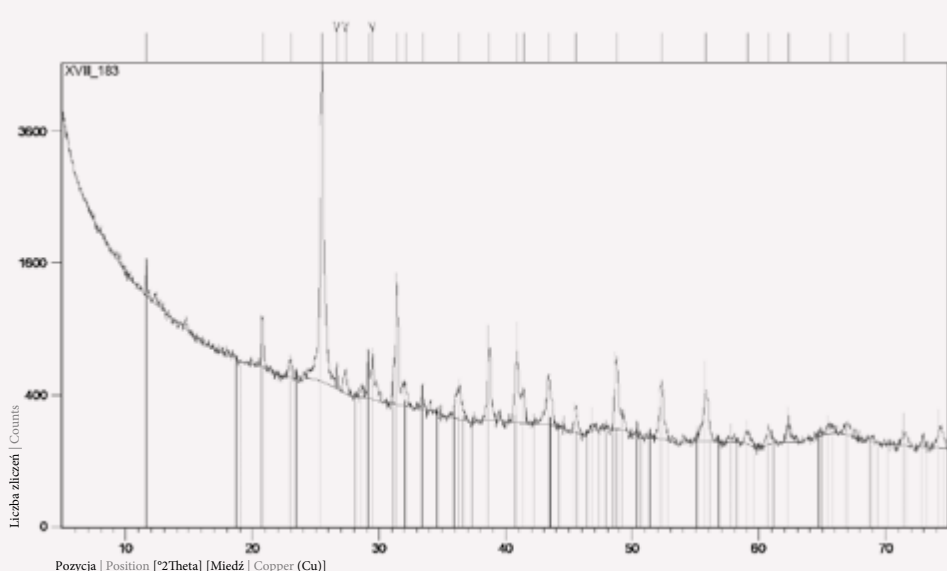
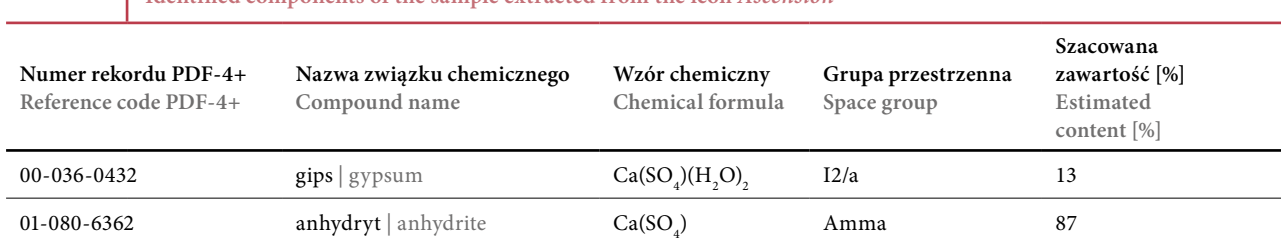
Uzyskany obraz dyfrakcyjny próbki pobranej z ikony *Godne jest*
Diffraction pattern of the sample extracted from the icon *It Is Truly Meet*

111 22

Zidentyfikowane składniki próbki pobranej z ikony *Godne jest*
Identified components of the sample extracted from the icon *It Is Truly Meet*

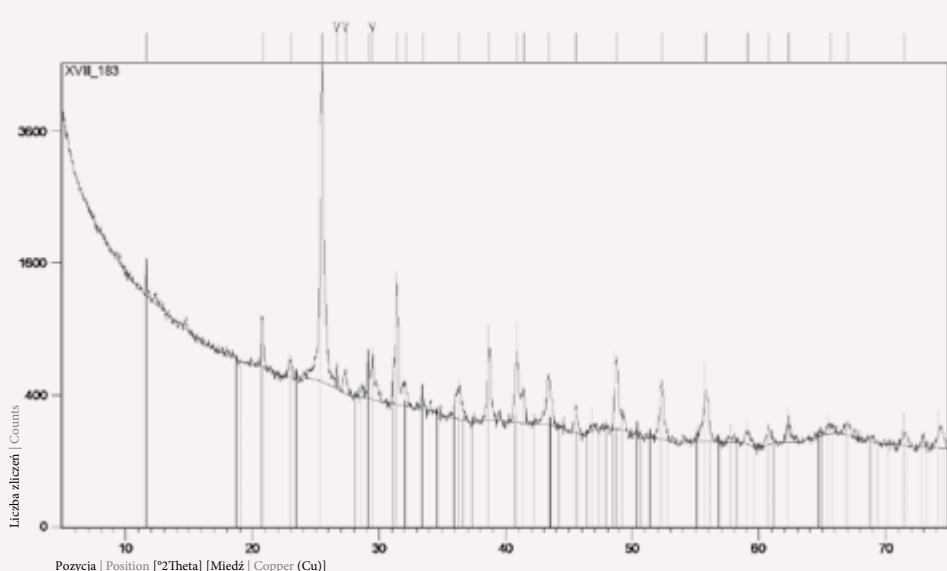
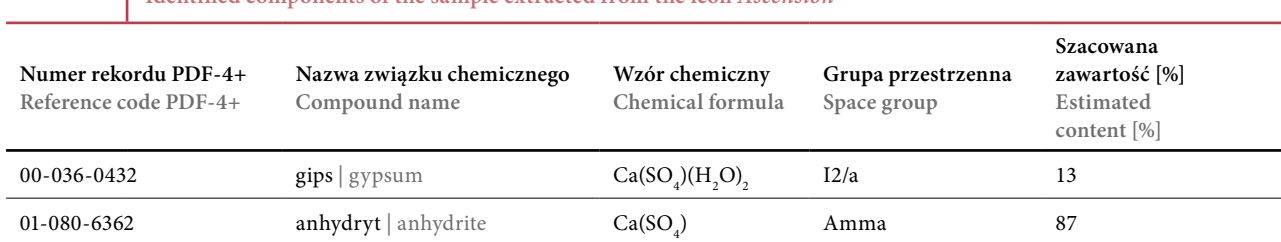
Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group
01-086-2334	kalcyt calcite	Ca(CO ₃)	R-3c

Wniebowstąpienie Pańskie (MNK XVIII-183, Kat 35)

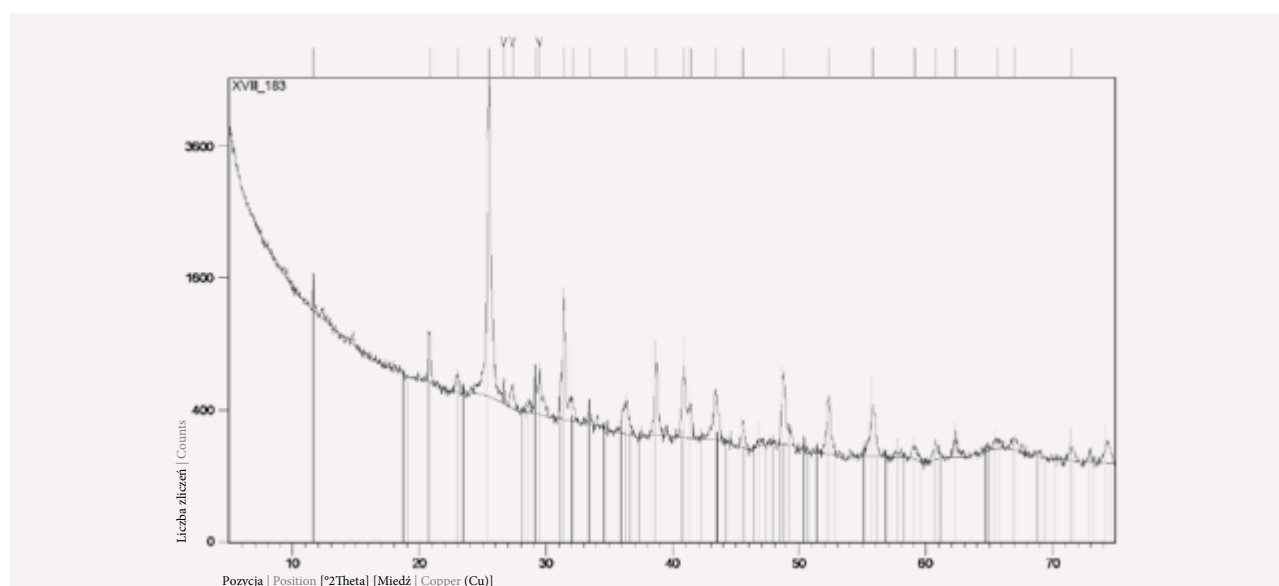
Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja  23. Dane eksperymentalne zestawione z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru zaprezentowano w tabeli  23.

Analiza uzyskanych danych, wykonana z wykorzystaniem bazy danych dyfrakcyjnych PDF-4+, jednoznacznie wskazuje, że głównym krystalicznym składnikiem próbki badanej zaprawy jest anhydryt z domieszką gipsu.

Ascension (MNK XVIII-183; Cat. 35)

The registered diffraction pattern of the examined sample is presented in Figure  23. Experiment data compiled with the use of the diffractometer's software are presented in Table  23.

Analysis of the obtained data, accomplished with the use of the diffraction database PDF-4+, unmistakably indicates that the main crystalline component of the examined sample of the ground is anhydrite with admixture of gypsum.

 23

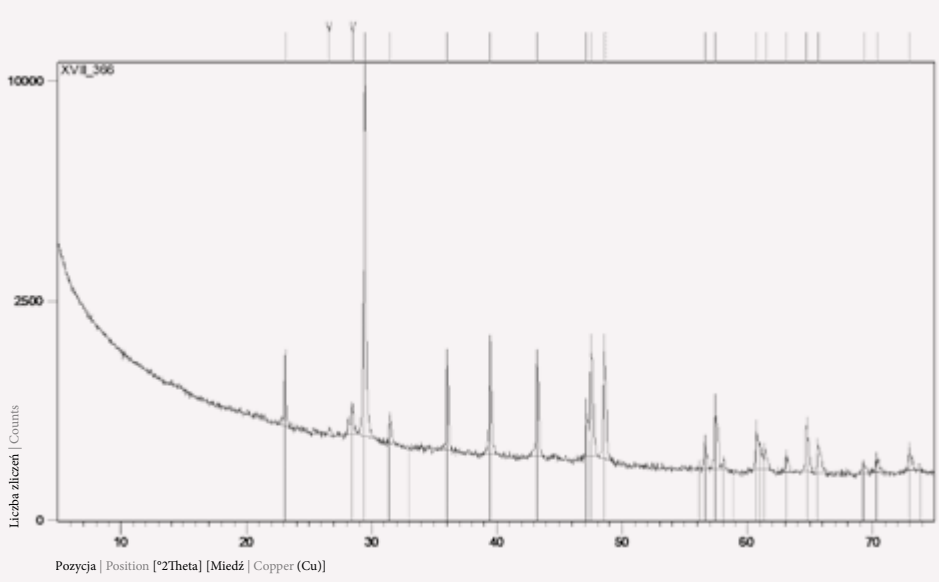
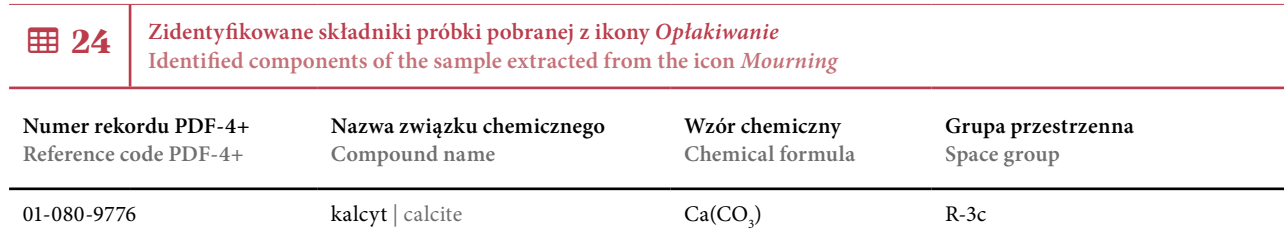
Uzyskany obraz dyfrakcyjny próbki pobranej z ikony *Wniebowstąpienie Pańskie*
Diffraction pattern of the sample extracted from the icon *Ascension*

 23

Zidentyfikowane składniki próbki pobranej z ikony *Wniebowstąpienie Pańskie*
Identified components of the sample extracted from the icon *Ascension*

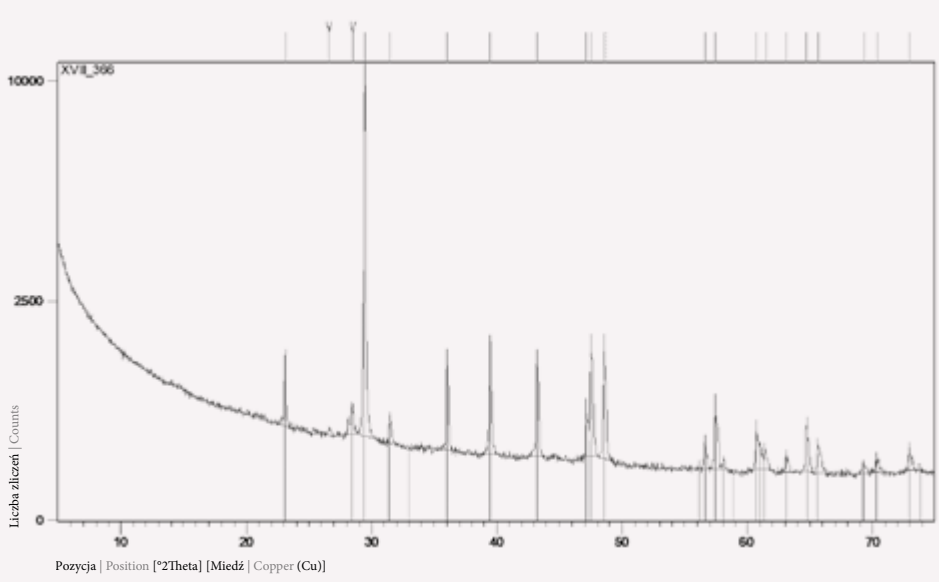
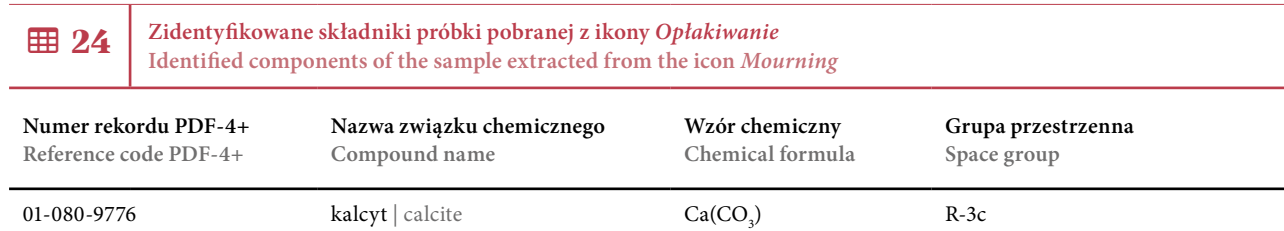
Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group	Szacowana zawartość [%] Estimated content [%]
00-036-0432	gips gypsum	$\text{Ca}(\text{SO}_4)(\text{H}_2\text{O})_2$	I2/a	13
01-080-6362	anhydryt anhydrite	$\text{Ca}(\text{SO}_4)$	Amma	87

Oplakiwanie (MNK XVIII-366)⁴¹

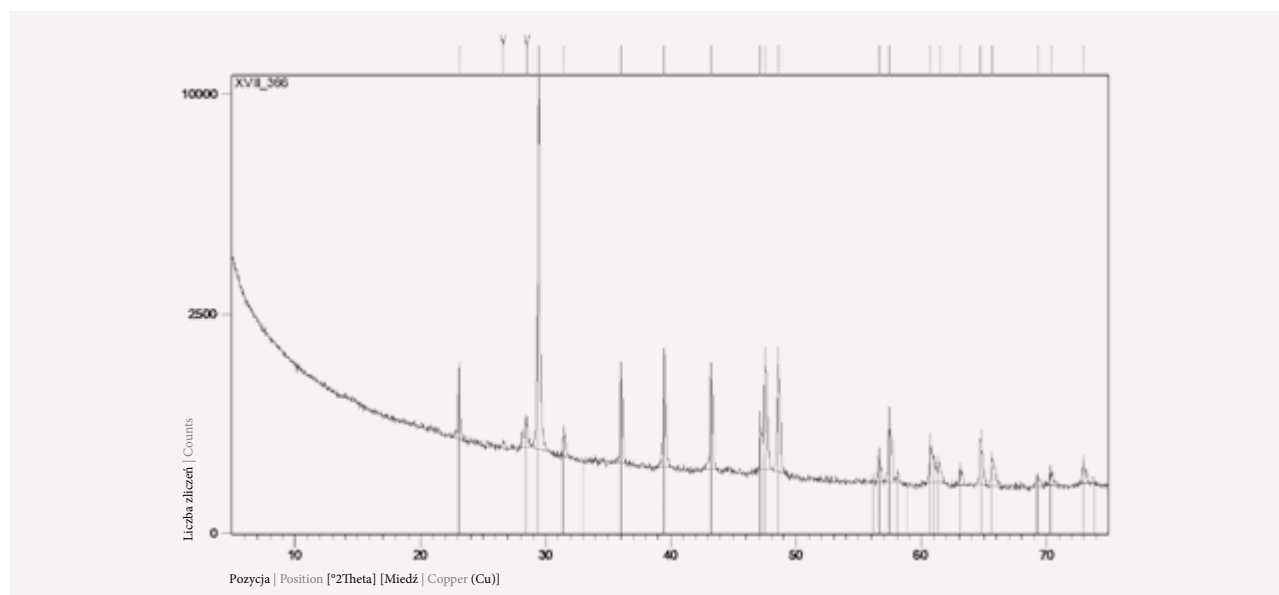
Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja  24. Dane eksperymentalne zestawione z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru zaprezentowano w tabeli  24.

Analiza uzyskanych danych, wykonana z wykorzystaniem bazy danych dyfrakcyjnych PDF-4+, jednoznacznie wskazuje, że głównym krystalicznym składnikiem próbki badanej zaprawy jest kalcyt.

Mourning (MNK XVIII-366)⁴¹

The registered diffraction pattern of the examined sample is presented in Figure  24. Experiment data compiled with the use of the diffractometer's software are presented in Table  24.

Analysis of the obtained data, accomplished with the use of the diffraction database PDF-4+, unmistakably indicates that the main crystalline component of the examined sample of the ground is calcite.



 24

Uzyskany obraz dyfrakcyjny próbki pobranej z ikony *Oplakiwanie*
Diffraction pattern of the sample extracted from the icon *Mourning*

 24

Zidentyfikowane składniki próbki pobranej z ikony *Oplakiwanie*
Identified components of the sample extracted from the icon *Mourning*

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group
01-080-9776	kalcyt calcite	Ca(CO ₃)	R-3c

⁴¹ Ikona ta nie została uwzględniona w Katalogu w tomie I (przyp. M.P.K.).

⁴¹ This icon is not included in the Catalogue published in Volume I of this study (footnote by M.P.K.).

Św. Mikołaj (MNK XVIII-795a)⁴²

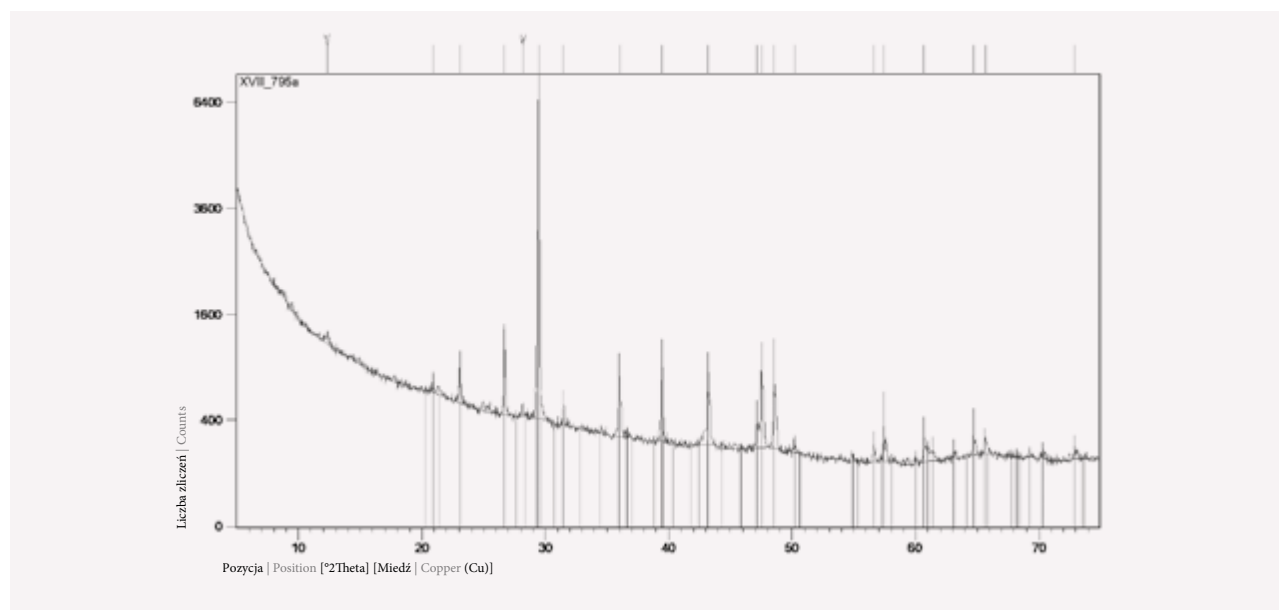
Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja [111](#) 25. Dane eksperymentalne zestawione z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru zaprezentowano w tabeli [25](#).

Analiza uzyskanych danych, wykonana z wykorzystaniem bazy danych dyfrakcyjnych PDF-4+, jednoznacznie wskazuje, że głównym krystalicznym składnikiem próbki badanej zaprawy jest kalcyt występujący z domieszką kwarcu.

St Nicholas (MNK XVIII-795a)⁴²

The registered diffraction pattern of the examined sample is presented in Figure [111](#) 25. Experiment data compiled with the use of the diffractometer's software are presented in Table [25](#).

Analysis of the obtained data, accomplished with the use of the diffraction database PDF-4+, unmistakably indicates that the main crystalline component of the examined sample of the ground is calcite with admixture of quartz.

**111** 25

Uzyskany obraz dyfrakcyjny próbki pobranej z ikony *Św. Mikołaj*
Diffraction pattern of the sample extracted from the icon *St Nicholas*

25

Zidentyfikowane składniki próbki pobranej z ikony *Św. Mikołaj*
Identified components of the sample extracted from the icon *St Nicholas*

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group	Szacowana zawartość [%] Estimated content [%]
01-080-9776	kalcyt calcite	Ca(CO ₃)	R-3c	83
04-016-2085	kwarc quartz	SiO ₂	P3221	17

⁴² Ikona ta nie została uwzględniona w Katalogu w tomie I (przyp. M.P.K.).

⁴² This icon is not included in the Catalogue published in Volume I of this study (footnote by M.P.K.).

Święci lekarze Kosma i Damian (gr. Agioi Anargyroi) (MNK XVIII-871, Kat. 43)

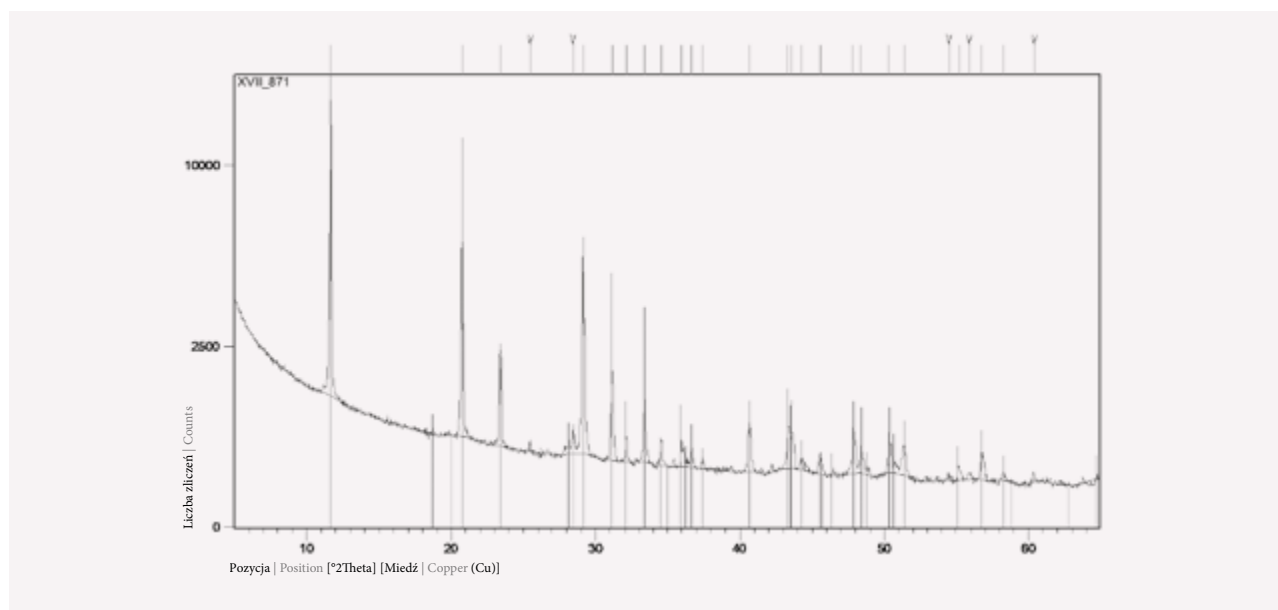
Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja [111](#) 26. Dane eksperymentalne zestawione z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru zaprezentowano w tabeli [26](#).

Analiza uzyskanych danych, wykonana z wykorzystaniem bazy danych dyfrakcyjnych PDF-4+, jednoznacznie wskazuje, że głównym krystalicznym składnikiem próbki badanej zaprawy jest gips.

Physician Saints Cosmas and Damian (Gr. Agioi Anargyroi) (MNK XVIII-871; Cat. 43)

The registered diffraction pattern of the examined sample is presented in Figure [111](#) 26. Experiment data compiled with the use of the diffractometer's software are presented in Table [26](#).

Analysis of the obtained data, accomplished with the use of the diffraction database PDF-4+, unmistakably indicates that the main crystalline component of the examined sample of the ground is gypsum.



[111](#) 26

Uzyskany obraz dyfrakcyjny próbki pobranej z ikony *Święci lekarze Kosma i Damian*
Diffraction pattern of the sample extracted from the icon *Physician Saints Cosmas and Damian*

[26](#)

Zidentyfikowane składniki próbki pobranej z ikony *Święci lekarze Kosma i Damian*
Identified components of the sample extracted from the icon *Physician Saints Cosmas and Damian*

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group
00-036-0432	gips gypsum	Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂	I2/a

Podsumowanie

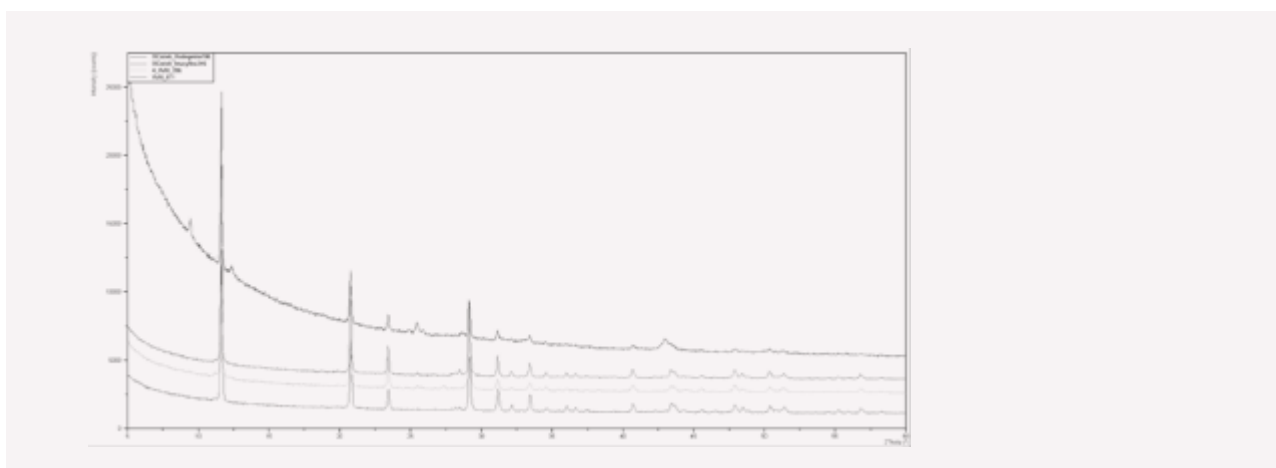
1. Badania za pomocą techniki XRPD przeprowadzono dla 25 próbek zapraw pobranych z 24 ikon. Próbki warstwy zaprawy zostały pobrane przez konserwatorów z Pałacu Biskupa Erazma Ciołka i dostarczone w postaci niewielkiego fragmentu warstwy zaprawy. Zastosowana technika rentgenowskiej dyfrakcji proszkowej pozwoliła na identyfikację składu jakościowego próbek. Zgodnie z uzyskanymi wynikami warstwa zaprawy w badanych obiektach składa się z:

→ gipsu (MNK XVIII-196, MNK XVIII-346, MNK XVIII-396, MNK XVIII-871)

Conclusion

1. The XRPD examination was conducted on 25 samples of ground layers extracted from 24 icons. The samples were extracted by conservators from the Bishop Erazm Ciołek Palace and delivered in the form of a small fragment of the ground layer. The applied technique of X-ray powder diffraction allowed identification of the composition of the samples. Conforming with the obtained results, the ground layers in the examined objects are composed of:

→ gypsum (MNK XVIII-196, MNK XVIII-346, MNK XVIII-396, MNK XVIII-871)

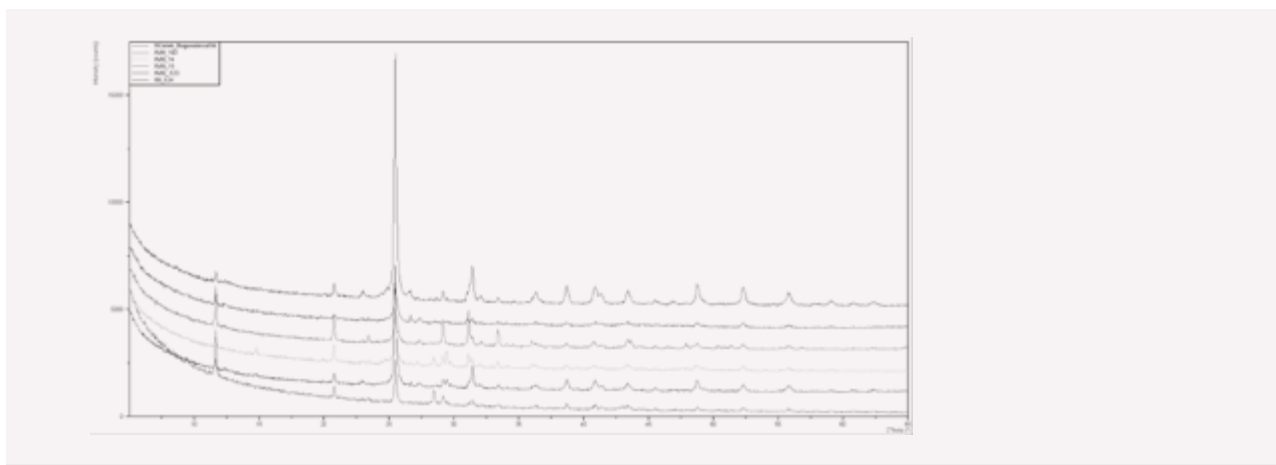


27

Obrazy dyfrakcyjne próbek zaprawy pobranych z ikon: MNK XVIII-196; MNK XVIII-346; MNK XVIII-396; MNK XVIII-871, w których stwierdzono obecność gipsu (100%) | Diffraction patterns of the samples of ground extracted from the icons: MNK XVIII-196; MNK XVIII-346; MNK XVIII-396; MNK XVIII-871, in which the presence of gypsum (100%) was confirmed

→ gipsu i anhydrytu (MNK XVIII-574, MNK XVIII-183, MNK XVIII-14, MNK XVIII-15, MNK XVIII-533, MNK XVIII-534)

→ gypsum and anhydrite (MNK XVIII-574, MNK XVIII-183, MNK XVIII-14, MNK XVIII-15, MNK XVIII-533, MNK XVIII-534)

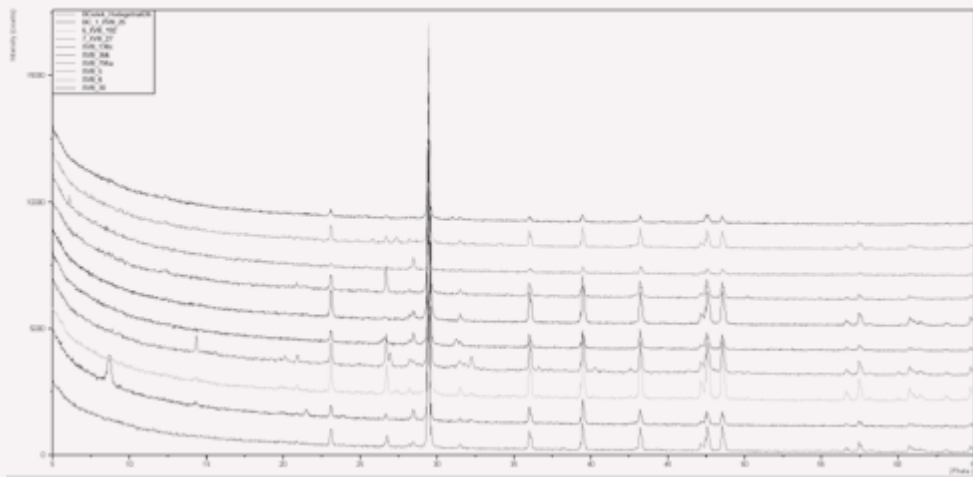


28

Obrazy dyfrakcyjne próbek zaprawy, w których stwierdzono obecność gipsu i anhydrytu | Diffraction patterns of the ground samples in which the presence of gypsum and anhydrite was confirmed

→ kalcytu (MNK XVIII-130c, MNK XVIII-366, MNK XVIII-5, MNK XVIII-6, MNK XVIII-30, MNK XVIII-25*, MNK XVIII-192*, MNK XVIII-795a*)

→ calcite (MNK XVIII-130c, MNK XVIII-366, MNK XVIII-5, MNK XVIII-6, MNK XVIII-30, MNK XVIII-25*, MNK XVIII-192*, MNK XVIII-795a*)

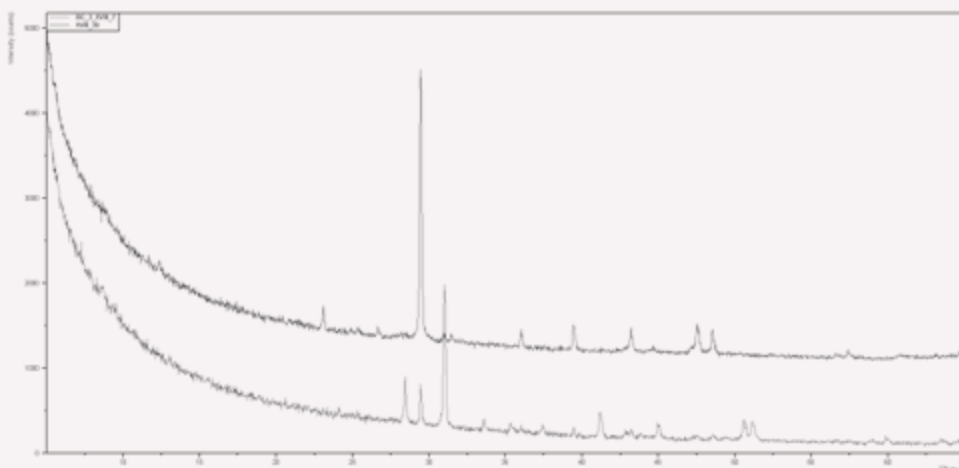


29

Obrazy dyfrakcyjne próbek zaprawy zawierających kalcyt jako główny składnik
Diffraction patterns of the ground samples containing calcite as the main component

→ kalcytu i anhydrytu (MNK XVIII-20*)
→ kalcytu i gipsu (MNK XVIII-57*)
→ kalcytu, gipsu i anhydrytu (MNK XVIII-11250*)
→ kalcytu i tlenku wapnia (MNK XVIII-636)
→ dolomitu z domieszką kalcytu (MNK XVIII-7)
→ kalcytu i weddellitu (MNK XVIII-11250*); występowanie w badanej próbce weddellitu wskazuje, że obiekt wymaga szczególnej uwagi konserwatorów.
(* z domieszką kwarcu)

→ calcite and anhydrite (MNK XVIII-20*)
→ calcite and gypsum (MNK XVIII-57*)
→ calcite, gypsum and anhydrite (MNK XVIII-11250*)
→ calcite and calcium oxide (MNK XVIII-636)
→ dolomite with admixture of calcite (MNK XVIII-7)
→ calcite and weddellite (MNK XVIII-11250*); the occurrence of weddellite in the examined sample indicates that the object required conservators' particular attention.
(* admixture of quartz)



30

Obrazy dyfrakcyjne próbek zaprawy z ikony MNK XVIII-30 zawierających kalcyt oraz dolomit i kalcyt | Diffraction patterns of the ground samples – extracted from the icon MNK XVIII-30 – containing calcite as well as dolomite and calcite

2. Ustalono również przybliżony procentowy skład ilościowy badanych próbek. W wypadku identyfikacji tylko jednego składnika należy uznać, że jego zawartość w próbce wynosi 100% i wartości tej nie podawano w tabelach zidentyfikowanych składników próbki.

Należy zaznaczyć, że podane wartości liczbowe odnoszą się jedynie do składu badanych próbek i nie wolno ich uogólniać do całej warstwy zaprawy badanych obiektów, gdzie w różnych punktach zawartość poszczególnych składników może być inna. Potwierdza to różnica w zawartości procentowej poszczególnych składników w wypadku ikony MNK XVIII-57, z której pobrano dwie próbki z warstwy zaprawy. We wszystkich pozostałych wypadkach badaniom XRPD poddawano tylko jedną próbkę pobraną z warstwy zaprawy poszczególnych obiektów.

3. Analiza uzyskanych obrazów dyfrakcyjnych próbek zapraw ikon należących do kolekcji Muzeum Narodowego w Krakowie (Pałac Biskupa Erazma Ciołka) pozwoliła na jednoznaczną identyfikację głównych składników krystalicznych wchodzących w skład badanych próbek. Zidentyfikowane związki chemiczne pozwolą na (trudne innymi metodami) określenie, na jakiej bazie wykonano zaprawę w badanych obiektach, co umożliwi pełniejsze scharakteryzowanie technologiczne badanych ikon.

4. Uzyskane rezultaty, zamieszczone w sprawozdaniu w formie stabelaryzowanych danych otrzymanych w trakcie pomiarów i analiz, mogą być także wykorzystane w dalszych badaniach porównawczych i stylistycznych prowadzonych w Muzeum Narodowym w Krakowie przez historyków sztuki i konserwatorów. Można je również wykorzystać do porównań z danymi z literatury światowej, celem pełniejszej charakterystyki zbiorów MNK.

2. Also, an approximate percentage composition of the examined samples was established. In cases when only one component was identified, it should be understood that its content in the sample amounts to 100%, so this value was not quoted in the tables of the identified components of the sample.

It is necessary to note that the given numerical values only refer to the composition of the examined samples and must not be generalised for the entire layer of ground of the examined objects where, at various points, the content of individual components may vary. This is confirmed in the difference of the percentage content of individual components in the case of the icon MNK XVIII-57, from which two samples were extracted. In all the other cases, only one sample extracted from the ground layer was submitted to XRPD examination.

3. Analysis of the obtained diffraction patterns of the samples of ground layers from the icons in the collection of the National Museum in Krakow (The Bishop Erazm Ciołek Palace) allowed the unequivocal identification of the main crystalline components comprising the examined samples. The identified chemical compounds will provide us with the possibility (hardly accessible by other methods) to define the basis of the ground in the examined objects, which will enable a fuller technical description of the icons in question.

4. The results, obtained and included in the report in the form of tables with data received during the procedure and analysis, may also be useful for further comparative and stylistic research conducted in the National Museum in Krakow by art historians and conservators. They also may be used for comparisons with corresponding global data for a better description of the NMK collection.

3.3

Wyniki badań zaprawy dla próbek z ikon *Św. Antoni Rzymski i Matka Boska Smoleńska* Results of the Examination of Ground Samples from the Icons *St Anthony of Rome* and *Mother of God of Smolensk*

dr Alicja Rafalska-Łasocha
Wydział Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego
Data sporządzenia raportu: 1708.2017

Dr Alicja Rafalska-Łasocha
Faculty of Chemistry of the Jagiellonian University
Date of the report: 1708.2017

Św. Antoni Rzymski

(MNK XVIII-575, Kat. 50)

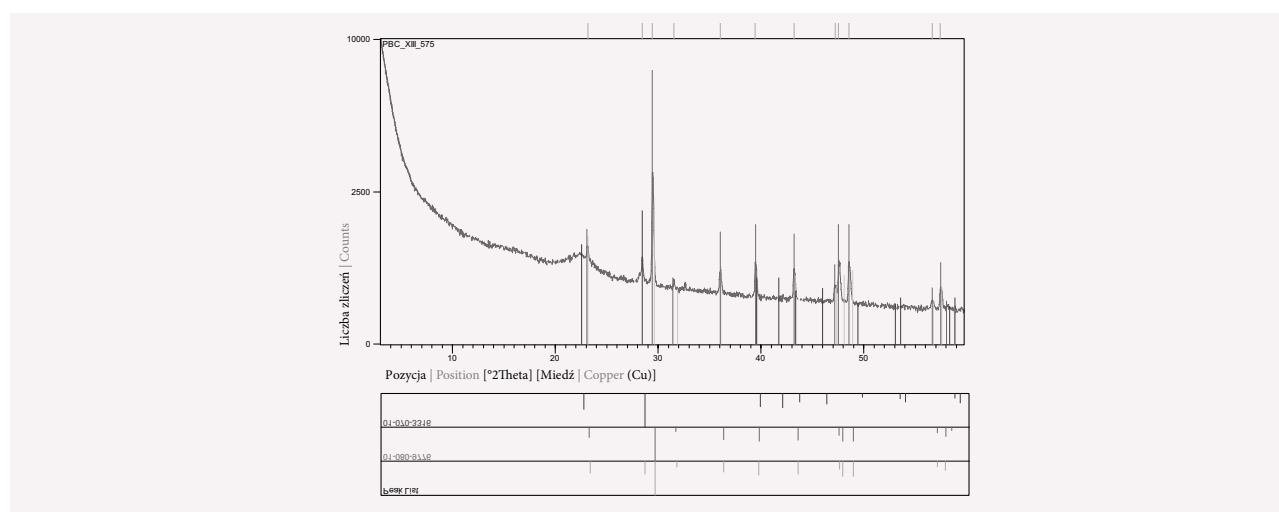
W obydwu badanych próbkach występuje zaprawa kredowa. Oprócz kalcytu próbki zawierają niewielkie domieszki kwarcu (próbka MNK XVIII-575_pr1) lub glinokrzemianu dickitu (próbka MNK XVIII-575_pr3).

St Anthony of Rome

(MNK XIII-575; Cat. 50)

The examined samples contain chalk ground. Apart from calcite, the samples contain small admixtures of quartz (sample MNK XVIII-575_pr1) or Dickite-2M1 (sample MNK XVIII-575_pr3).

Próbka MNK XVIII-575_pr1 | Sample MNK XVIII-575_pr1



Uzyskany obraz dyfrakcyjny | Graphics, analyze view



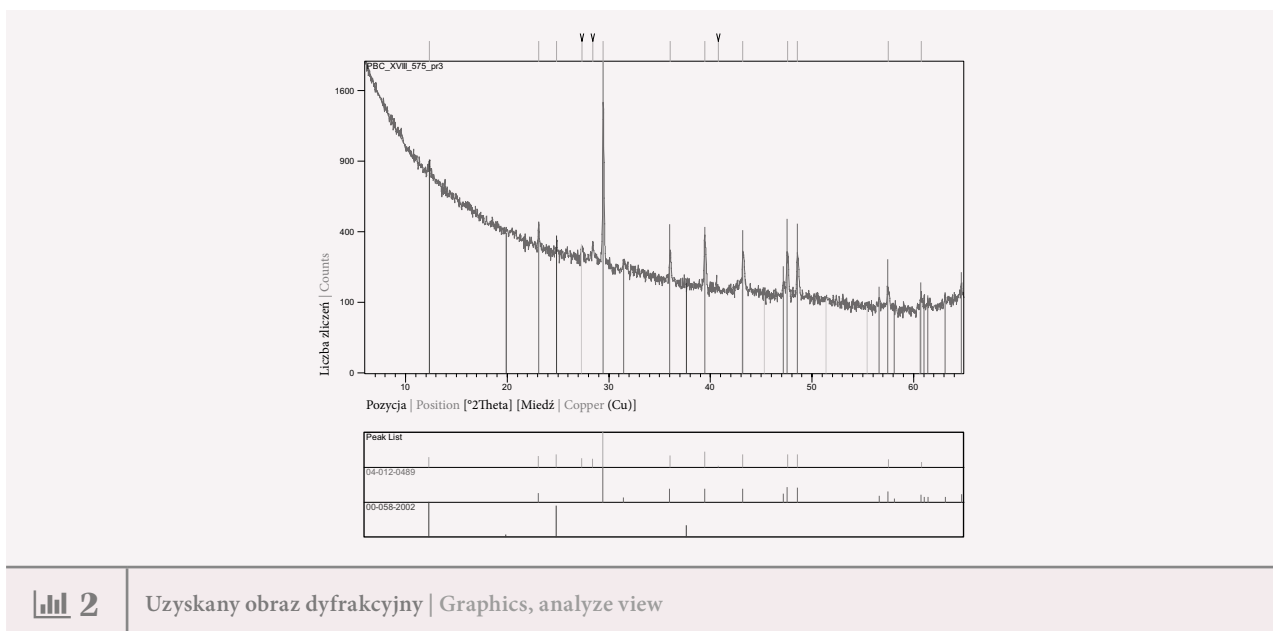
Zidentyfikowane składniki | Pattern list

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group	Zawartość procentowa [%] Semiquant [%]
01-080-9776	Calcium Carbonate	Ca(CO ₃)	R-3c	82
01-070-3316	kwarc quartz HP, syn	SiO ₂	P3121	18

1a Zestawienie Peak list		
Pozycja [°2Th.] Position [°2Th.]	Odległość między- płaszczyznowa [Å] d-spacing [Å]	Intensywność względna [%] Rel. intensity [%]
23.1769	3.83778	11.80
28.4577	3.13650	13.71
29.4365	3.03439	100.00
31.5276	2.83774	3.13

36.0152	2.49379	9.85
39.4414	2.28470	16.67
43.1880	2.09478	13.77
47.2019	1.92559	5.57
47.5389	1.91272	19.00
48.5359	1.87574	19.10
56.6460	1.62494	2.54
57.4376	1.60308	6.74

Próbka MNK XVIII-575_pr3 | Sample MNK XVIII-575_pr3



2

Uzyskany obraz dyfrakcyjny | Graphics, analyze view

2 Zidentyfikowane składniki Pattern list				
Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group	Zawartość procentowa [%] Semiquant [%]
04-012-0489	kalcyt calcite	Ca(CO ₃)	R-3c	-
00-058-2002	dickit (dykit) dickite-2M1	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	Cc	-

2a Zestawienie Peak list		
Pozycja [°2Th.] Position [°2Th.]	Odległość między- płaszczyznowa [Å] d-spacing [Å]	Intensywność względna [%] Rel. intensity [%]
12.3543	7.16466	8.37
23.1010	3.85023	9.39
24.8478	3.58338	13.43
27.3353	3.26268	6.02
28.4102	3.14164	5.68

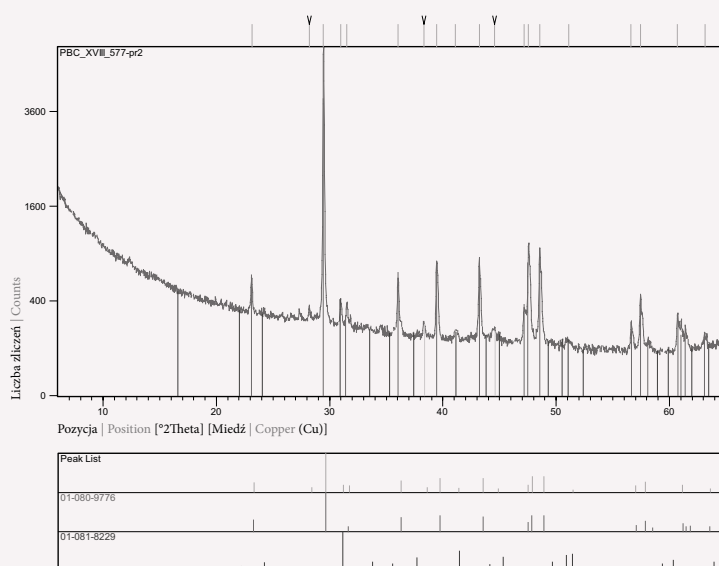
29.4415	3.03389	100.00
36.0439	2.49187	10.95
39.4445	2.28453	18.82
40.7679	2.21337	0.16
43.1951	2.09446	12.90
47.5937	1.91065	12.86
48.5490	1.87526	12.65
57.4854	1.60319	4.84
60.7512	1.52333	2.22

Matka Boska Smoleńska

(MNK XVIII-577, Kat. 23)

Mother of God of Smolensk

(MNK XVIII-577; Cat. 23)

Próbka MNK XVIII-577_pr2 | Sample MNK XVIII-577_pr2

Uzyskany obraz dyfrakcyjny | Graphics, analyze view



Zidentyfikowane składniki | Pattern list

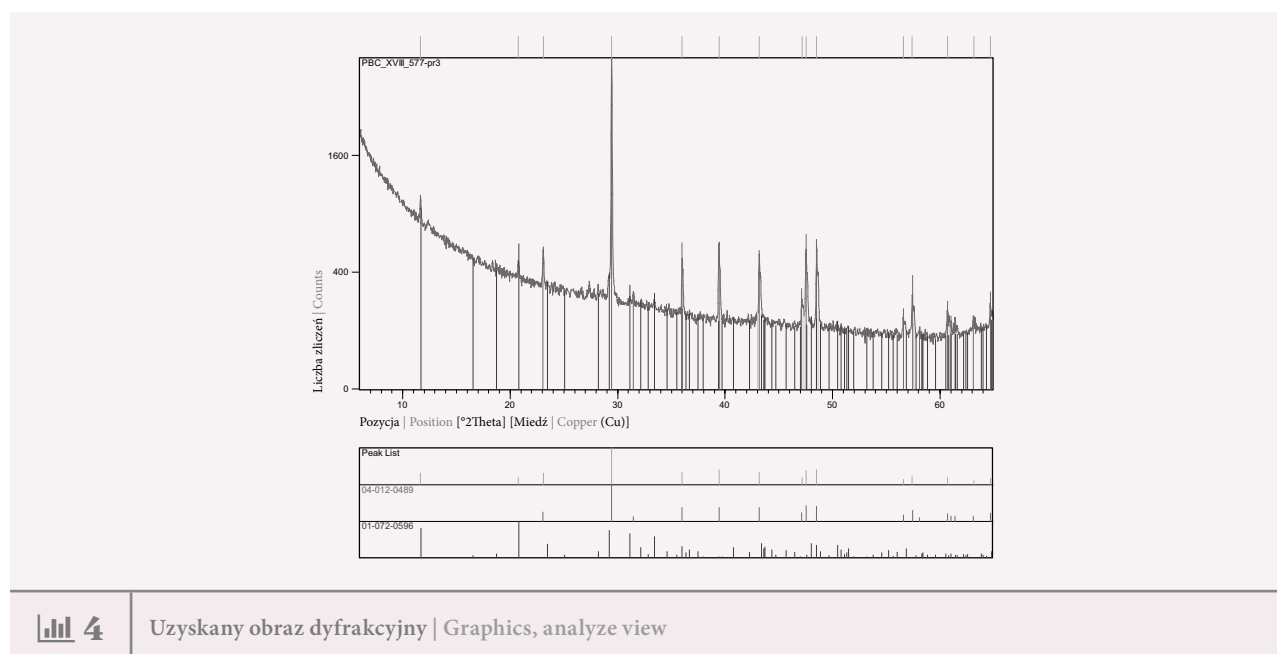
Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group	Zawartość procentowa [%] Semiquant [%]
01-080-9776	węglan wapnia calcium carbonate	Ca(CO ₃)	R-3c	94
01-081-8229	dolomit dolomite	Ca Mg (CO ₃) ₂	R-3	6



Zestawienie | Peak list

Pozycja [°2Th.] Position [°2Th.]	Odległość między- płaszczyznowa [Å] d-spacing [Å]	Intensywność względna [%] Rel. intensity [%]		
			41.1213	2.19516
			43.2046	2.09402
			44.5668	2.03313
			47.1626	1.92710
23.1211	3.84692	6.10	47.5598	1.91193
28.1805	3.16672	1.68	48.5460	1.87537
29.4531	3.03273	100.00	51.0971	1.78757
30.9611	2.88837	3.81	56.6151	1.62575
31.5155	2.83881	3.25	57.4451	1.60422
36.0172	2.49365	8.84	60.7174	1.52536
38.3247	2.34866	1.63	63.1307	1.47274
39.4492	2.28426	12.89	64.7160	1.43925

Próbka MNK XVIII-577_pr3 | Sample MNK XVIII-577_pr3



Uzyskany obraz dyfrakcyjny | Graphics, analyze view



Zidentyfikowane składniki | Pattern list

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group	Zawartość procentowa [%] Semiquant [%]
04-012-0489	kalcyt calcite	Ca(CO ₃)	R-3c	87
01-072-0596	gips gypsum	Ca (SO ₄) (H ₂ O) ₂	C2/c	13



Zestawienie | Peak list

Pozycja [°2Th.] Position [°2Th.]	Odległość między- płaszczyznowa [Å] d-spacing [Å]	Intensywność względna [%] Rel. intensity [%]
11.6497	7.59636	9.69
20.7752	4.27571	3.80
23.0885	3.85229	9.58
29.4286	3.03519	100.00
35.9919	2.49535	11.77

39.4246	2.28563	16.07
43.1673	2.09574	12.24
47.1785	1.92649	3.38
47.5180	1.91351	14.72
48.5157	1.87647	16.11
56.5703	1.62693	2.05
57.4111	1.60509	5.84
60.6859	1.52608	3.36
63.1331	1.47269	1.23
64.6724	1.44012	2.88

Podsumowanie

We wszystkich badanych próbkach głównym składnikiem zaprawy jest kalcyt, co świadczy, że występuje zaprawa kredowa. W wypadku ikony o nr. inw. MNK XVIII-577 oprócz kredy zidentyfikowano również domieszkę dolomitu (próbka MNK XVIII-577_pr2) lub gipsu (próbka MNK XVIII-577_pr3), przeważająca jest jednak zawartość kredy.

Conclusion

In all of the examined samples, the main component of the ground layer appears to be calcite, which indicates a chalk ground. In the case of icon MNK XVIII-577, apart from chalk there also was identified admixture of dolomite (sample MNK XVIII-577_pr2) or gypsum (sample MNK XVIII-577_pr3); however, chalk is the dominant content.

4

Analizy warstw malarskich Analyses of Paint Layers

4.1

Wyniki analizy SEM EDX⁴³ Results of SEM EDX Analysis⁴³

dr Michał Płotek
dr Małgorzata Walczak
Zakład Chemii i Fizyki Konserwatorskiej
Wydział Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki
Akademia Sztuk Pięknych w Krakowie
Data sporządzenia raportu: 30.09.2016

Dr Michał Płotek
Dr Małgorzata Walczak
Institute of Conservatorial Chemistry and Physics
Faculty of Conservation and Restoration of the Works of Art
Academy of Fine Arts in Krakow
Date of the report: 30.09.2016

Opis metody badawczej

Analizy SEM EDX wykonano według następującej procedury: próbki zatapiało w żywicy epoksydowej i wyszlifowano w celu otrzymania przekroju poprzecznego. Zdjęcia wykonano odwróconym mikroskopem optycznym firmy Zeiss model NEOPHOT 32. Badania składu chemicznego wykonano za pomocą przystawki EDX (IXRF Systems) do mikroskopu elektronowego SEM (JEOL 5500 LV).

Podczas analizy napięcie przyspieszające wynosiło 20 kV, a odległość powierzchnia – ognisko wynosiła 20 mm. Czas akwizycji widma wynosił 20 s.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-3

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. Warstwa azurytu z wypełniaczem kredowym.
3. Werniks/przeklejenie.
4. W warstwie zewnętrznej wykryto związki organiczne, krzem, wapń, ślady pigmentu ziemnego.

⁴³ W publikacji pominięte zostały opisy pomiarów i dane techniczne. Fotografie barwne szlifów poprzecznych zamieszczono na końcu tomu (Aneks 5) (przyt. M.P.K.).

Description of the method

The SEM EDX analyses were performed according to the following procedure: samples were embedded in epoxy resin and cut to obtain a transversal section. Pictures were taken with a Zeiss NEOPHOT 32 reversed optical microscope. Examination of the chemical composition was conducted with the use of EDX (IXRF Systems) snapshots with an SEM electron microscope (JEOL 5500 LV).

During the analysis, the step increase was 20 kV, and the distance between the surface and light source was 20 mm. The spectral acquisition period was 20 sec.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-3

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint layers were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. Azurite layer with chalk filling.
3. Varnish/sizing.
4. In the external layer, organic compounds, silicon, calcium and traces of earth pigment were detected.

⁴³ Descriptions of measurements and technical data have been here omitted. Colour photographs of transversal sections are to be found at the end of the present Volume (Appendix 5) (footnote by M.P.K.).

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Przeklejona zaprawa kredowa.
2. Cienka warstwa czerni.
3. Warstwa bieli ołowiowej z zielonym pigmentem miedziowym oraz wtrąceniami pigmentu ziemnego i czerni kostnej.
4. Warstwa czerni lub przeklejenia.
5. W warstwie zewnętrznej wykryto dużą ilość krzemu.

**Interpretacja wyników analizy SEM EDX
wykonanej dla ikony MNK XVIII-4**
Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. Podmalowanie czernią kostną.
3. Warstwa czerwieni ziemnej z wtrąceniami czerni kostnej.
4. Warstwa bieli ołowiowej z wypełniaczem kredowym.
5. Warstwa azurytu z wypełniaczem kredowym.
6. Werniks.

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. Warstwa bieli ołowiowej z zielonym pigmentem miedziowym oraz wtrąceniami aury pigmentu, pigmentu ziemnego i czerni kostnej.
3. W jednej części w próbce występuje warstwa pomarańczowa, prawdopodobnie pigment ziemny.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. Warstwa czerni.
3. W warstwie koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową oraz wypełniacz kredowy.
4. Warstwa azurytu z bielą ołowiową.

**Interpretacja wyników analizy SEM EDX
wykonanej dla ikony MNK XVIII-5**
Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Sized chalk ground.
2. Thin layer of black.
3. Layer of lead white with green copper pigment and inclusions of earth pigment and bone black.
4. Layer of black or sizing.
5. In the external layer, a considerable amount of silicon was detected.

**Interpretation of the SEM EDX
analysis for the icon MNK XVIII-4**
Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. Underpainting in bone black.
3. Layer of earth red with inclusions of bone black.
4. Layer of lead white with chalk filling.
5. Layer of azurite with chalk filling.
6. Varnish.

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. Layer of lead white with green copper pigment and inclusions of orpiment, earth pigment, and bone black.
3. In one part of the sample occurs an orange layer, most probably earth pigment.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. Layer of black.
3. In the layer of blue colour was detected lead white and chalk filling.
4. Layer of azurite with lead white.

**Interpretation of the SEM EDX
analysis for the icon MNK XVIII-5**
Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.

2. W warstwie koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową. W miejscach koloru szarego wykryto krzem.

3. Warstwa organiczna.

4. W cienkiej, zewnętrznej warstwie wykryto krzem, kredę, niewielką ilość pigmentu ziemnego oraz czerni kostnej.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.

2. W warstwie koloru czerwonego wykryto dużą ilość krzemu oraz węgla i tlenu (związki organiczne) oraz czerwień żelazową.

3. Gruba warstwa werniksu (?). W jego górnej części wykryto wtrącenie cynobru.

Próbka nr 4'

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.

2. W warstwie koloru czerwonego wykryto dużą ilość krzemu, węgla i tlenu (związki organiczne) oraz czerwień żelazową.

3. Gruba warstwa werniksu, przeklejenia.

4. Warstwa bieli ołowiowej.

5. W warstwie zewnętrznej wykryto biel cynkową, małą ilość bieli barytowej, pigment ziemny, pigment chromowy oraz dużą ilość krzemu.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-6

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Droбина malachitu.

2. Warstwa bieli ołowiowej.

3. Czerń węglowa.

4. Czerwień ziemna.

5. Minia.

Drugi kawałek:

1. Zaprawa kredowa.

2. W warstwie koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową.

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Warstwa bieli ołowiowej.

2. Warstwa czerwieni ziemnej z wtrąceniami czerni.

3. Warstwa minii.

2. In the layer of blue colour, lead white was detected. In the grey areas, silicon was detected.

3. Organic layer.

4. In the thin, external layer, silicon, a small amount of earth pigment, and bone black were detected.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.

2. In the layer of red colour, a considerable amount of silicon, carbon, and oxygen (organic compounds) were detected, as well as iron red.

3. Thick layer of varnish (?). In this top part, an inclusion of vermilion was detected.

Sample No. 4'

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.

2. In the layer of red colour, a large amount of silicon, carbon, and oxygen (organic compounds) were detected, as well as iron red.

3. Thick layer of varnish, sizing.

4. Layer of lead white.

5. In the external layer, zinc white, a small amount of barite white, earth pigment, chrome pigment, and a large quantity of silicon were detected.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-6

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Fraction of malachite.

2. Layer of lead white.

3. Carbon black.

4. Earth red.

5. Minium.

Second piece:

1. Chalk ground.

2. In the layer of blue colour lead white was detected.

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Layer of lead white.

2. Layer of earth red with inclusions of black.

3. Layer of minium.

4. W zielonej części próbki wykryto: litopon, zielen chromową, pigmenty ziemne oraz żółtą neapolitańską i wtrącenie czerni kostnej.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. Zielony pigment miedziowy z wtrąceniami czerni kostnej, pigmentu ziemnego oraz aury pigmentu.
3. W kawałku koloru brązowego wykryto: krzem, kredę oraz ślad pigmentu ziemnego.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-7

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. W warstwie koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową oraz śladowe ilości pigmentu ziemnego.
3. Werniks.

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. Warstwa malachitu z wtrąceniami czerni kostnej oraz cynobru. Wykryto również dużą ilość wapnia oraz krzem.
3. W warstwie zewnętrznej stwierdzono obecność żelaza.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. Na zaprawie znajduje się folia srebrna. Wykryto ślad bolusu.
3. W warstwie niebieskiej wykryto biel ołowiową oraz wtrącenia cynobru.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-10

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. W warstwie koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową z wtrąceniami pigmentu ziemnego.

4. In the green part of the sample were detected: lithopone, chrome green, earth pigments and Naples yellow, and inclusions of bone black.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. Green copper pigment with inclusions of bone black, earth pigment, and orpiment.
3. In a piece of brown colour detected were: silicon, chalk, and a trace of earth pigment.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-7

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. In the layer of blue colour detected was lead white and residual amounts of earth pigment.
3. Varnish.

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. Layer of malachite with inclusions of bone black and vermilion. Also detected were silicon and a large amount of chalk.
3. In the external layer, presence of iron was confirmed.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. On the ground layer is set a silver foil. A residue of bole was also detected.
3. In the layer of blue colour, lead white and inclusions of vermilion were detected.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-10

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. In the layer of blue colour, lead white with inclusions of earth pigment were detected.

3. W warstwie zewnętrznej wykryto ołów (biel ołowiowa), wapń oraz fosfor (czern kostna).

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. Warstwa aury pigmentu z wypełniaczem kredowym, ewentualnie gipsowym.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. Warstwa organiczna z wtrąceniami aury pigmentu.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-14

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa gipsowa.
2. W kolejnej warstwie występuje smalta z bielą ołowiową oraz wtrąceniami czerni kostnej.
3. Warstwa organiczna z bielą ołowiową.
4. W warstwie zewnętrznej stwierdzono obecność pigmentu ziemnego, bieli ołowiowej oraz czerni kostnej.

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa gipsowa.
2. Na zaprawie znajduje się folia, w której wykryto srebro oraz złoto. Zachował się również ślad bolusu.

W kawałku koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową oraz smaltę.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa gipsowa.
2. Warstwa aury pigmentu. Wykryto również śladowe ilości pigmentu żelazowego.

3. In the external layer, lead (lead white), calcium, and phosphor (bone black) was detected.

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. Layer of orpiment with chalk or gypsum filling.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. Organic layer with inclusions of orpiment.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-14

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Gypsum ground.
2. In the following layer of smalt with lead white and inclusions of bone black.
3. Organic layer with lead white.
4. In the external layer, the presence of earth pigment, lead white and bone black was confirmed.

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Gypsum ground.
2. On the ground layer, there is foil in which silver and gold was detected. Also, a trace of bole was preserved.

In the fragment of blue colour, lead white and smalt was detected.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Gypsum ground.
2. Layer of orpiment. Residues of iron pigment were also detected.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-15

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa gipsowa.
2. W kolejnej warstwie wykryto aury pigment oraz wypełniacz gipsowy.
3. Warstwa organiczna. Wykryto również krzem.

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa gipsowa.
2. W warstwie koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową, niewielką ilość żelaza (pigment ziemny/błękit pruski), dużą ilość krzemu oraz glinu (możliwa ultramaryna).
3. Warstwa organiczna. Wykryto również krzem.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa gipsowa.
2. W warstwie koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową, gips oraz krzem.
3. W warstwie koloru brązowego z licznymi, czarnymi wtrąceniami wykryto biel ołowiową, węgiel, śladowe ilości miedzi.
4. W warstwie białej występuje biel ołowiowa.
5. Ciemna warstwa organiczna z wtrąceniami czerwieni (możliwa minia).

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-19

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. W kolejnej warstwie wykryto biel ołowiową, wtrącenia zieleni (pigment ziemny) oraz czerni kostnej.
3. Warstwa bieli ołowiowej.
4. Warstwa organiczna z wtrąceniami aury pigmentu.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Wielowarstwowa, mocno przeklejona zaprawa kredowa.
2. W warstwie koloru zielonego wykryto pigment miedziowy, wtrącenia czerni kostnej.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-15

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Gypsum ground.
2. In the following layer, orpiment and gypsum filling were detected.
3. Organic layer; silicon was also detected.

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Gypsum ground.
2. In the layer of blue colour detected were: lead white, small amount of iron (earth pigment/Prussian blue), a large amount of silicon, and aluminium (possibly ultramarine blue).
3. Organic layer; silicon was also detected.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Gypsum ground.
2. In the layer of blue colour, lead white, gypsum, and silicon were detected.
3. In the layer of brown with numerous black inclusions, lead white, carbon, and residual amounts of copper were detected.
4. In the white layer, lead white occurs.
5. Dark organic layer with inclusions of red (possibly minium).

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-19

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. In the following layer was detected: lead white and inclusions of green (earth pigment) as well as bone black.
3. Layer of lead white.
4. Organic layer with inclusions of orpiment.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Multi-layered, heavily sized chalk ground.
2. In the layer of green, copper pigment and inclusions of bone black were detected.

3. W kolejnej warstwie wykryto biel ołowiową oraz związki organiczne.

4. Werniks.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-20

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa gipsowa lub gipsowo-kredowa.
2. Cienka warstwa czerni (rysunek?), wykryto węgiel.
3. Gruba warstwa przklejenia lub pierwotnego werniksu.
4. W warstwie koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową oraz niewielką ilość żelaza (być może błękit pruski lub pigment ziemny).
5. Werniks (?).

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa gipsowa z wtrąceniami pigmentu ziemnego.
2. W warstwie koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową oraz żelazo (być może błękit pruski lub pigment ziemny).
3. W kolejnej warstwie wykryto biel ołowiową oraz wtrącenia azurytu.
4. W warstwie werniksu wykryto wtrącenie czerwieni żelazowej.

Próbka nr 5

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa gipsowa lub gipsowo-kredowa.
2. Warstwa zieleni miedziovej z wypełniaczem kredowym oraz wtrąceniami czerni kostnej. W obszarze 1-3 wykryto również wtrącenie czerni kostnej, pigment żelazowy oraz prawdopodobnie smaltę.
3. W warstwie zewnętrznej wykryto czerwień żelazową i/ lub minię oraz krzem.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-25

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. W warstwie koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową oraz azuryt.
3. W warstwie zewnętrznej wykryto biel ołowiową, kredę, czern kostną oraz śladowe ilości pigmentu ziemnego.

3. In the following layer, lead white and organic compounds were detected.

4. Varnish.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-20

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Gypsum ground or gypsum-and-chalk ground.
2. Thin layer of black (drawing?), detected carbon.
3. Thick layer of sizing or original varnish.
4. In the layer of blue colour, lead white and a small amount of iron (possibly Prussian blue or earth pigment) were detected.
5. Varnish (?).

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Gypsum ground with inclusions of earth pigment.
2. In the layer of blue colour, lead white and iron (it might be Prussian blue or earth pigment) were detected.
3. In the following layer, lead white with inclusions of azurite was detected.
4. In the layer of varnish, inclusions of iron red were detected.

Sample No. 5

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Gypsum or gypsum-and-chalk ground.
2. Layer of copper green with chalk filling and inclusions of bone black. In areas 1-3, inclusions of bone black were detected, as well as iron pigment and probably smalt.
3. In the external layer, iron red and/or minium and silicon were detected.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-25

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. In the layer of blue colour, lead white and azurite were detected.
3. In the external layer, lead white, chalk, bone black, and residual amounts of earth pigment were detected.

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. W warstwie koloru zielonego wykryto malachit oraz biel ołowiową.
3. W kolejnej warstwie wykryto związki organiczne.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Dwie warstwy zaprawy kredowej.
2. Podmalowanie bielą ołowiową.
3. W warstwie koloru niebieskiego wykryto kredę, biel ołowiową oraz azuryt.
4. W warstwie zewnętrznej wykryto związki organiczne.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-26**Próbka nr 1**

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. W warstwie koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową (możliwa ultramaryna).
3. Warstwa bieli ołowiowej.
4. W warstwie zewnętrznej wykryto biel ołowiową, kredę, związki organiczne.

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. Warstwa aury pigmentu z wypełniaczem kredowym oraz krzemem i wtrąceniami pigmentu żelazowego.
3. Warstwa bieli ołowiowej.
4. W kolejnej warstwie wykryto związki organiczne.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. W warstwie koloru pomarańczowego wykryto pigment ziemny.
3. Warstwa bieli ołowiowej i/lub minii z wtrąceniami cynobru.
4. W warstwie zewnętrznej wykryto biel ołowiową, kredę, pigment ziemny oraz wtrącenia czerni kostnej.

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. In the layer of green colour, malachite and lead white were detected.
3. In the next layer, organic compounds were detected.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Two layers of chalk ground.
2. Underpainting in lead white.
3. In the layer of blue colour, chalk, lead white, and azurite were detected.
4. In the external layer, organic compounds were detected.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-26**Sample No. 1**

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. In the layer of blue colour, lead white (possible ultramarine) was detected.
3. Layer of lead white.
4. In the external layer, lead white, chalk, and organic compounds were detected.

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. Layer of orpiment with chalk filling and silicon; inclusions of iron pigment.
3. Layer of lead white.
4. In the following layer, organic compounds were detected.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. In the layer of orange colour, earth pigment was detected.
3. Layer of lead white and/or minium with inclusions of vermilion.
4. In the external layer, lead white, chalk, earth pigment, and inclusions of bone black were detected.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-27

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa z krzemem.
2. W warstwie malarskiej wykryto kredę, aury pigment, pigment ziemny oraz związki krzemu.
3. Werniks.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Warstwa aury pigmentu z wypełniaczem kredowym oraz krzemem.
2. Warstwa bieli ołowiowej.
3. W kolejnej warstwie wykryto związki organiczne.
4. W warstwie zewnętrznej wykryto krzem, kredę, pigment ziemny, ewentualnie czerń roślinną.

Próbka nr 6

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Wielowarstwowa zaprawa kredowa z krzemem.
2. Warstwa aury pigmentu z wypełniaczem kredowym oraz związkami krzemu.
3. Cienka warstwa bieli ołowiowej z wtrąceniami czerni kostnej.
4. Werniks (?).

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-28

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa gipsowa.
2. W warstwie malarskiej wykryto biel ołowiową, azuryt, czerń kostną oraz aury pigment.
3. W warstwie zewnętrznej wykryto związki organiczne.

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Warstwa bieli ołowiowej z azurytem oraz wtrąceniami pigmentu żelazowego.
2. Warstwa bieli ołowiowej.
3. Werniks.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-27

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground with silicon.
2. In the painting layer, chalk, orpiment, earth pigment, and silicon compounds were detected.
3. Varnish.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Layer of orpiment with chalk filling and silicon.
2. Layer of lead white.
3. In the following layer, organic compounds were detected.
4. In the external layer, silicon, chalk, earth pigment, possibly vegetal black, were detected.

Sample No. 6

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Multi-layered chalk ground with silicon.
2. Layer of orpiment with chalk filling and silicon compounds.
3. Thin layer of lead white with inclusions of bone black.
4. Varnish (?).

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-28

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Gypsum ground.
2. In the painting layer, lead white, azurite, bone black, and orpiment were detected.
3. In the external layer, organic compounds were detected.

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Layer of lead white with azurite and inclusions of iron pigment.
2. Layer of lead white.
3. Varnish.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa gipsowa.
2. Warstwa malachitu, krzemionki z wtrąceniami czerni kostnej oraz cynobru. Ślad pigmentu żelazowego.
3. Cienka warstwa bieli ołowiowej.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-29

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa, przeklejona.
2. Podmalowanie bielą ołowiową.
3. W warstwie koloru zielononiebieskiego występują kreda, pigment miedziowy oraz domieszka smalty.
4. Werniks (?).

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. W czarnej warstwie obserwuje się duży pik węgla (czerni węglowa lub związki organiczne).
3. Warstwa niebieskiego pigmentu miedziowego z bielą ołowiową oraz wypełniaczem kredowym przechodzi w warstwę bieli ołowiowej.
4. Werniks.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. Warstwa azurytu z wypełniaczem kredowym.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-30

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. Podmalowanie bielą ołowiową.
3. W warstwie koloru niebieskiego występują azuryt z bielą ołowiową oraz kreda i wtrącenia pigmentu żelazowego.
4. Werniks (?).

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Gypsum ground.
2. Layer of malachite, silicon with inclusions of bone black and vermilion. Residue of iron pigment.
3. Thin layer of lead white.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-29

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground, sized.
2. Underpainting of lead white.
3. In the layer of green-blue colour appear: chalk, copper pigment, and admixture of smalt.
4. Varnish (?).

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. In the black layer is observed an important peak of carbon (carbon black or organic compound).
3. Layer of blue copper pigment with lead white and chalk filling transitions into the layer of lead white.
4. Varnish.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. Layer of azurite with chalk filling.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-30

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. Underpainting of lead white.
3. In the layer of blue colour appear azurite with lead white and chalk, with inclusions of iron pigment.
4. Varnish (?).

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. W następnej warstwie koloru niebieskiego występuje biel ołowiowa. Nie stwierdzono obecności nieorganicznego pigmentu niebieskiego.
3. Warstwa azurytu z bielą ołowiową i wtrąceniami pigmentu zimnego oraz aury pigmentu.
4. Werniks (?).

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. W następnej warstwie występują zielony pigment miedziowy, biel ołowiowa oraz wtrącenia czerni kostnej.
3. W warstwie zewnętrznej wykryto biel ołowiową z żółtą cynowo-ołowiową.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-32

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. W warstwie koloru niebieskiego występują biel ołowiowa oraz kreda. Nie stwierdzono obecności nieorganicznego pigmentu niebieskiego.
3. W warstwie czerwonej wykryto dużą ilość ołowiu, prawdopodobnie jest to minia.
4. W warstwie zewnętrznej wykryto wapń, krzem oraz ślady pigmentu ziemnego.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. W warstwie podmalowania żółtego wykryto biel ołowiową oraz aury pigmentu.
3. W warstwie koloru niebieskiego występują biel ołowiowa oraz kreda i wtrącenia czerni kostnej. Nie stwierdzono obecności nieorganicznego pigmentu niebieskiego.
4. Warstwa bieli ołowiowej.
5. Werniks (?).

Próbka nr 8

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. In the following layer of blue colour appears lead white. Presence of inorganic blue pigment was not confirmed.
3. Layer of azurite with lead white and inclusions of earth pigment and orpiment.
4. Varnish (?).

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. In the following layer appear green copper pigment, lead white and inclusions of bone black.
3. In the external layer, lead white with lead-tin yellow was detected.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-32

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. In the layer of blue colour appear lead white and chalk. Presence of inorganic blue pigment was not confirmed.
3. In the red layer, a large amount of lead, probably minium, was detected.
4. In the external layer, calcium, silicon, and residues of earth pigment were detected.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. In the layer of yellow underpainting detected were lead white and orpiment.
3. In the layer of blue colour occur: lead white, chalk and inclusions of bone black. Presence of inorganic blue pigment was not confirmed.
4. Layer of lead white.
5. Varnish (?).

Sample No. 8

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. W warstwie spodniej wykryto biel ołowiową, glinokrzemiany oraz wtrącenia cynobru.

2. W środkowej, niejednorodnej warstwie wykryto kredę, biel ołowiową, biel barytową, wtrącenia minii oraz pigmentu ziemnego.

3. W warstwie koloru pomarańczowego stwierdzono obecność bieli barytowej, bieli ołowiowej oraz wtrącenia minii i pigmentu ziemnego.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-45

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa ze związkami krzemu.
2. W warstwie koloru niebieskiego występują pigment miedziowy, biel ołowiowa oraz wtrącenia pigmentu żelazowego, czerni kostnej i aury pigmentu.
3. Werniks (?).

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. W warstwie zewnętrznej występują azuryt, żółta neapolitańska, aury pigment, biel ołowiowa oraz wtrącenia pigmentu żelazowego i czerni kostnej.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. Warstwa azurytu z bielą ołowiową i wtrąceniami pigmentu żelazowego, ewentualnie minii.
3. Werniks (?).

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-57

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. W warstwie koloru zielonego występują malachit, biel ołowiowa oraz wtrącenia pigmentu żelazowego i czerni kostnej. Wykryto również niewielką ilość baru (biel barytowa?).
3. W warstwie zewnętrznej występują głównie związki organiczne oraz wapń, krzem i ślady żelaza.

1. In the bottom layer, lead white, aluminosilicates, and inclusions of vermilion was detected.

2. In the middle, heterogenous layer, chalk, lead white, barite white, inclusions of minium, and earth pigment were detected.

3. In the layer of orange colour, the presence of barite white, lead white, and inclusions of minium, and earth pigment were confirmed.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-45

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground with silicon compounds.
2. In the layer of blue colour, appear: copper pigment, lead white, and inclusions of iron pigment, bone black and orpiment.
3. Varnish (?).

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. In the external layer appear azurite, Naples yellow, orpiment, lead white, and inclusions of iron pigment and bone black.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. Layer of azurite with lead white and inclusions of iron pigment or minium.
3. Varnish (?).

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-57

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. In the layer of green colour appear: malachite, lead white, and inclusions of iron pigment, and bone black. Also, a small amount of barium was detected (barite white?).
3. In the external layer appear mostly organic compounds, calcium, silicon, and iron residues.

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa z dużą ilością krzemionki.
2. W warstwie koloru zielonego wykryto zielony pigment miedziowy oraz wtrącenia żółtej cynowo-ołowiowej, czerni kostnej i pigmentów ziemnych.
3. W warstwie zewnętrznej występują głównie związki organiczne oraz wapń, krzem i ślady żelaza.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. Cienka warstwa podmalowania – pigmenty ziemne.
3. W warstwie koloru zielononiebieskiego wykryto pigment miedziowy oraz wtrącenia czerni, zawierającej żelazo i czerni kostnej. Wykryto również niewielką ilość baru (biel barytowa?).

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-58

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa niejednorodna – wykryto glinokrzemiany oraz niewielką ilość żelaza.
2. W kolejnej warstwie wykryto biel ołowiową, kredę, związki krzemu oraz niewielką ilość żelaza.
3. Werniks (?).

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. Niejednorodna warstwa, w której wykryto glinokrzemiany oraz niewielką ilość żelaza.
3. Czerwona warstwa minii.

Próbka nr 4

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa, barwiona związkami żelaza.
2. W kolejnej warstwie występuje biel ołowiowa z minią. Warstwa przechodzi w biel ołowiową.
3. W warstwie zewnętrznej wykryto pigmenty ziemne, biel ołowiową oraz czernń kostną.

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground with a high quantity of silicon.
2. In the layer of green colour, green copper pigment, and inclusions of tin-lead yellow, bone black, and earth pigments were detected.
3. In the external layer mostly appear organic compounds, calcium, silicon, and iron residues.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. Thin layer of underpainting – earth pigments.
3. In the layer of green-blue colour, copper pigment, and inclusions of black containing iron were detected, as well as bone black. Also, a small amount of barium (barite white?) was detected.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-58

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Heterogenous ground – aluminosilicates were detected, as well as a small amount of iron.
2. In the following layer, lead white, chalk, silicon compounds, and a small amount of iron were detected.
3. Varnish (?).

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. Heterogenous layer where aluminosilicates were detected, as well as a small amount of iron.
3. Red layer of minium.

Sample No. 4

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground, dyed with iron compounds.
2. In the following layer appears lead white with minium. The layer transitions into lead white.
3. In the external layer, earth pigments, lead white, and bone black were detected.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-62

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Przeklejona zaprawa kredowa.
2. W warstwie koloru czerwonego wykryto biel ołowiową.

Nie wykryto nieorganicznego pigmentu czerwonego. W tym wypadku, ze względu na obraz mikroskopowy, sygnał od ołowiu pochodzi prawdopodobnie z bieli ołowiowej, a nie z minii.

3. W następnej cieniwej, ciemnej warstwie wykryto związki organiczne, biel ołowiową oraz pigment ziemny.

4. W warstwie zewnętrznej wykryto krzemionkę, niewielką ilość bieli ołowiowej oraz kredę.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. Następnie występuje warstwa koloru niebieskiego, w której wykryto biel ołowiową. Nie wykryto nieorganicznego pigmentu niebieskiego.

3. W czerwonej warstwie wykryto czerwień żelazową z wtrąceniami czerni kostnej oraz bieli ołowiowej.

4. Werniks (?).

Próbka nr 4

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. W warstwie koloru jasno zielonego wykryto aury pigment, kredę, krzem oraz ślad żelaza.

Próbka nr 6

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. Następnie występuje warstwa koloru niebieskiego, w której wykryto biel ołowiową. Nie wykryto nieorganicznego pigmentu niebieskiego. W czarnym wtrąceniu wykryto żelazo, krzem oraz węgiel.

3. W ciemnej warstwie występują związki organiczne oraz śladowe ilości pigmentu ziemnego.

4. W warstwie zewnętrznej wykryto związki organiczne, biel ołowiową oraz krzem.

Próbka nr 7

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-62

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Sized chalk ground.
2. In the layer of black colour, lead white was detected. Inorganic red pigment was not confirmed. In this case due to the microscope image, the signal of lead probably comes from the lead white and not from minium.

3. In the following thin layer, organic compounds, lead white, and earth pigment were detected.

4. In the external layer, silicon, an insignificant amount of lead white, and chalk were detected.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. Next, in the layer of blue colour, lead white was detected. Inorganic blue pigment was not confirmed.
3. In the red layer, iron red with inclusions of bone black and lead white were detected.

4. Varnish (?).

Sample No. 4

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. In the layer of light green colour, orpiment, chalk, silicon, and iron residue were detected.

Sample No. 6

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. In the next, blue colour layer, lead white was detected. Inorganic blue pigment was not confirmed. In the black inclusion, iron, silicon, and carbon were detected.

3. In the dark layer appear organic compounds and residual amounts of earth pigment.

4. In the external layer, organic layers were detected, as well as lead white and silicon.

Sample No. 7

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.

1. Zaprawa kredowa.
2. Na warstwie przeklejenia znajdują się pozostałości bolusu (pigment ziemny) oraz folia srebrna.
3. W warstwie zewnętrznej wykryto gips, czerń kostną oraz niewielką ilość pigmentu ziemnego.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-64

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. Następnie występuje warstwa koloru niebieskiego, w której wykryto biel ołowiową. Nie wykryto nieorganicznego pigmentu niebieskiego.
3. W następnej, cienkiej warstwie koloru brązowego występują biel ołowiową oraz pigment ziemny.
4. W warstwie zewnętrznej wykryto gips, niewielką ilość bieli ołowiowej oraz aury pigment.

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. Następnie występuje warstwa koloru czerwonego – wykryto cynober oraz wypełniacz kredowy.
3. Warstwa zewnętrzna – organiczna.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. Następnie występuje warstwa koloru niebieskiego, w której wykryto biel ołowiową. Nie wykryto nieorganicznego pigmentu niebieskiego.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-68

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Przeklejona zaprawa kredowa z wtrąceniami czerni kostnej.
2. W warstwie koloru zielonego wykryto biel ołowiową, miedź oraz arsen. Prawdopodobnie zastosowano malachit i/lub zielen szwajnfurką; ewentualnie występuje połączenie malachitu i aury pigmentu. Wykryto również ślad srebra.

2. On the layer of sizing appear bole residues (earth pigment) and silver foil.

3. In the external layer, gypsum, bone black, and a small amount of earth pigment were detected.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-64

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. Next, in a layer of blue colour, lead white was detected. Inorganic blue pigment was not confirmed.
3. In the following thin layer of brown colour appear lead white and earth pigment.
4. In the external layer, gypsum, a small amount of lead white, and orpiment were detected.

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. Next is a layer of red colour in which vermilion and chalk filling were detected.
3. Organic external layer.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. In the next, blue colour layer, lead white was detected. Inorganic blue pigment was not confirmed.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-68

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Sized chalk ground with inclusions of bone black.
2. In the layer of green colour, lead white, copper, and arsenic were detected. Probably, malachite and/or Paris green was applied; or possibly a composition of malachite and orpiment. Also, a residue of silver was detected.

Próbka nr 2'

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. Następnie występuje warstwa koloru czerwonego – wykryto cynober oraz minię i/lub biel ołowiową z licznymi wtrąceniami czerni węglowej.
3. Warstwa werniksu, żywicy lub podobna.
4. W warstwie zewnętrznej wykryto kredę, krzemionkę oraz pigment ziemny.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. W kolejnej warstwie występuje biel ołowiowa.
3. W warstwie koloru zielonego wykryto biel ołowiową, miedź oraz arsen. Prawdopodobnie zastosowano malachit i/lub zieleń szwajnfurcką; ewentualnie występuje połączenie malachitu i aury pigmentu.
4. W cienkiej warstwie stwierdzono obecność kredy, krzemionki oraz pigmentu ziemnego.
5. Zewnętrzna warstwa organiczna.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-71**Próbka nr 1'**

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. W kolejnej, ciemnej warstwie wykryto kredę, srebro (trudno jednoznacznie stwierdzić, czy jest to folia) oraz folię złotą.
3. Warstwa bieli ołowiowej.
4. Azuryt.

Próbka nr 2a (dwa kawałki)

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. W warstwie spodniej wykryto biel ołowiową.
2. W kolejnej warstwie wykryto biel ołowiową z pigmentem miedziowym oraz wtrąceniami czerni kostnej.
3. W warstwie koloru czerwonego stwierdzono obecność cynobru, bieli ołowiowej i/lub minii.
4. W półprzezroczystej warstwie o zabarwieniu zielonym występują pigment miedziowy, biel ołowiowa, pigment ziemny, wypełniacz kredowy. Stwierdzono również dużą ilość arsenu, ale nie stwierdzono obecności odpowiedniej ilości siarki, co mogłoby wskazywać na aury pigment. Prawdopodobnie jest to zieleń szwajnfurcka lub zieleń Scheelego.

Sample No. 2'

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. Next is a layer of red colour in which vermilion and minium and/or lead white with multiple inclusions of carbon black were detected.
3. Layer of varnish, resin or similar.
4. In the external layer, chalk, silicon, and earth pigment were detected.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. In the following layer appears lead white.
3. In the layer of green, lead white, copper, and arsenic were detected. Probably, malachite and/or Paris green was applied; or possibly a composition of malachite and orpiment.
4. In the thin layer was confirmed the presence of chalk, silicon, and earth pigment.
5. Organic external layer.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-71**Sample No. 1'**

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. In the following dark layer was detected chalk, silver (difficult to establish whether it is metallic foil) and gold foil.
3. Layer of lead white.
4. Azurite.

Sample No. 2a (two fragments)

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. In the lowest layer, lead white was detected.
2. In the following layer, lead white with copper pigment and inclusions of bone black was detected.
3. In the layer of red colour, the presence of vermilion, lead white and/or minium was confirmed.
4. In the semi-transparent layer of green colour appear copper pigment, lead white, earth pigment, and chalk filling. Also, confirmed was an important amount of arsenic but the equivalent amount of sulphur was not confirmed, which could indicate orpiment. Probably it is Paris green or Scheele's green.

Próbka nr 2b

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. Warstwa podmalowania/rysunku – prawdopodobnie węgiel.
3. Warstwa bieli ołowiowej.
4. W kolejnej warstwie stwierdzono biel ołowiową z zielonym pigmentem miedzianym i wtrąceniami aury pigmentu.
5. Warstwa azurytu/malachitu.

Próbka nr 4

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. Warstwa podmalowania/rysunku – prawdopodobnie węgiel.
3. Warstwa bieli ołowiowej.
4. Warstwa podmalowania/przeklejenia.
5. Minia.
6. Werniks.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-87

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Wielowarstwowa zaprawa kredowa.
2. Na warstwie bolusu (pigmenty ziemne) wykryto złotą folię.
3. W kolejnej warstwie wykryto pigment miedziowy, wypełniacz kredowy. Stwierdzono również dużą ilość arsenu, ale nie stwierdzono obecności odpowiedniej ilości siarki, co mogłoby wskazywać na aury pigment. Prawdopodobnie jest to zieleń szwajnfurcka lub zieleń Scheelego, chociaż również w średniowieczu stosowano, w malarstwie włoskim, azuryt zawierający arsen.
4. Zewnętrzna warstwa organiczna.

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Warstwa zaprawy kredowej.
2. W kolejnej warstwie wykryto azuryt z bielą ołowiową, na której wykryto srebro.
3. Warstwa organiczna.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. W kolejnej warstwie wykryto azuryt z krzemionką.

Sample No. 2b

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. Layer of underpainting/drawing – probably carbon.
3. Layer of lead white.
4. In the following layer was confirmed lead white with green copper pigment and inclusions of orpiment.
5. Layer of azurite/malachite.

Sample No. 4

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. Layer of underpainting/drawing – probably charcoal.
3. Layer of lead white.
4. Layer of underpainting/sizing.
5. Minium.
6. Varnish.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-87

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Multi-layered chalk ground.
2. On the layer of bole (earth pigments), gold foil was detected.
3. In the following layer, copper pigment and chalk filling were detected. Also, confirmed was an important amount of arsenic, but the equivalent amount of sulphur was not confirmed, which could indicate orpiment. Probably it is Paris green or Scheele's green, although in the Middle Ages in Italian painting, azurite containing arsenic was also used.
4. Organic external layer.

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Layer of chalk ground.
2. In the following layer, azurite was detected with lead white on which silver was also detected.
3. Organic layer.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. In the following layer, azurite with silicon was detected.

3. Warstwa złotej folii.
4. Werniks.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-110

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. W kolejnej warstwie koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową oraz wtrącenia pigmentu ziemnego. Nie stwierdzono obecności nieorganicznego pigmentu niebieskiego.
3. W kolejnej warstwie (niewidocznej na zdjęciu) wykryto pigment miedziowy.
4. Warstwa organiczna.
5. W warstwie zewnętrznej wykryto gips oraz wtrącenia pigmentu ziemnego.

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Warstwa zaprawy kredowej.
2. Warstwa koloru zielonego – wykryto krzemiany, zielony pigment miedziowy, pigment ziemny.
3. Warstwa bieli ołowiowej.
4. Na granicy warstw wykryto niewielką ilość srebra.
5. W warstwie zewnętrznej wykryto gips.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. Warstwa koloru zielonego – wykryto krzemiany, pigment ziemny oraz wtrącenia bieli ołowiowej i czerwieni żelazowej.
3. Warstwa bieli ołowiowej z wtrąceniami pigmentu miedziowego i pigmentów ziemnych.
4. Werniks.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-111

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa z dodatkiem krzemu.
2. Cienka warstwa podmalowania – pigment ziemny.
3. W kolejnej warstwie wykryto azuryt/malachit.
4. Warstwa organiczna – werniks.

3. Layer of gold foil.
4. Varnish.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon of MNK XVIII-110

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. In the following layer of blue, lead white and inclusions of earth pigment were detected. The presence of inorganic blue pigment was not confirmed.
3. In the following layer (invisible in the photograph), copper pigment was detected.
4. Organic layer.
5. In the external layer was detected gypsum with inclusions of earth pigment.

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Layer of chalk ground.
2. Layer of green colour in which silicates, green copper pigment, and earth pigment were detected.
3. Layer of lead white.
4. On the border of the layers an insignificant amount of silver was detected.
5. In the external layer was detected gypsum.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. In the layer of green colour, silicates, earth pigment with inclusions of lead white, and iron red were detected.
3. Layer of lead white with inclusions of copper pigment and earth pigments.
4. Varnish.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon of MNK XVIII-111

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground with addition of silicon.
2. Thin layer of underpainting – earth pigment.
3. In the following layer was detected azurite/malachite.
4. Organic layer – varnish.

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Warstwa niejednorodnej, mocno przeklejonej zaprawy kredowej.
2. Warstwa koloru pomarańczowego – pigmenty ziemne, wypełniacz kredowy, wtrącenia czerni kostnej.
3. Malachit.
4. Zewnętrzna warstwa organiczna.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-112

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa z dodatkiem krzemu.
2. W warstwie zielonożółtej wykryto kredę, aury pigment, możliwa ultramaryna oraz ślady pigmentu ziemnego.
3. Zewnętrzna warstwa organiczna.

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa z wtrąceniami pigmentu ziemnego koloru pomarańczowego.
2. W dwóch następnych warstwach koloru ciemno- oraz jasnoniebieskiego wykryto jedynie biel ołowiową. Nie stwierdzono obecności niebieskiego pigmentu nieorganicznego.
3. Zewnętrzna warstwa organiczna.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. W kolejnej warstwie wykryto biel ołowiową oraz pigmenty ziemne.
3. Następnie występuje biel ołowiowa z wtrąceniami minii.
4. Zewnętrzna warstwa organiczna.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-123

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Wielowarstwowa zaprawa kredowa z dodatkiem krzemu.
2. Cienka warstwa koloru czarnego (węgiel?).
3. Warstwa bieli z wtrąceniami koloru niebieskiego – wykryto biel ołowiową, nie wykryto nieorganicznego pigmentu niebieskiego.
4. Zewnętrzna warstwa o charakterze organicznym.

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Heterogenous layer of strongly sized chalk ground.
2. Layer of orange colour – earth pigments, chalk filling, inclusions of bone black.
3. Malachite.
4. External organic layer.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-112

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground with addition of silicon.
2. In the layer of green-yellow detected were chalk, orpiment, possibly ultramarine, and traces of earth pigment.
3. External organic layer.

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground with inclusions of earth pigment in orange.
2. In the two following layers of dark and light blue, only lead white was detected. The presence of blue inorganic pigment was not confirmed.
3. External organic layer.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. In the following layer, lead white and earth pigments were detected.
3. Next is lead white with inclusions of minium.
4. External organic layer.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-123

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Multi-layered chalk ground with addition of silicon.
2. Thin layer of black colour (carbon?).
3. In the layer of white with inclusions of blue, lead white was detected but not inorganic blue pigment.
4. Organic external layer.

Próbka nr 2'

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu. Uwaga! Prawdopodobnie próbka na zdjęciu oraz podczas analizy była odwrócona w stosunku do oryginalnego układu warstw):

1. W zielonej warstwie malarskiej wykryto malachit z wtrąceniami pigmentu ziemnego, aury pigmentu oraz bieli ołowiowej. Ewentualnie biel ołowiowa istnieje jako oddzielna, cienka warstwa.
2. Gruba warstwa werniksu (?).
3. W warstwie zewnętrznej wykryto związki organiczne oraz pigment ziemny.

Próbka nr 3 oraz 3'

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Wielowarstwowa zaprawa kredowa z dodatkiem krzemu.
2. W warstwie jasnoniebieskiej wykryto biel ołowiową z wtrąceniami cynobru oraz pigmentów ziemnych. Nie stwierdzono obecności nieorganicznego pigmentu niebieskiego. Natomiast w próbce nr 3', w obszarze 2–6 wykryto niebieski pigment miedziowy.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-130**Próbka nr 1**

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. W warstwie niebieskiej wykryto biel ołowiową oraz wtrącenia ultramaryny. Wydaje się, że dodatkowo występuje tu organiczny pigment niebieski.
3. Gruba warstwa zewnętrzna – wykryto związki organiczne oraz ewentualnie wtrącenia minii.

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. W warstwie spodniej wykryto biel ołowiową, pigment ziemny oraz wtrącenia czerni kostnej.
2. Warstwa bieli ołowiowej.
3. Gruba warstwa zewnętrzna – związki organiczne.

Próbka nr 4

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

Na grubej warstwie o charakterze organicznym znajduje się warstwa czerwonego bolusu (ziemny pigment żelazowy), pozostałości złotej folii. W warstwie koloru czerwonego wykryto również cynober. W kilku miejscach stwierdzono gips.

Sample No. 2'

As a result of the analysis, the following paint materials were detected (layers from the lowest. Note: Probably, the sample on the photographs and during the analysis was rotated in relation to the original setup of the layers):

1. In the green painting layer, malachite with inclusions of earth pigment, orpiment and lead white were detected. Possibly, lead white occurs as a separate, thin layer.
2. Thick layer of varnish (?).
3. In the external layer, organic compounds and earth pigment were detected.

Sample No. 3 and 3'

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Multi-layered chalk ground with addition of silicon.
2. In the light blue layer, lead white with inclusions of vermilion and earth pigments were detected. Presence of inorganic blue pigment was not confirmed. In sample no. 3', in areas 2–6, blue copper pigment was detected.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-130**Sample No. 1**

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. In the blue layer, lead white with inclusions of ultramarine were detected, and apparently, also organic blue pigment.
3. Thick external layer – organic compounds and possible inclusions of minium were detected.

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. In the lowest layer, lead white, earth pigment, and inclusions of bone black were detected.
2. Layer of lead white.
3. Thick external layer – organic compounds.

Sample No. 4

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

On the thick organic layer is a layer of red bole (earth iron pigment) and remnants of gold foil; in the red layer was also detected vermilion; in a few spots, the presence of gypsum was confirmed.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-183

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa gipsowa. Punktowo wykryto również dużą ilość strontu (charakterystyka złoża?).
2. W ciemnej warstwie zewnętrznej występują związki nieorganiczne oraz wtrącenia pigmentów ziemnych i białej ołowiowej.

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa gipsowa.
2. Warstwa koloru jasnoniebieskiego – stwierdzono biel ołowiową z wtrąceniami cynobru oraz ślad aury pigmentu. Nie wykryto niebieskiego pigmentu nieorganicznego.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa gipsowa. Punktowo stwierdzono również dużą ilość strontu (charakterystyka złoża?).
2. Żółta warstwa podmalowania – pigment ziemny.
3. Grubsza, ciemna warstwa podmalowania lub przeklejenia.
4. Warstwa koloru jasnoniebieskiego – odnotowano biel ołowiową. Nie wykryto niebieskiego pigmentu nieorganicznego.
5. W warstwie zewnętrznej znajdują się związki organiczne oraz aury pigmentu.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-186

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa z dodatkiem krzemu.
2. Warstwa pomarańczowożółta – wykryto biel ołowiową, pigmenty ziemne oraz wtrącenia czerni kostnej.
3. Następnie występuje warstwa czerni – prawdopodobnie węgiel.
4. W warstwie koloru niebieskiego stwierdzono biel ołowiową. Nie wykryto niebieskiego pigmentu nieorganicznego.
5. Zewnętrzna warstwa werniksu.

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa z dodatkiem krzemu.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-183

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Gypsum ground. Also, spots of strong occurrence of strontium (deposit characteristic?) were detected.
2. In the dark external layer, inorganic compounds with inclusions of earth pigments and lead white were detected.

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Gypsum ground.
2. In the layer of light blue colour, the presence of lead white was confirmed, with inclusions of vermilion and residue of orpiment. Inorganic blue pigment was not detected.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Gypsum ground. Also, points of strong occurrence of strontium (deposit characteristic?) were detected.
2. Yellow underpainting layer – earth pigment.
3. Thicker, dark layer of underpainting or sizing.
4. In the layer of light blue colour, lead white was noted. The presence of inorganic blue pigment was not confirmed.
5. In the external layer occur organic compounds and orpiment.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-186

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground with addition of silicon.
2. In the layer of orange-yellow colour, lead white, earth pigments, and inclusions of bone black were detected.
3. Next is a layer of black, probably carbon.
4. In the layer of blue colour, lead white was confirmed. Inorganic blue pigment was not detected.
5. External layer of varnish.

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground with addition of silicon.

2. Warstwa bieli ołowiowej z wtrąceniami pigmentu miedziowego oraz czerni kostnej.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa z dodatkiem krzemu.
2. Warstwa koloru zielonego – stwierdzono zielony pigment miedziowy, aury pigment oraz czerni kostną.
3. Ciemna warstwa podmalowania lub przeklejenia – związki organiczne lub węgiel.
4. Warstwa bieli ołowiowej.
5. W warstwie zewnętrznej występują związki organiczne, wykryto również cynk.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-192

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa z dodatkiem krzemu.
2. Warstwa przeklejenia.
3. Następnie występuje warstwa bieli ołowiowej z wtrąceniami niebieskiego pigmentu miedziowego.
4. Przeklejenie lub werniks.
5. W warstwie zewnętrznej wykryto pigment ziemny oraz gips.

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Na zaprawie kredowej znajduje się warstwa koloru czarnego – prawdopodobnie węgiel.
2. W kolejnej warstwie stwierdzono azuryt z wtrąceniami aury pigmentu.
3. Zewnętrzna warstwa organiczna.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa z dodatkiem krzemu.
2. Warstwa bieli ołowiowej.
3. W kolejnej warstwie stwierdzono azuryt z wtrąceniami aury pigmentu oraz śladami pigmentu ziemnego.

2. Layer of lead white with inclusions of copper pigment and bone black.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground with addition of silicon.
2. In the layer of green colour, green copper pigment was confirmed, as well as orpiment and bone black.
3. In the dark layer of underpainting or sizing, organic compounds or carbon were detected.
4. Layer of lead white.
5. In the external layer occur organic compounds, and zinc was detected.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-192

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground with addition of silicon.
2. Layer of sizing.
3. Next, is a layer of lead white with inclusions of blue copper pigment.
4. Sizing or varnish.
5. In the external layer was detected earth pigment and gypsum.

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. On the chalk ground is a layer of black colour, probably carbon.
2. In the following layer was confirmed the presence of azurite with inclusions of orpiment.
3. External organic layer.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground with addition of silicon.
2. Layer of lead white.
3. In the following layer was detected azurite with inclusions of orpiment and residues of earth pigment.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-245

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. Gruba warstwa przklejenia.
3. Warstwa koloru pomarańczowego, w której wykryto pigmenty ziemne oraz aurypigment miesza się z warstwą zieleni – malachitem. Wykryto również wtrącenia czerni kostnej.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. W warstwie koloru niebieskiego nie wykryto niebieskiego pigmentu nieorganicznego, a jedynie biel ołowiową oraz krzem.
3. W kolejnej warstwie stwierdzono kredę oraz domieszkę pigmentu miedziowego.
4. W warstwie zewnętrznej występuje biel ołowiowa.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-337

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa. W zaprawie wykryto również srebro metaliczne.
2. Na podmalowaniu koloru żółtego (żółty pigment ziemny) występuje srebrna folia.
3. Malachit z wtrąceniami żółtej cynowo-ołowiowej.
4. Warstwa werniksu lub podobna.

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. Warstwa azurytu z wtrąceniami cynobru oraz czerni kostnej.
3. Zewnętrzna warstwa organiczna.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-346

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa gipsowa.
2. Gruba warstwa bolusu – stwierdzono czerwień żelazową.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-245

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. Thick layer of sizing.
3. Layer of orange colour in which earth pigments were detected and orpiment mixes with the layer of green – malachite. Also, inclusions of bone black were detected.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. In the layer of blue colour, inorganic blue pigment was not confirmed, only lead white and silicon.
3. In the following layer was confirmed the presence of chalk and admixture of copper pigment.
4. In the external layer occurs lead white.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-337

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground. Metallic silver was detected in this layer.
2. On the yellow underpainting (yellow earth pigment) occurs silver foil.
3. Malachite with inclusions of lead-tin yellow.
4. Layer of varnish or similar.

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. Layer of azurite with inclusions of vermilion and bone black.
3. External organic layer.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-346

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Gypsum layer.
2. Thick layer of bole – iron red was confirmed.

3. Folia złota ze śladem srebra.
4. Azuryt.

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa gipsowa.
2. Warstwa bolusu (częściowo zanikająca) – stwierdzono czerwień żelazową.
3. Folia złota ze śladem srebra.
4. Warstwa aury pigmentu z niewielką ilością bieli ołowiowej.
5. Warstwa bieli ołowiowej z wtrąceniami czerni kostnej; możliwa obecność smalty.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa gipsowa z wtrąceniem pigmentu ziemnego. Stwierdzono również fosfor (czern kostna?).
2. W warstwie zewnętrznej występuje smalta.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-396

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

Na warstwie organicznej (werniks, brud?) znajduje się gruba warstwa azurytu z wtrąceniami bieli ołowiowej i cynobru.

Próbka nr 2'

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa gipsowa.
2. Pomarańczowa warstwa bolusu (pigment żelazowy), na której znajduje się złota folia.

W innym kawałku tej próbki stwierdzono obecność azurytu z wtrąceniami pigmentu żelazowego.

Próbka nr 4

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Warstwa mocno przeklejonej zaprawy gipsowej.
2. Warstwa czerni – duża zawartość węgla, niewielka ilość czerni kostnej.
3. W warstwie zielonej odnotowano zielony pigment miedziowy, biel ołowiową oraz wtrącenia aury pigmentu.
4. Zewnętrzna warstwa organiczna.

3. Gold foil with traces of silver.
4. Azurite.

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Gypsum layer.
2. Layer of bole (partly vanishing) – iron red was confirmed.
3. Gold foil with traces of silver.
4. Layer of orpiment with a small amount of lead white.
5. Layer of lead white with inclusions of bone black; possible presence of smalt.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Gypsum ground with inclusions of earth pigment. Also confirmed was phosphor (bone black?).
2. In the external layer occurs smalt.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-396

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

On the organic layer (varnish, dirt?) appears a thick layer of azurite with inclusions of lead white and vermilion.

Sample No. 2'

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Gypsum ground.
2. Orange layer of bole (iron pigment), on which is set a gold foil.

In another fragment of this sample also confirmed was the presence of azurite with inclusions of iron pigment.

Sample No. 4

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Layer of heavily sized gypsum ground.
2. Layer of black – high content of carbon, small amount of bone black.
3. In the layer of green noted were green copper pigment, lead white, and inclusions of orpiment.
4. Organic external layer.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-402

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. W warstwie zaprawy odnotowano kredę oraz krzem.
2. Na czerwonej warstwie bolusu znajduje się folia – wykryto srebro oraz złoto.
3. W warstwie koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową, kredę i dużą ilość krzemu oraz niewielką ilość żelaza i kobaltu (możliwa smalta).

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Wielowarstwowa zaprawa kredowa.
2. Następnie występuje warstwa koloru czerwonego – miana z bielą ołowiową, wtrącenia aury pigmentu, cynobru oraz pigmentu ziemnego.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Warstwa mocno przeklejonej zaprawy kredowej.
2. W warstwie brązowej odnotowano związki organiczne, ślady miedzi oraz warstwę folii srebrnej i złotej.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-452

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. W warstwie zaprawy stwierdzono kredę oraz krzem.
2. Zewnętrzną warstwę tworzy azuryt z wtrąceniem pigmentu żelazowego.

Próbka nr 4

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. W warstwie zaprawy wykryto kredę oraz krzem.
2. Następnie występuje warstwa koloru zielonego, w której odnotowano biel ołowiową i pigment ziemny.
3. Warstwa zewnętrzna – związki organiczne.

Próbka nr 6

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Warstwa zaprawy kredowej.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-402

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. In the layer of the ground were noted chalk and silicon.
2. On the red layer of bole, silver and gold foil was detected.
3. In the layer of blue colour, lead white, chalk, and a large amount of silicon were detected, as well as a small amount of iron and cobalt (possibly smalt).

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Multi-layered chalk ground.
2. Next, is a layer in red – minium with lead white, inclusions of orpiment, vermilion, and earth pigment.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. A layer of heavily sized chalk ground.
2. In the layer of brown colour were noted organic compounds, traces of copper, and a layer of silver and gold foil.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-452

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. In the ground layer chalk and silicon were confirmed.
2. The external layer is composed of azurite with inclusions of iron pigment.

Sample No. 4

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. In the ground layer chalk and silicon were detected.
2. Next, is a layer of green in which lead white and earth pigment were detected.
3. External layer – organic compounds.

Sample No. 6

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Layer of chalk ground.

2. Cienka warstwa podmalowania koloru żółtego – pigment ziemny.
3. Warstwa folii – odnotowano srebro oraz złoto.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-533

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. W warstwie zaprawy odnotowano gips.
2. Cienkie podmalowanie koloru żółtego – stwierdzono pigment ziemny.
3. W warstwie zielonej występuje pigment ziemny oraz czerni kostna.

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. Jasna warstwa brązowa – odnotowano biel ołowiową z wtrąceniami pigmentu ziemnego.
3. Następnie występuje ciemna warstwa koloru zielonego z licznymi wtrąceniami czerni – wykryto pigment ziemny oraz czerni kostną.
4. W warstwie koloru niebieskiego stwierdzono obecność bieli ołowiowej, nie wykryto natomiast nieorganicznego pigmentu niebieskiego.
5. Zewnętrzna warstwa – związki organiczne.

Próbka nr 2' a

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Występuje silnie przeklejona zaprawa kredowa.
2. Warstwa bieli ołowiowej.
3. W kolejnej warstwie koloru brązowego odnotowano biel ołowiową, pigment ziemny oraz wtrącenia czerni.
4. W warstwie koloru niebieskiego stwierdzono obecność bieli ołowiowej, nie wykryto natomiast nieorganicznego pigmentu niebieskiego.
5. W warstwie zewnętrznej można zauważyć ślady warstwy pomarańczowej – wykryto pigment ziemny, gips, biel ołowiową, ślady cynku oraz tytanu.

Próbka nr 2' b

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. W białej spodniej warstwie odnotowano biel ołowiową.
2. Następnie występuje gruba, niejednorodna warstwa koloru brązowego, prawdopodobnie o charakterze organicznym, w której stwierdzono również wtrącenia minii i/lub bieli ołowiowej.

2. Thin layer of yellow underpainting – earth pigment.
3. Layer of silver and gold foil was noted.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-533

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Gypsum was detected in the ground layer.
2. Thin layer of yellow underpainting – earth pigment was confirmed.
3. In the green layer occurs earth pigment and bone black.

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. Light brown layer – lead white with inclusions of earth pigment was noted.
3. Next, a dark layer of green colour with numerous inclusions of black – earth pigment and bone black were detected.
4. In the layer of blue colour was confirmed lead white but inorganic blue pigment was not detected.
5. External layer – organic compounds.

Sample No. 2' a

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Heavily sized chalk ground.
2. Layer of lead white.
3. In the following layer of brown colour, lead white, earth pigment, and inclusions of black were detected.
4. In the layer of blue colour, the presence of lead white was confirmed but not inorganic blue pigment.
5. In the external layer, traces of an orange layer may be noticed – earth pigment, gypsum, lead white, and residuals of zinc and titanium were detected.

Sample No. 2' b

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Lead white was observed in the bottom white layer.
2. Next is a thick, heterogenous layer of brown colour, probably organic, in which were also confirmed inclusions of minium and/or lead white.
3. In the green inclusions occur earth pigments and bone black.

3. We wtrąceniu zielonym występują pigmenty ziemne oraz czernń kostna.

4. W warstwie zewnętrznej wykryto biel ołowiową (możliwe również wtrącenia minii) oraz ślady bieli barytowej.

Próbka nr 5

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa gipsowa.
2. W grubej, nieregularnej warstwie koloru pomarańczowego wykryto pigment ziemny oraz gips.
3. W kolejnej warstwie koloru pomarańczowego odnotowano pigment ziemny biel ołowiową i/lub wtrącenia minii.
4. W kolejnej warstwie występuje biel ołowiowa z wtrąceniem pigmentu ziemnego.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-534

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Warstwa zaprawy gipsowej.
2. W warstwie koloru czerwonego wykryto pigmenty ziemne.
3. W warstwie zewnętrznej występują związki organiczne.

Próbka nr 1 (drugi kawałek)

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. W warstwie koloru zielonego odnotowano glinokrzemiany oraz zielony pigment ziemny, w obszarze 2–9 wykryto również gips.
3. W warstwie zewnętrznej stwierdzono gips, czernń kostną oraz niewielką ilość żelaza.

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. Warstwa czerni, w której wykryto węgiel.
3. Następnie występuje warstwa bieli z licznymi czerwonymi wtrąceniami – wykryto biel ołowiową, prawdopodobnie minię oraz niewielką ilość cynobru.
4. Przeklejenie.
5. Warstwa koloru brązowoczerwonego – wykryto pigment żelazowy oraz cynober.
6. Zewnętrzna warstwa – związki organiczne.

4. In the external layer was detected lead white (possibly inclusions of minium) and traces of barite white.

Sample No. 5

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Gypsum ground.
2. In the thick, irregular layer of orange colour, earth pigment and gypsum were detected.
3. In the following layer of orange colour detected were earth pigment, lead white and/or inclusions of minium.
4. In the following layer occurs lead white with inclusions of earth pigment.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-534

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Layer of gypsum ground.
2. In the layer of red colour earth pigments were detected.
3. In the external layer organic compounds occur.

Sample No. 1 (second fragment)

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. In the layer of green colour detected were aluminosilicates and green earth pigments, in areas 2–9, gypsum was also observed.
3. In the external layer confirmed were gypsum, bone black, and a small amount of iron.

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. Layer of black in which carbon was detected.
3. Next is a white layer with numerous red inclusions – lead white was detected, probably minium and a small amount of vermilion.
4. Sizing.
5. Layer of brown-red colour – iron pigment and vermilion were detected.
6. External layer – organic compound.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa.
2. Warstwa pomarańczowa – glinokrzemiany oraz pigment ziemny.
3. W obszarach 1–9 oraz 1–10 wykryto cynober.
4. Następnie występuje warstwa bieli ołowiowej.
5. Cienka warstwa podmalowania, w której odnotowano pigment ziemny.
6. Warstwa cynobru.
7. W zewnętrznej warstwie stwierdzono obecność gipsu.

Próbka nr 3 (drugi kawałek)

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Na grubej, mocno przeklejonej warstwie gipsu znajduje się warstwa pomarańczowego podmalowania (bolus), w którym stwierdzono obecność pigmentów ziemnych.
2. W próbce znajdują się pozostałości złotej folii.
3. Warstwa cynobru.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-574**Próbka nr 1**

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Warstwa zaprawy gipsowej.
2. W pozostałych warstwach wykryto jedynie biel ołowiową, węgiel (związki organiczne) oraz wtrącenia czerwieni żelazowej i czerni kostnej.

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Gruba warstwa przeklejonej zaprawy gipsowej z licznymi, rozległymi wtrąceniami bieli ołowiowej oraz wtrąceniami cynobru i czerwieni żelazowej.
2. W warstwie koloru zielonego odnotowano ziemię zieloną oraz biel ołowiową.
3. W zewnętrznej warstwie koloru czerwonego stwierdzono obecność pigmentów ziemnych, bieli ołowiowej oraz wtrąceń cynobru i czerni węglowej.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa gipsowa.
2. W warstwie koloru niebieskiego odnotowano biel ołowiową.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground.
2. Orange layer – aluminosilicates and earth pigment.
3. In areas 1–9 and 1–10, vermilion was detected.
4. Layer of lead white.
5. Thin layer of underpainting containing earth pigment.
6. Layer of vermilion.
7. In the external layer, the presence of gypsum was confirmed.

Sample No. 3 (second fragment)

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. On the thick, heavily sized layer of gypsum, there is a layer of orange underpainting (bole), in which the presence of green pigments is noted.
2. In the sample, remains of gold foil are present.
3. Layer of vermilion.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-574**Sample No. 1**

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Layer of gypsum ground.
2. In the other layers were only detected lead white, carbon (organic compounds) with inclusions of iron red, and bone black.

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Thick layer of sized gypsum layer with extensive inclusions of lead white and vermilion and iron red.
2. In the layer of green colour detected were green earth and lead white.
3. In the external layer of red colour confirmed was the presence of earth pigments, lead white and inclusions of vermilion and carbon black.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Gypsum ground.
2. In the layer of blue colour lead white was observed.
3. Layer of lead white.

3. Warstwa bieli ołowiowej.
4. Przeklejenie.
5. Warstwa cynobru.
6. Przeklejenie.
7. Warstwa cynobru.
8. Przeklejenie.
9. Warstwa cynobru.
10. W warstwie zewnętrznej występują związki organiczne.

Próbka nr 3'

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Warstwa zaprawy gipsowej z krzemionką oraz wtrąceniami pigmentów ziemnych.
2. Przeklejenie.
3. W warstwie koloru niebieskiego odnotowano biel ołowiową.
4. Warstwa bieli ołowiowej.
5. Przeklejenie, na którym znajduje się cienka warstwa bieli ołowiowej.
6. W zewnętrznej warstwie stwierdzono obecność cynobru.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-591

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Mocno przklejona warstwa zaprawy gipsowo-kredowej.
2. W warstwie zielonej odnotowano ziemię zieloną, biel ołowiową oraz krzemionkę. Obecność potasu może świadczyć o zastosowaniu czerni roślinnej.

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Mocno przklejona warstwa zaprawy gipsowej.
2. W warstwie pomarańczowej stwierdzono obecność pigmentów ziemnych, krzemionki oraz wtrąceń czerni kostnej.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Warstwa zaprawy kredowej.
2. W warstwie koloru żółtego odnotowano pigment ziemny oraz niewielką ilość bieli ołowiowej.
3. W kolejnej warstwie stwierdzono obecność czerwieni żelazowej z wtrąceniami czerni kostnej.
4. Następnie występuje warstwa żółtej cynowo-ołowiowej oraz pigmentu ziemnego.
5. W warstwie zewnętrznej wykryto czerwień żelazową.

4. Sizing.
5. Layer of vermilion.
6. Sizing.
7. Layer of vermilion.
8. Sizing.
9. Layer of vermilion.
10. In the external layer organic compounds occur.

Sample No. 3'

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Layer of gypsum ground with silicon and inclusions of earth pigments.
2. Sizing.
3. In the layer of blue colour lead white was observed.
4. Layer of lead white.
5. Sizing, on which occurs a thin layer of lead white.
6. In the external layer vermilion was confirmed.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-591

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Heavily sized layer of gypsum-chalk ground.
2. In the green layer were detected green earth, lead white, and silicon. The presence of potassium may indicate the use of vegetal black.

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Heavily sized layer of gypsum ground.
2. In the orange layer the presence of earth pigments, silicon, and inclusions of bone black was observed.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Layer of chalk ground.
2. In the layer of yellow colour detected were earth pigment and a small amount of lead white.
3. In the following layer confirmed was the presence of iron red with inclusions of bone black.
4. Next is a layer of zinc and lead as well as earth pigment.
5. In the external layer iron red was detected.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-871

Próbka nr 1'

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa gipsowa.
2. Warstwa bieli ołowiowej.
3. Warstwa bieli ołowiowej z zielonym pigmentem miedziowym, na której znajdują się pozostałości folii złotej z niewielką ilością srebra.

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa gipsowa.
2. Warstwa bieli ołowiowej.
3. W pozostałych dwóch warstwach koloru ciemnoniebieskiego i niebieskiego odnotowano jedynie biel ołowiową, węgiel i tlen (możliwa obecność związków organicznych) oraz niewielką ilość wapienia.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Gruba warstwa bieli ołowiowej.
2. W dwóch warstwach koloru niebieskiego i ciemnoniebieskiego odnotowano biel ołowiową, krzem, glin, potas, wapń, wtrącenia czerni kostnej, węgiel i tlen (możliwa obecność związków organicznych).
3. W zewnętrznej warstwie koloru białego wykryto biel ołowiową.

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK XVIII-874

Próbka nr 2

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa z wtrąceniami krzemu.
2. Folia złota ze srebrem. Występuje również niewielka ilość żelaza w cienkiej warstwie koloru brązowego – możliwa pozostałość bolusu.
3. W zewnętrznej warstwie koloru niebieskiego odnotowano biel ołowiową i ultramarynę oraz niewielkie ilości żelaza.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa z wtrąceniami krzemu, magnezu, glinu, potasu.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-871

Sample No. 1'

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Gypsum ground.
2. Layer of lead white.
3. Layer of lead white with green copper pigment on which appear residues of gold foil with a small amount of silver.

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Gypsum ground.
2. Layer of lead white.
3. In the other two layers of dark blue and blue, only lead white, carbon and oxygen were detected (possible presence of organic compounds) together with a small amount of chalk.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Thick layer of lead white.
2. In two layers of blue and dark blue noted were lead white, silicon, aluminium, potassium, chalk, inclusions of bone black, carbon, and oxygen (possible presence of organic compounds).
3. In the external layer, lead white was detected.

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK XVIII-874

Sample No. 2

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground with inclusions of silicon.
2. Gold foil with silver. Also occurs a small amount of iron in the thin layer of brown colour – possible remnant of bole.
3. In the external layer of blue colour noted was lead white and ultramarine, together with small amounts of iron.

Sample No. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground with inclusions of silicon, magnesium, aluminium and potassium.

2. W warstwie koloru zielonkawożółtego odnotowano aury pigment oraz wtrącenia czerni węglowej.

3. W warstwie niebieskiej stwierdzono obecność bieli ołowiowej oraz krzemu, glinu i siarki (możliwa obecność ultramaryny).

Próbka nr 5

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa kredowa z wtrąceniami krzemu, magnezu, glinu, potasu oraz czerni kostnej.

2. W warstwie koloru zielonkawożółtego stwierdzono obecność aury pigmentu oraz czerni kostnej.

3. W warstwie niebieskiej odnotowano biel ołowiową oraz krzem, glin, siarkę i żelazo (możliwa obecność ultramaryny).

Interpretacja wyników analizy SEM EDX wykonanej dla ikony MNK ND-11250

Próbka nr 1

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa gipsowa z wtrąceniami krzemu, magnezu, glinu.

2. Warstwa brązowoczerwona przedzielona warstwą czerni: biel ołowiowa, czerwony pigment żelazowy z wtrąceniami cynobru, w czerni odnotowano węgiel.

3. Zewnętrzna warstwa niebieska: biel ołowiowa, niebieski pigment miedziowy.

Próbka nr 2' (dwa kawałki)

Pierwszy kawałek (obrazy SEM nr 2–4)

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa gipsowa z wtrąceniami krzemu, magnezu, glinu.

2. Czerwona warstwa bolusu – czerwony pigment ziemny.

3. Warstwa złotej folii.

Drugi kawałek (obraz SEM nr 5)

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Warstwa bieli ołowiowej z czerwonym pigmentem ziemnym.

2. Warstwa azurytu, który częściowo przeszedł w malachit.

Próbka nr 3

W wyniku przeprowadzonej analizy wykryto następujące materiały malarskie (warstwy od dołu):

1. Zaprawa gipsowa z wtrąceniami krzemu, magnezu, glinu, potasu oraz wtrąceniami czerwonej ziemi żelazowej.

2. Gruba warstwa brązowoczerwona, w której odnotowano biel ołowiową, pigmenty ziemne oraz wtrącenia czerni węglowej i cynobru.

2. In the layer of greenish-yellow colour, detected was orpiment and inclusions of carbon black.

3. In the blue layer confirmed was the presence of lead white, silicon and sulphur (possible presence of ultramarine).

Sample No. 5

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Chalk ground with inclusions of silicon, magnesium, aluminium, potassium, and bone black.

2. In the layer of greenish-yellow colour, the presence of orpiment and bone black was confirmed.

3. In the blue layer were noted lead white, silicon, aluminium, sulphur, and iron (possible presence of ultramarine).

Interpretation of the SEM EDX analysis for the icon MNK ND-11250

Sample No. 1

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Gypsum layer with inclusions of silicon, magnesium, and aluminium.

2. Layer of brown and red colour parted with a layer of black: lead white, red iron pigment with inclusions of vermilion, and carbon noted in the black colour.

3. External blue layer: lead white, blue copper pigment.

Sample No. 2' (two fragments)

First fragment (SEM images no. 2–4)

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Gypsum ground with inclusions of silicon, magnesium, and aluminium.

2. A red layer of bole – red earth pigment.

3. Layer of gold foil.

Second fragment (SEM image no. 5)

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Layer of lead white with red earth pigment.

2. Layer of azurite that partly transitioned into malachite.

Sample no. 3

As a result of the analysis, the following paint materials were discovered (from the lowest layer):

1. Gypsum layer with inclusions of silicon, magnesium, aluminium, potassium, and inclusions of red iron earth.

2. Thick brown-red layer in which observed were lead white, earth pigments and inclusions of carbon black and vermilion.

4.2

Wyniki analizy XRF wykonanej dla ikony

*Archanioł Michał ze scenami cudów*⁴⁴

Results of XRF Analysis of the Icon

*Archangel Michael with Scenes of His Miracles*⁴⁴

dr Michał Płotek

dr Małgorzata Walczak

Zakład Chemii i Fizyki Konserwatorskiej

Wydział Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki

Akademia Sztuk Pięknych w Krakowie

Data sporządzenia raportu: 30.09.2016

Dr Michał Płotek

Dr Małgorzata Walczak

Institute of Conservational Chemistry and Physics

Faculty of Conservation and Restoration of Works of Art

Academy of Fine Arts in Krakow

Date of the report: 30.09.2016

Archanioł Michał ze scenami cudów (MNK XVIII-3, Kat. 14)

Opis metody badawczej

Skanowanie obiektu wykonano za pomocą makroskanera ze spektrometrem XRF-M6Jetstream, Bruker. Lampa RTG z katodą rodową, optyka polikapilarna, detector 30 mm² SDD. Parametry lampy podczas wykonywania pomiaru: 50 kV oraz 0,6 mA. Dystans pomiędzy obiektem a detektorem 0,8–1,5 cm.

Archangel Michael with Scenes of His Miracles (MNK XVIII-3; Cat. 14)

Description of the method

Scanning of the object was performed with a macro-scanner with a Bruker XRF-M6 Jetstream spectrometer. The RTG lamp with rhodium cathode, polycapillary optics, 30 mm² SDD detector. Parameters of the lamp during the measurements: 50 kV and 0.6 mA. Distance between the object and the detector was: 0.8–1.5 cm.

1 Parametry pomiarowe Measurement parameters	
Lewo Left [mm]	12,1 1868 X
Góra Top [mm]	1,62 1296 Y
Szerokość Width [mm]	794 425 odległość między punktami distance between points [µm]
Wysokość Height [mm]	551 czas/pixel time/pixel 18 ms (23,6 mm/s)
Rozmiar plamki Size of focus [µm]	800

Mapy są dołączone do raportu w postaci niezależnych plików.

Maps are attached to the report in the form of separate files.

⁴⁴ Jest to poglądowy raport, przygotowany przy okazji badań dla każdej z ikon. Komplet raportów został włączony do dokumentacji projektu. Wnioski dotyczące możliwych interpretacji występowania określonych pierwiastków powtarzają się w każdym raporcie, zmienne są jedynie parametry pomiarowe, dlatego przytoczone zostają tylko raz; fotografie uzyskane opisaną metodą zostały opublikowane w tomie III niniejszego opracowania (przyj. M.P.K.).

⁴⁴ This is a general report, elaborated for each icon in the course of examinations. A complete set of reports was included in the documentation of the project. Conclusions concerning plausible interpretations as to the occurrence of individual chemical elements are repeated in every report, only the measurement parameters vary. For this reason, they are quoted only once; photographs obtained by means of the described method were published in Volume III of the study (footnote by M.P.K.).

Interpretacja wyników

Ag (srebro) – występuje srebrna folia lub srebro metaliczne.

Ca (wapń) – może występować w zaprawach lub jako wypełniacz (kreda, gips), pigmentach ziemnych.

Cr (chrom) – może występować w zieleni, pomarańczowej oraz żółceniach chromowej i strontowej.

Cu (miedź) – występuje w azurycie, malachicie, pigmentach zielonych, jako folia lub w postaci metalicznej.

Fe (żelazo) – występuje w pigmentach ziemnych (kolory: żółty, pomarańczowy, czerwony, brązowy, zielony), żelazowych, błękicie pruskim oraz w czerni żelazowej.

Hg (rtęć) – cynober.

Mn (mangan) – występuje w pigmentach ziemnych (kolory: żółty, pomarańczowy, czerwony, brązowy, zielony) oraz w czerni manganowej.

Pb (ołów) – występuje w bieli ołowiowej, żółtej cynowo-ołowiowej, żółtej chromowej oraz minii.

Sn (cyna) – występuje w żółtej cynowo-ołowiowej, ceruleum oraz w postaci metalicznej.

Ti (tytan) – występuje w bieli tytanowej.

Zn (cynk) – występuje w bieli barytowej, litoponie oraz w postaci metalicznej.

Interpretation of the results

Ag (silver) – occurs in silver foil or metallic silver.

Ca (calcite) – may occur in the ground as a filling (chalk, gypsum), and in earth pigments.

Cr (chromium) – may occur in green, orange and in chromium and strontium yellow.

Cu (copper) – occurs in azurite, malachite, green pigments as foil or metal.

Fe (iron) – occurs in earth pigments (colours: yellow, orange, red, brown, green), iron pigment, Prussian blue, and iron black.

Hg (mercury) – vermilion.

Mn (manganese) – occurs in earth pigments (colours: yellow, orange, red, brown, green) and in manganese black.

Pb (lead) – occurs in lead white, tin-lead yellow, chromium yellow, and minium.

Sn (tin) – occurs in tin-lead yellow, cerulean, and in metallic form.

Ti (titanium) – occurs in titanium white.

Zn (zinc) – occurs in barium white, lithopone, and in metallic form.

4.3

Wyniki analizy XRF wykonanej dla ikon *Św. Antoni Rzymski i Matka Boska Smoleńska*⁴⁵

Results of the XRF Analysis of the Icons

*St Anthony of Rome and Mother of God of Smolensk*⁴⁵

dr Michał Płotek

dr Małgorzata Walczak

Zakład Chemii i Fizyki Konserwatorskiej

Wydział Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki

Akademia Sztuk Pięknych w Krakowie

Data sporządzenia raportu: 30.09.2016

Dr Michał Płotek

Dr Małgorzata Walczak

Institute of Conservational Chemistry and Physics

Faculty of Conservation and Restoration of Works of Art

Academy of Fine Arts in Krakow

Date of the report: 30.09.2016

Św. Antoni Rzymski


(MNK XVIII-575, Kat. 50)

Warstwa malarska zawiera biel ołowiową $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ (jest to biel niedatująca). W przelaminacjach obecne są również biel barytowa BaSO_4 (stosowana od 1830 r.) i cynkowa ZnO (stosowana od 1834 r.) lub litopon ($\text{BaSO}_4 + \text{ZnS}$ stosowany od 1853 r.). Może być obecna również biel tytanowa (w widmie XRF wykonanym dla ikony nie jest możliwe oddzielenie sygnału baru od sygnału tytanu).

St Anthony of Rome

(MNK XVIII-575; Cat. 50)

The layer of paint contains lead white, $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ (a pigment that does not permit dating). In the repainted spots also are present barite white, BaSO_4 (used since 1830), and zinc white, ZnO (used since 1834), or lithopone ($\text{BaSO}_4 + \text{ZnS}$, used since 1853). There may also be present titanium white (in the XRF spectrum made for the icon, it is impossible to distinguish the barium from the titanium signal).

 1	Parametry pomiarowe Measurement parameters		
Lewo Left [mm]	23	911	X
Góra Top [mm]	12,3	1104	Y
Szerokość Width [mm]	273	300	odległość między punktami distance between points [μm]
Wysokość Height [mm]	331	czas/pixel time/pixel	50 ms (6 mm/s)
Rozmiar plamki Size of focus [μm]	630	czas time	15,07 h

W zaprawie prawdopodobnie znajduje się kreda CaCO_3 (niedatująca). W obiekcie wykryto obecność srebra. Wykryte kobalt, nikiel oraz potas są prawdopodobnie składnikami smalty (stosowanej od XV w.). Z kolei wykryta miedź wskazuje na obecność pigmentu miedziowego (niebieskiego azurytu lub zieleni miedziowej).

Żelazo jest podstawowym składnikiem pigmentów ziemnych, takich jak ochry. Rtęć pochodzi z cynobru HgS (pigment niedatujący).

In the ground layer probably occurs chalk, CaCO_3 (non-determining for dating). The presence of silver was also detected in the object. The occurring cobalt, nickel, and potassium are probably constituents of smalt (used since the 15th c.). The detected copper indicates the presence of copper pigment (blue azurite or copper green).

Iron is the major component of earth pigments such as ochre while mercury originates from vermilion, HgS (pigment that does not permit dating).

⁴⁵ Komentarze zamieszczone poniżej odnoszą się do fotografii znajdujących się w tomie III niniejszego opracowania (przyp. M.P.K.).

⁴⁵ The comments below refer to photographs published in Volume III of the study (footnote by M.P.K.).

Matka Boska Smoleńska

(MNK XVIII-577, Kat. 23)

Obecność ołowiu wynika prawdopodobnie z zastosowania bieli ołowiowej $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ (jest to pigment niedatujący stosowany od starożytności). Z kolei obecność tytanu oraz cynku sugeruje, że ikona była przemalowana z zastosowaniem bieli tytanowej TiO_2 (stosowanej od ok. 1919 r.) oraz bieli cynkowej ZnO (stosowanej od ok. 1834 r.). Arsen prawdopodobnie pochodzi z aury pigmentu As_2S_3 (pigment niedatujący).

Tło ikony pokryte jest płatkami złota. Obecność rtęci świadczy z kolei o zastosowaniu cynobru HgS (pigment niedatujący). Zaprawa zawiera biel wapienną – węgiel wapnia (krede) CaCO_3 .

Mother of God of Smolensk

(MNK XVIII-577; Cat. 23)

The presence of lead probably results from the application of lead white, $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ (a pigment used since the Antiquity that does not permit dating). Presence of titanium (purple) and of zinc suggests that the icon must have been repainted with the use of titanium white, TiO_2 (used since ca. 1919), and zinc white, ZnO (used since ca. 1834). Arsenic probably originates from orpiment, As_2S_3 (that does not permit dating).

The icon's background is covered with gold petals. The presence of mercury indicates the use of vermilion, HgS (that does not permit dating). The ground layer contains lime white – calcium carbonate (chalk), CaCO_3 .

2		Parametry pomiarowe Measurement parameters		
Lewo Left [mm]	18	793	X	
Góra Top [mm]	16,5	953	Y	
Szerokość Width [mm]	238	300	odległość między punktami distance between points [μm]	
Wysokość Height [mm]	286	czas/pixel time/pixel	45 ms (6,7 mm/s)	
Rozmiar plamki Size of focus [μm]	630	czas time	15,03 h	

Ponadto oznaczono wykryty kobalt – pochodzi on zapewne ze smalty (stosowanej od ok. XV w.). Składnikiem smalty jest też nikiel.

Wykryty chrom może pochodzić z zieleni chromowej (Cr_2O_3) lub viridianu ($\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) – pigmentów stosowanych od ok. 1840 r., lub z żółceni chromowej – pigmentu zawierającego anion CrO_4^{2-} (stosowanego od 1809 r.). Z kolei obecność miedzi świadczy o zastosowaniu malachitu $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ (stosowany od starożytności) lub innej zieleni miedziowej (ew. błękitnego azurytu).

Żelazo pojawia się w pigmentach ziemnych – ochrach. Mangan z kolei sugeruje zastosowanie umbrzy. Potas wskazuje na obecność czerni roślinnej ($\text{C} + \text{K}_2\text{CO}_3$) – w pigmentcie niedatującym, ale może być również obecny w pigmentach ziemnych.

Also marked is the detected cobalt – originating probably from smalt (used since ca. 15th c.). Another smalt component is also nickel.

The detected chromium may come from chromium green (Cr_2O_3) or from viridian ($\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), pigments used since ca. 1840, or from chromium yellow, a pigment containing anion, CrO_4^{2-} (used since 1809). The presence of copper indicates the use of malachite, $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ (used since Antiquity), or of other copper green (alternatively, blue azurite).

Iron occurs in earth pigments – ochres. Manganese suggests the use of umber. Potassium indicates the presence of vegetal black ($\text{C} + \text{K}_2\text{CO}_3$) that does not permit dating, but it can also be present in earth pigments.

4.4

Badanie próbek pigmentów pobranych z ikon należących do kolekcji Muzeum Narodowego w Krakowie za pomocą proszkowej dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego Powder X-Ray Diffraction (XRD) Examination of Pigment Samples Extracted from Icons in the Collection of the National Museum in Krakow

dr Alicja Rafalska-Łasocha
dr Marta Grzesiak-Nowak
prof. dr hab. Wiesław Łasocha
Wydział Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego
Data sporządzenia raportu: 11.06.2017

Dr Alicja Rafalska-Łasocha
Dr Marta Grzesiak-Nowak
Prof. Dr hab. Wiesław Łasocha
Faculty of Chemistry of the Jagiellonian University
Date of the report: 11.06.2017

Wstęp

Przedmiotem badań były próbki pobrane z ikon należących do kolekcji Muzeum Narodowego w Krakowie (Pałac Biskupa Erazma Ciołka). Celem badań była identyfikacja pigmentów zawartych w analizowanych próbkach.

Szczegóły techniczne

Obrazy dyfrakcyjne badanych próbek wykonane zostały w Zespole Strukturalnej Dyfraktometrii Proszkowej Wydziału Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego. Próbki zostały naniesione na uchwyt bezodbiciowy w celu wykonania pomiaru dyfrakcyjnego. Eksperymenty proszkowej dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego (XRPD) zostały wykonane z użyciem promieniowania CuK α za pomocą dyfraktometru Panalytical X'pert pro MPD. Pomiar przeprowadzono w geometrii Bragg-Brentano w zakresie 4,0–60,0° 2 θ z wielkością kroku pomiarowego wynoszącą 0,026°. Szczegółowe parametry pomiarów zostały zebrane w tabeli [1](#).

Introduction

The objects of examination were samples extracted from icons belonging to the collection of the National Museum in Krakow (The Bishop Erazm Ciołek Palace). The aim of the examination was to identify the pigments comprised in the analysed samples.

Technical details

Diffraction patterns of examined samples were obtained in the Institute of Structural Powder Diffractometry of the Faculty of Chemistry at the Jagiellonian University. The samples were placed onto a zero-background holder to execute the diffraction measurement. Experiments of powder X-ray diffraction (XRPD) were performed in CuK α radiation with the use of a Panalytical X'pert pro MPD diffractometer. The measurement was conducted in Bragg-Brentano geometry, in the range 4.0–60.0° 2 θ with a measurement step of 0.026°. Detailed parameters of the measurements are gathered in Table [1](#).



Parametry pomiarów dyfrakcyjnych wykonanych w ramach niniejszego opracowania
Parameters of the diffraction measurements taken within the present study

Rodzaj promieniowania i długość fali | Lamp parameters

Długość promieniowania | Type and length of radiation
CuK α 1,541874 Å

Napięcie | Voltage
40 kV

Natężenie prądu katodowego | Cathodic current
30 mA





Promieniowanie padające | Incident radiation

Szczelina rozbieżności wiązki Divergence slit	1/4°
Maska Mask	10 mm
Szczeliny Sollera Soller slits	0,04 rad
Szczelina przeciwrozproszeniowa Divergence slit	1/2°
Promieniowanie odbite Radiation produced by reflection	
Monochromator Monochromator	grafitowy graphite
Detektor Detector	PIXcel

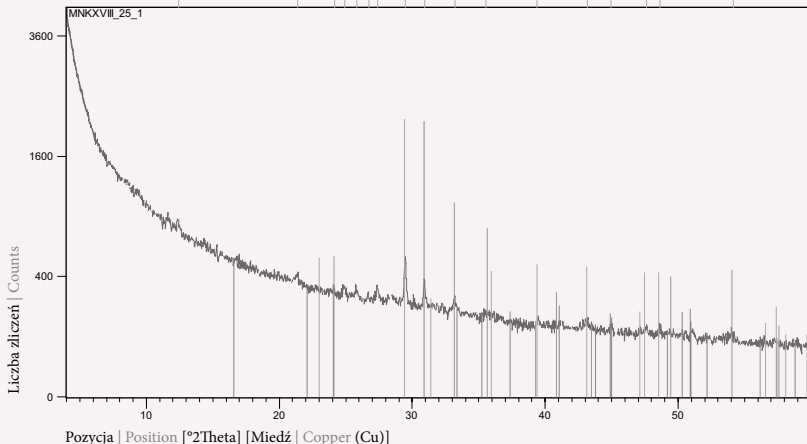

Analiza uzyskanych obrazów dyfrakcyjnych została wykonana w programie X'pert HighScore, z wykorzystaniem bazy danych dyfrakcyjnych PDF4+ 2014⁴⁶.

Analysis of the obtained diffraction patterns was performed with X'pert HighScore software, with the use of the diffraction database PDF4+ 2014⁴⁶.

Analiza obrazów dyfrakcyjnych badanych próbek

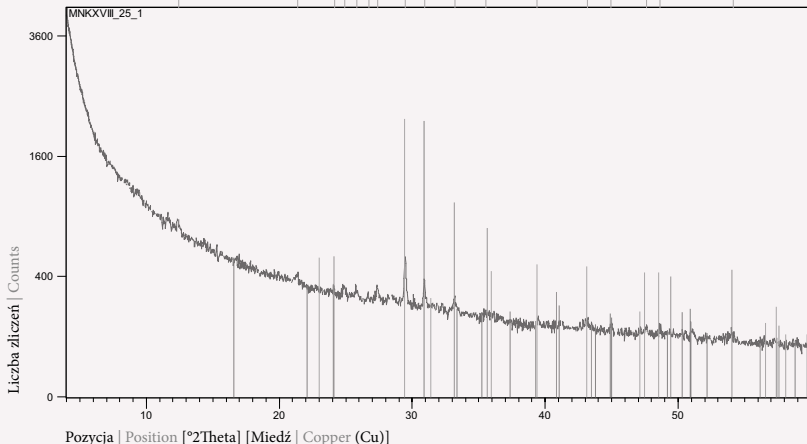

Analysis of the diffraction patterns of the examined samples

Próbka nr 1 (MNK XVIII-25_1)

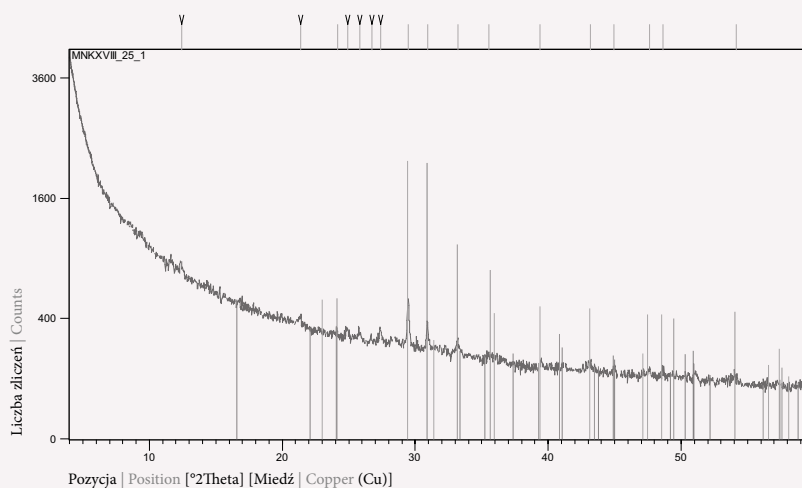
Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja  1. Dane eksperymentalne zestawione z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru zaprezentowano w tabeli  2⁴⁷.

Analiza uzyskanych danych, wykonana z wykorzystaniem bazy danych dyfrakcyjnych PDF-4+, jednoznacznie wskazuje, że składnikami zidentyfikowanymi w badanej próbce są kalcyt, ankeryt i tlenek żelaza (III).

Sample No. 1 (MNK XVIII-25_1)

The registered diffraction pattern of the examined samples is presented in Figure  1. Experimental data compiled with the use of the diffractometer's software are presented in Table  2⁴⁷.

Analysis of the obtained data performed with reference to the diffraction database PDF-4+, explicitly identifies the constituents as calcite, ankerite, and ferric oxide (III).



Obraz dyfrakcyjny próbki MNK XVIII-25_1
Diffraction pattern of the sample MNK XVIII-25_1

⁴⁶ International Centre for Diffraction Data, <http://www.icdd.com/products/pdf4.htm>.

⁴⁷ Dane te w publikacji zostały pominięte; zawarto je w dokumentacji projektu (przyp. M.P.K.).



⁴⁶ International Centre for Diffraction Data, <http://www.icdd.com/products/pdf4.htm>.

⁴⁷ These data have been omitted in the present publications; they remain available in the documentation of the project (footnote by M.P.K.).




Zidentyfikowane składniki próbki MNK XVIII-25_1
Identified constituents of the sample MNK XVIII-25_1

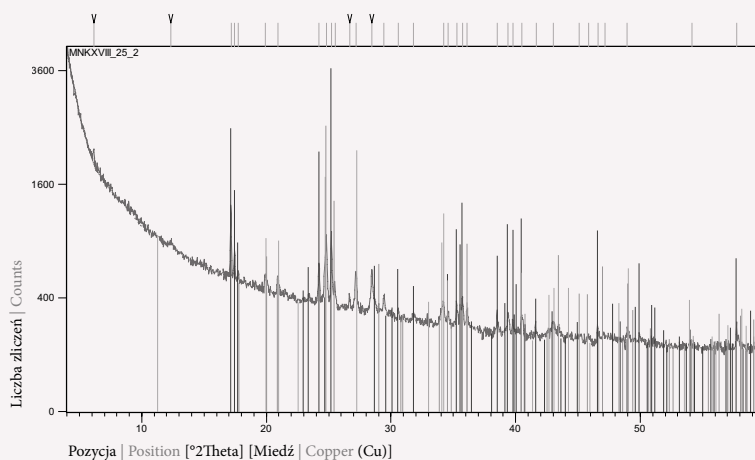
Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group	Szacowana zawartość [%] Estimated content [%]
00-041-0586	ankeryt ankerite	$\text{Ca}(\text{Fe}^{+2}, \text{Mg})(\text{CO}_3)_2$	R-3	36
00-005-0586	kalcyt calcite	$\text{Ca}(\text{CO}_3)$	R-3c	50
01-087-1166	tlenek żelaza iron (III) oxide	Fe_2O_3	R-3c	14

Próbka nr 2 (MNK XVIII-25_2)

Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja  2. Dane eksperymentalne zestawione z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru zaprezentowano w tabeli  3.

Sample No. 2 (MNK XVIII-25_2)

The registered diffraction pattern of the examined samples is presented in Figure  2. Experimental data compiled with the use of the diffractometer's software are presented in Table  3.



Obraz dyfrakcyjny próbki MNK XVIII-25_2
Diffraction pattern of the sample MNK XVIII-25_2

Zidentyfikowane składniki próbki MNK XVIII-25_2
Identified constituents of the sample MNK XVIII-25_2

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group	Szacowana zawartość [%] Estimated content [%]
01-070-1579	azuryt azurite	$\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$	P21/c	79
04-016-7055	hydrocerusyt hydrocerussite, syn	$\text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$	R-3 m	12
01-070-2052	cerusyt cerussite, syn	PbCO_3	Pm \bar{c} n	9

Głównym składnikiem badanej próbki jest azuryt. W próbce występuje także hydrocerusyt oraz cerusyt. W uzyskanym obrazie dyfrakcyjnym znajdują się nieliczne maksima dyfrakcyjne o małej intensywności pochodzące od domieszek.

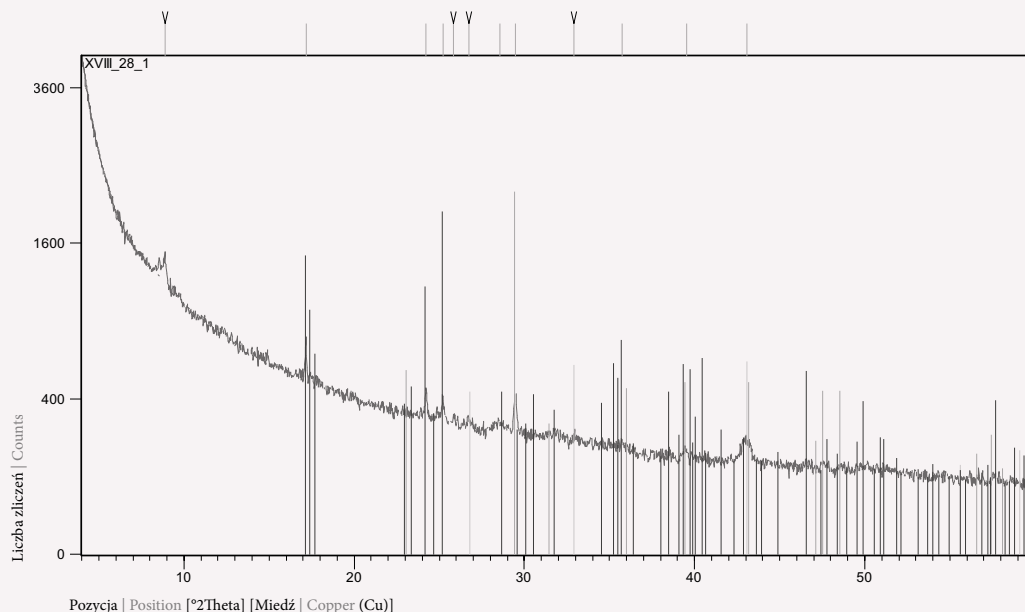
The main constituent of the examined sample is azurite. Present in the sample also are: hydro-cerussite and cerussite. In the obtained diffraction pattern occur sparse diffraction maxima of small intensity stemming from admixtures.

Próbka nr 3 (MNK XVIII-28_1)

Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja 3. Dane eksperymentalne zestawione z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru zaprezentowano w tabeli 4.

Sample No. 3 (MNK XVIII-28_1)

The registered diffraction pattern of the examined samples is presented in Figure 3. Experimental data compiled with the use of the diffractometer's software are presented in Table 4.



3

Obraz dyfrakcyjny próbki MNK XVIII-28_1
Diffraction pattern of the sample MNK XVIII-28_1

4

Zidentyfikowane składniki próbki MNK XVIII-28_1
Identified constituents of the sample MNK XVIII-28_1

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group	Szacowana zawartość [%] Estimated content [%]
00-005-0586	kalcyt calcite, syn	Ca(CO ₃)	R-3c	53
04-015-4757	azuryt azurite	Cu ₃ (OH) ₂ (CO ₃) ₂	P21/c	47

Analiza uzyskanych danych, wykonana z wykorzystaniem bazy danych dyfrakcyjnych PDF-4+, jednoznacznie wskazuje, że składnikami zidentyfikowanymi w badanej próbce są kalcyt oraz azuryt.

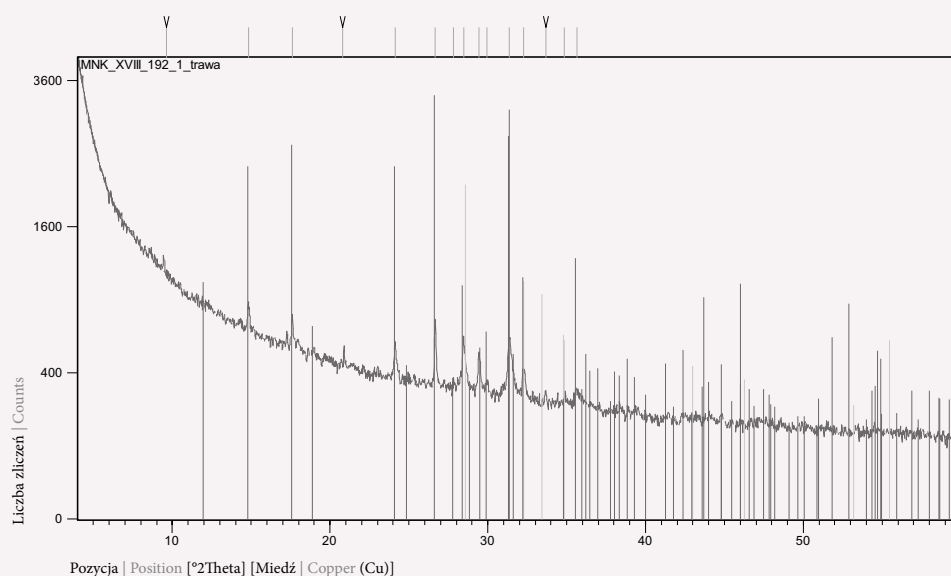
Analysis of the obtained data, based on the diffraction database PDF-4+, explicitly identifies the main constituents of the examined sample as calcite and azurite.

Próbka nr 4 (MNK XVIII-192_1_trawa)

Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja [4](#). Dane eksperymentalne zestawione z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru zaprezentowano w tabeli [5](#).

Sample No. 4 (MNK XVIII-192_1_trawa)

The registered diffraction pattern of the examined samples is presented in Figure [4](#). Experimental data compiled with the use of the diffractometer's software are presented in Table [5](#).

**4**

Obraz dyfrakcyjny próbki MNK XVIII-192_1_trawa
Diffraction pattern of the sample MNK XVIII-192_1_trawa

5

Zidentyfikowane składniki próbki MNK XVIII-192_1_trawa
Identified constituents of the sample MNK XVIII-192_1_trawa

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group	Szacowana zawartość [%] Estimated content [%]
00-056-0001	malachit malachite	$\text{Cu}_2^{+2}(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$	P21/c	85
04-004-5048	cynober vermilion, syn	HgS	P3121	15

Głównym składnikiem badanej próbki jest malachit. W próbce występuje także cynober. W uzyskanym obrazie dyfrakcyjnym znajdują się nieliczne maksima dyfrakcyjne o małej intensywności pochodzące od domieszek.

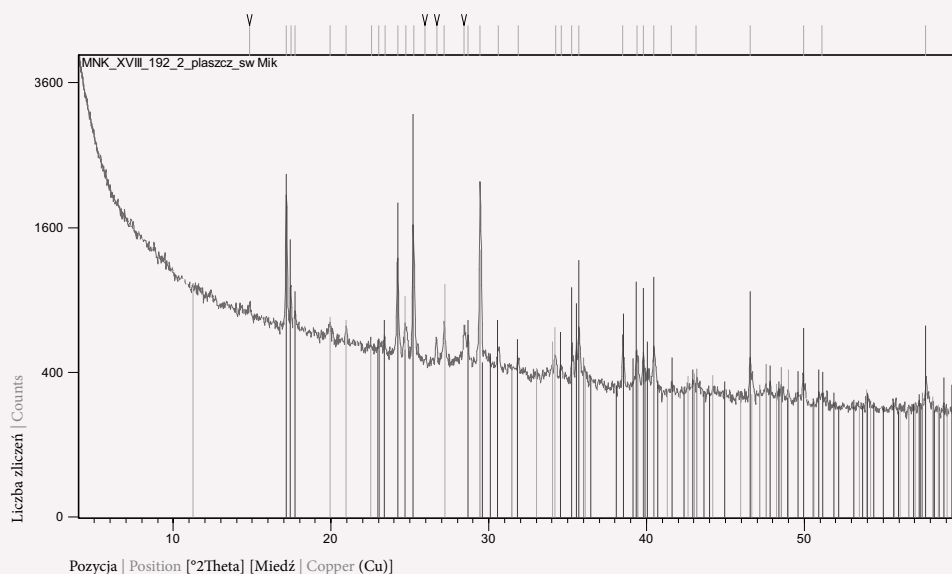
The main constituent of the sample is malachite. Also, vermilion occurs in the sample. In the obtained diffraction pattern are sparse maxima of small intensity stemming from admixtures.

Próbka nr 5 (MNK XVIII-192_2_plaszcz_sw Mik)

Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja 5. Dane eksperymentalne zestawione z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru zaprezentowano w tabeli 6.

Sample No. 5 (MNK XVIII-192_2_plaszcz_sw Mik)

The registered diffraction pattern of the examined samples is presented in Figure 5. Experimental data compiled with the use of the diffractometer's software are presented in Table 6.



Obraz dyfrakcyjny próbki MNK XVIII-192_2_plaszcz_sw Mik
Diffraction pattern of the sample MNK XVIII-192_2_plaszcz_sw Mik

Zidentyfikowane składniki próbki MNK XVIII-192_2_plaszcz_sw Mik
Identified constituents of the sample MNK XVIII-192_2_plaszcz_sw Mik

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group	Szacowana zawartość [%] Estimated content [%]
01-070-1579	azuryt azurite	$\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$	P21/c	80
04-016-7055	hydrocerusyt hydrocerussite, syn	$\text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$	R-3 m	5
01-072-4582	kalcyt calcite, syn	$\text{Ca}(\text{CO}_3)$	R-3c	16

Analiza uzyskanych danych, wykonana z wykorzystaniem bazy danych dyfrakcyjnych PDF-4+, jednoznacznie wskazuje, że głównym składnikiem zidentyfikowanym w badanej próbce jest azuryt. W próbce występuje również kalcyt i niewielka ilość hydrocerusytu.

Analysis of the obtained data, based on the diffraction database PDF-4+, explicitly identifies the main constituents of the examined sample as azurite. Also present in the sample are calcite and a small amount of hydrocerussite.

Próbka nr 6 (MNK XVIII-452)

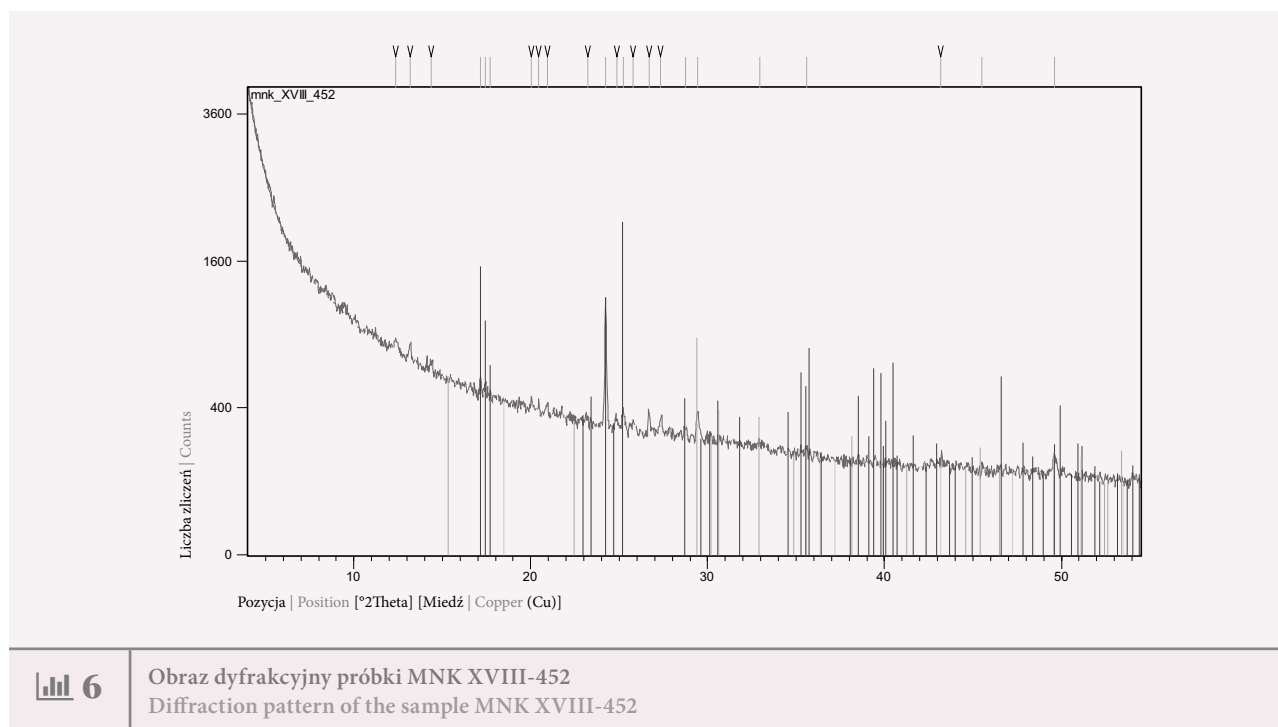
Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja [ul 6](#). Dane eksperymentalne zestawione z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru zaprezentowano w tabeli [7](#).

Analiza uzyskanych danych, wykonana z wykorzystaniem bazy danych dyfrakcyjnych PDF-4+, jednoznacznie wskazuje, że głównym składnikiem zidentyfikowanym w badanej próbce jest azuryt. W próbce występuje także domieszka masykotu.

Sample No. 6 (MNK XVIII-452)

The registered diffraction pattern of the examined samples is presented in Figure [ul 6](#). Experimental data compiled with the use of the diffractometer's software are presented in Table [7](#).

Analysis of the obtained data, based on the diffraction database PDF-4+, explicitly identifies the main constituent of the examined sample as azurite. Also an admixture of litharge occurs in the sample.

**7****Zidentyfikowane składniki próbki MNK XVIII-452**
Identified constituents of the sample MNK XVIII-452

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group	Szacowana zawartość [%] Estimated content [%]
01-070-1579	azuryt azurite	$\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$	P21/c	97
04-007-2183	massicot massicot, syn	PbO	Pbcm	3

Próbka nr 7 (MNK XVIII-452_2)

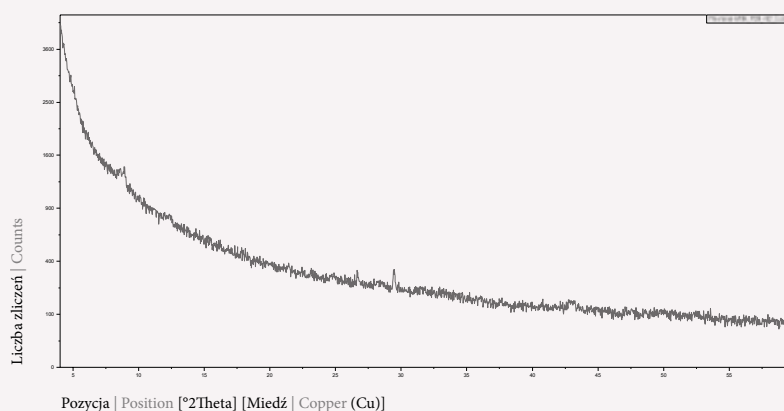
Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja [ul 7](#).

Ze względu na bardzo małą ilość próbki uzyskany obraz dyfrakcyjny nie zawiera maksimumów dyfrakcyjnych, na podstawie których można dokonać identyfikacji składników analizowanej próbki.

Sample No. 7 (MNK XVIII-452_2)

The registered diffraction pattern of the examined sample is presented in Figure [ul 7](#).

Due to the very small amount of the sample, the obtained diffraction pattern comprises no diffraction maxima allowing identification of the constituents of the examined sample.



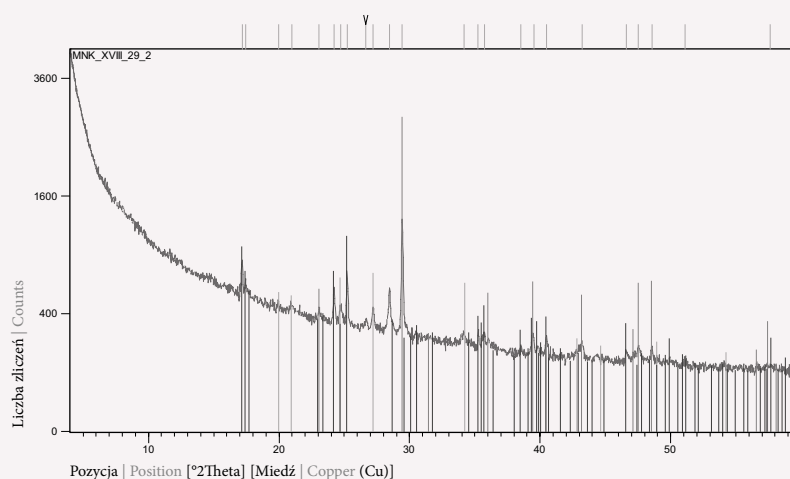
Obraz dyfrakcyjny próbki MNK XVIII-452_2
Diffraction pattern of the sample MNK XVIII-452_2

Próbka nr 8 (MNK XVIII-29_2)

Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja 8. Dane eksperymentalne zestawione z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru zaprezentowano w tabeli 8.

Sample No. 8 (MNK XVIII-29_2)

The registered diffraction pattern of the examined samples is presented in the Figure 8. Experimental data compiled with the use of the diffractometer's software are presented in Table 8.



Obraz dyfrakcyjny próbki MNK XVIII-29_2
Diffraction pattern of the sample MNK XVIII-29_2

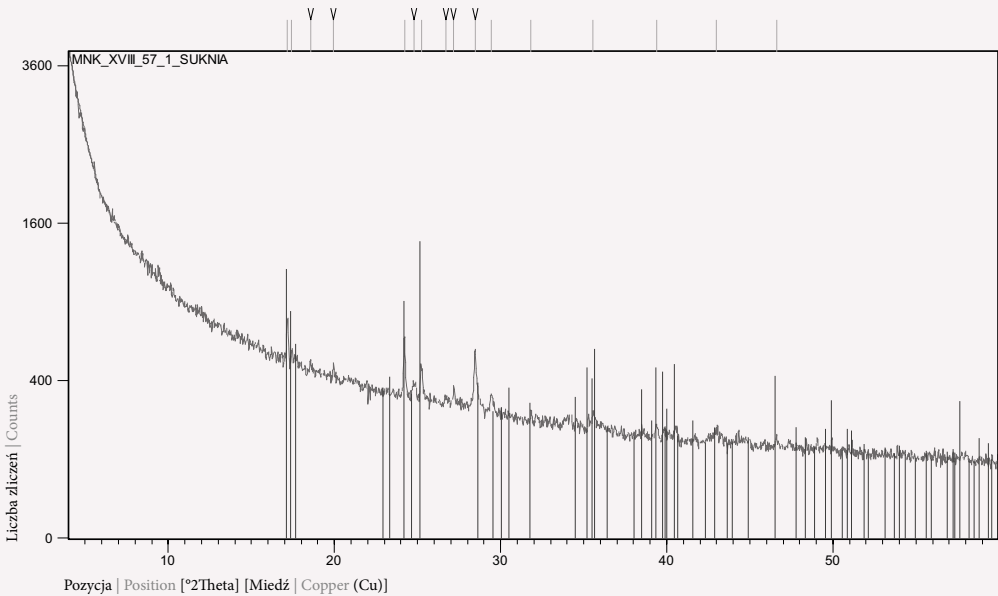

Zidentyfikowane składniki próbki MNK XVIII-29_2
Identified constituents of the sample MNK XVIII-29_2

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group
01-071-3699	kalcyt calcite, syn	Ca(CO ₃)	R-3c
00-001-0687	lead carbon hydrogen oxide lead carbon hydrogen oxide	2PbCO ₃ · Pb(OH) ₂	–
04-015-4757	azuryt azurite	Cu ₃ (OH) ₂ (CO ₃) ₂	P21/c

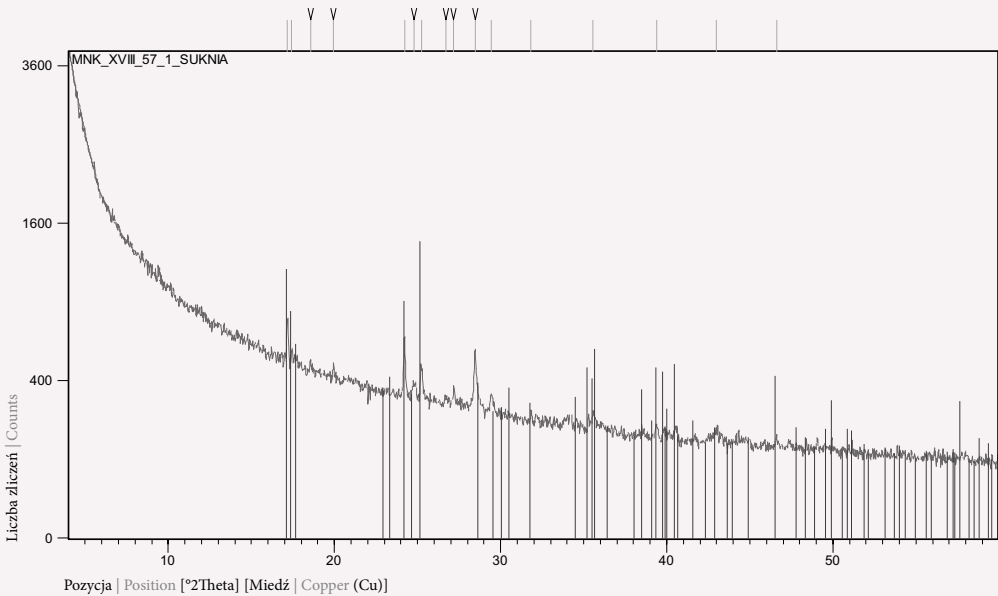

Analiza uzyskanych danych, wykonana z wykorzystaniem bazy danych dyfrakcyjnych PDF-4+, jednoznacznie wskazuje, że składnikami zidentyfikowanymi w badanej próbce są kalcyt, azuryt oraz hydrocerusyt.

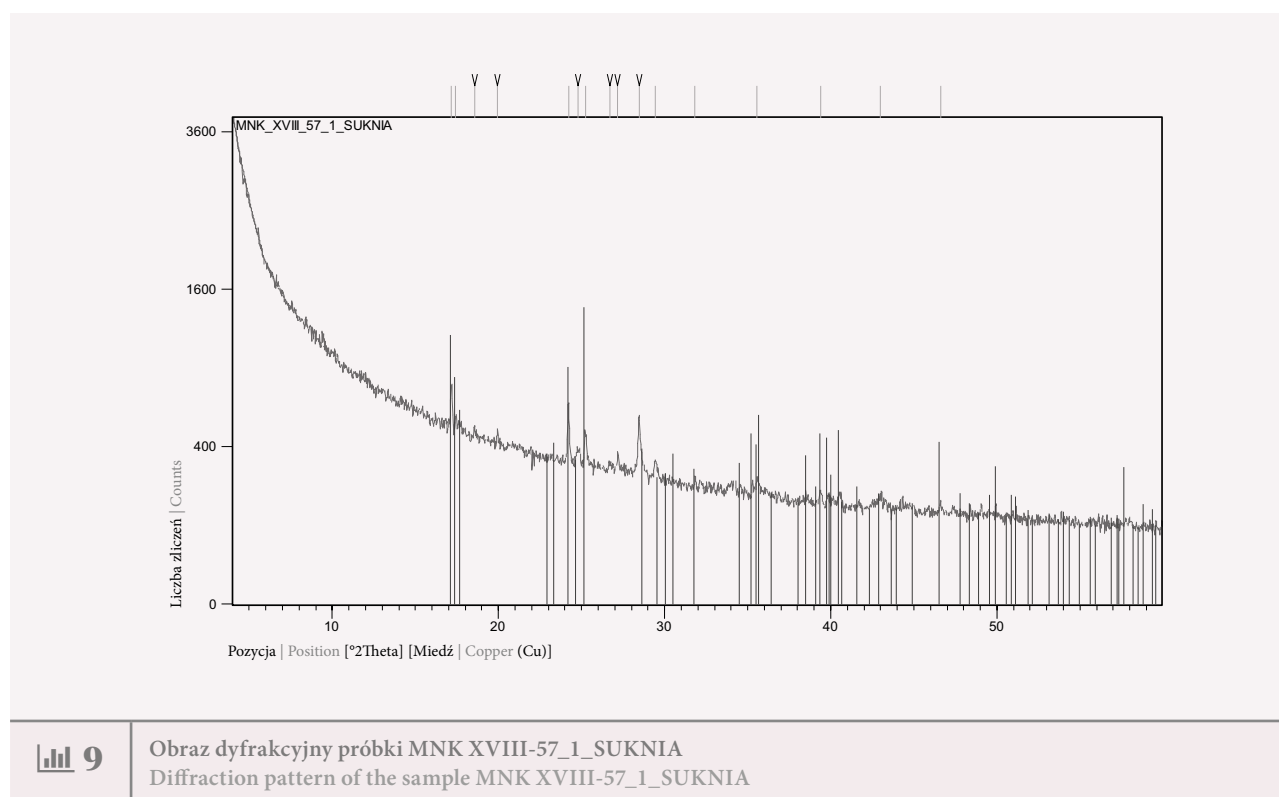
Analysis of the obtained data, based on the diffraction database PDF-4+, explicitly identifies the constituents present in the examined sample as calcite, azurite and hydrocerussite.


Próbka nr 9 (MNK XVIII-57_1_SUKNIA)

Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja  9. Dane eksperymentalne zestawione z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru zaprezentowano w tabeli  9.

Sample No. 9 (MNK XVIII-57_1_SUKNIA)

The registered diffraction pattern of the examined samples is presented in Figure  9. Experimental data compiled with the use of the diffractometer's software are presented in Table  9.



 **9** Zidentyfikowane składniki próbki MNK XVIII-57_1_SUKNIA
Identified constituents of the sample MNK XVIII-57_1_SUKNIA

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group
01-070-1579	azuryt azurite	$\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$	P21/c

Analiza otrzymanego obrazu dyfrakcyjnego jednoznacznie wskazuje na obecność azurytu w badanej próbce. W uzyskanym obrazie dyfrakcyjnym znajdują się nieliczne maksima dyfrakcyjne o małej intensywności pochodzące od domieszek niezidentyfikowanej fazy.

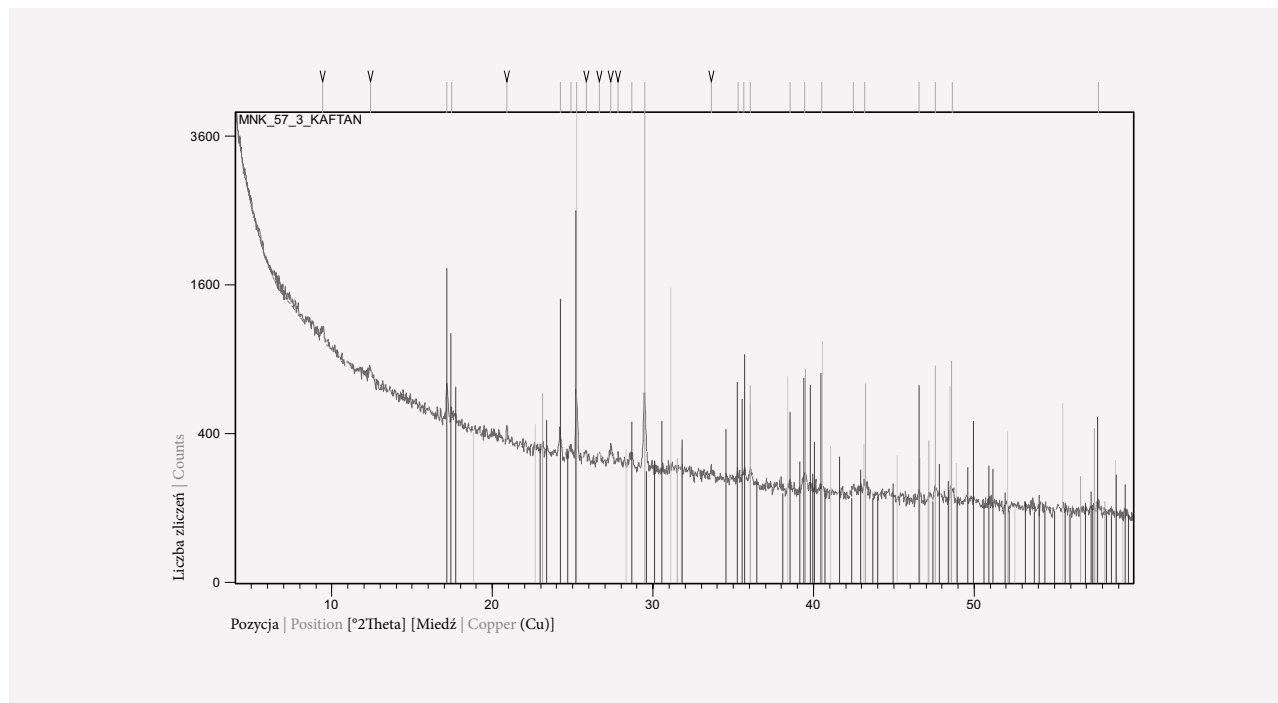
Analysis of the obtained data explicitly indicates the presence of azurite in the examined sample. In the obtained diffraction pattern also occur sparse diffraction maxima of small intensity stemming from admixtures of an unidentified phase.

Próbka nr 10 (MNK 57-3_KAFTAN)

Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja **10**. Dane eksperymentalne zestawione z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru zaprezentowano w tabeli **10**.

Sample No. 10 (MNK 57-3_KAFTAN)

The registered diffraction pattern of the examined samples is presented in Figure **10**. Experimental data compiled with the use of the diffractometer's software are presented in Table **10**.

**10**

Obraz dyfrakcyjny próbki MNK 57-3_KAFTAN
Diffraction pattern of the sample MNK 57-3_KAFTAN

10

Zidentyfikowane składniki próbki MNK 57-3_KAFTAN
Identified constituents of the sample MNK 57-3_KAFTAN

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group	Szacowana zawartość [%] Estimated content [%]
01-083-0577	kalcyt calcite, syn	Ca(CO ₃)	R-3c	50
04-015-4757	azuryt azurite	Cu ₃ (OH) ₂ (CO ₃) ₂	P21/c	50

Analiza uzyskanych danych, wykonana z wykorzystaniem bazy danych dyfrakcyjnych PDF-4+, jednoznacznie wskazuje, że składnikami zidentyfikowanymi w badanej próbce są kalcyt oraz azuryt. W uzyskanym obrazie dyfrakcyjnym znajdują się maksima dyfrakcyjne o małej intensywności pochodzące od domieszek niezidentyfikowanej fazy.

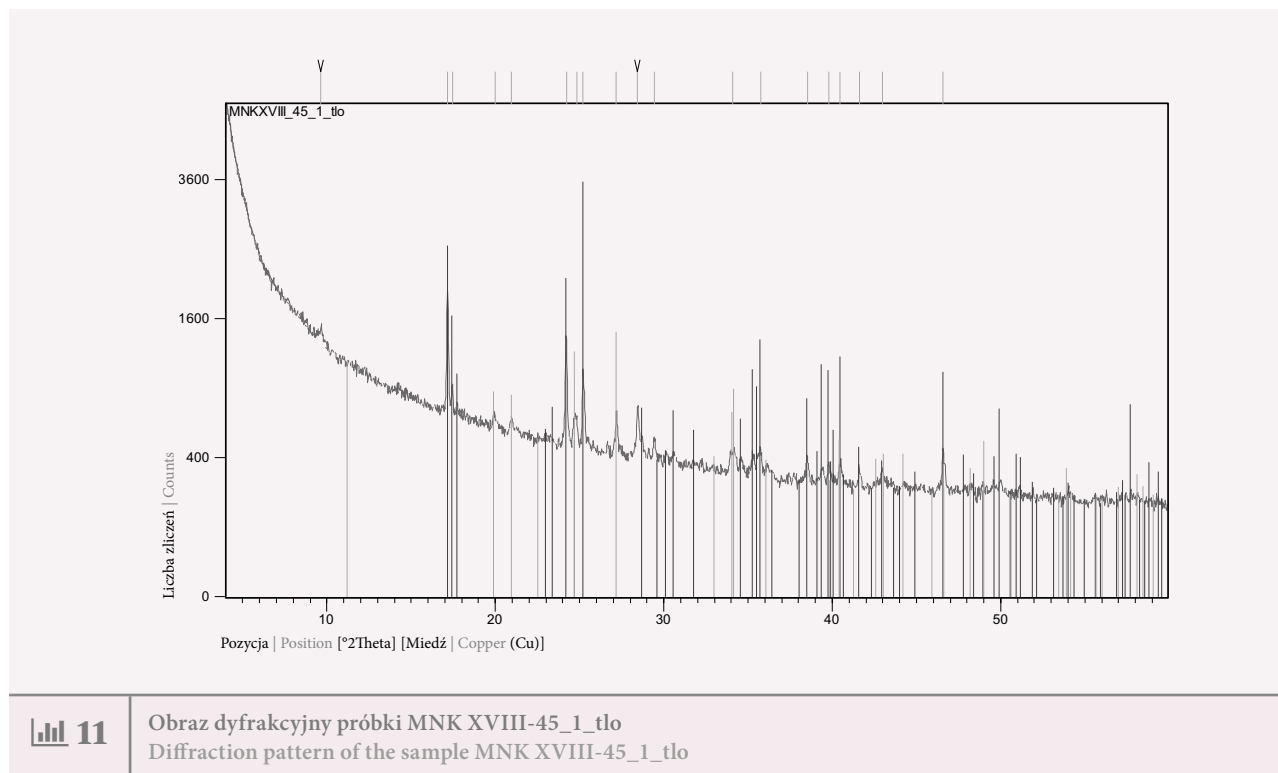
Analysis of the obtained data, based on the diffraction database PDF-4+, explicitly identifies the main constituents of the examined sample as calcite and azurite. In the obtained diffraction pattern also occur diffraction maxima of small intensity stemming from admixtures of an unidentified phase.

Próbka nr 11 (MNK XVIII-45_1_tlo)

Zarejestrowany obraz dyfrakcyjny badanej próbki przedstawia ilustracja [11](#). Dane eksperymentalne zestawione z wykorzystaniem oprogramowania dyfraktometru zaprezentowano w tabeli [11](#).

Sample No. 11 (MNK XVIII-45_1_tlo)

The registered diffraction pattern of the examined samples is presented in Figure [11](#). Experimental data compiled with the use of the diffractometer's software are presented in Table [11](#).

**11**

Obraz dyfrakcyjny próbki MNK XVIII-45_1_tlo
Diffraction pattern of the sample MNK XVIII-45_1_tlo

11

Zidentyfikowane składniki próbki MNK XVIII-45_1_tlo
Identified constituents of the sample MNK XVIII-45_1_tlo

Numer rekordu PDF-4+ Reference code PDF-4+	Nazwa związku chemicznego Compound name	Wzór chemiczny Chemical formula	Grupa przestrzenna Space group	Szacowana zawartość [%] Estimated content [%]
01-070-1579	azuryt azurite	$\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$	P21/c	92
04-016-7055	hydrocerusyt hydrocerussite, syn	$\text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$	R-3m	8

Analiza uzyskanych danych, wykonana z wykorzystaniem bazy danych dyfrakcyjnych PDF-4+, jednoznacznie wskazuje, że głównym zidentyfikowanym składnikiem badanej próbki jest azuryt. W próbce występuje także domieszka hydrocerusytu.

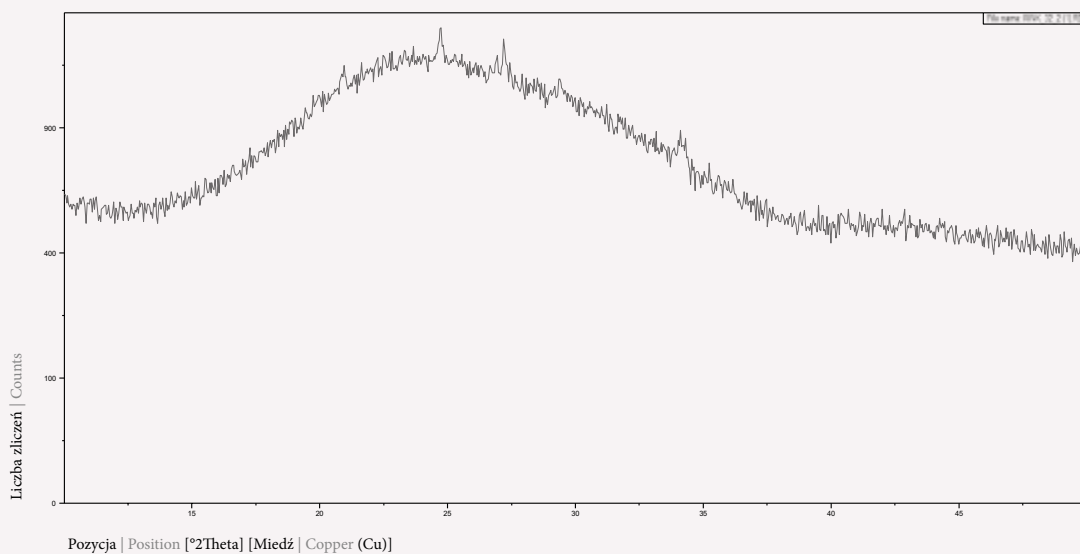
Analysis of the obtained data, based on the diffraction database PDF-4+, explicitly identifies the main constituent of the examined sample as azurite. The sample also contains an admixture of hydrocerussite.

Próbka nr 12 (MNK XVIII-32_2)

Uzyskano obraz dyfrakcyjny słabej jakości przedstawiony na ilustracji **12**, na podstawie którego nie udało się zidentyfikować składników badanej próbki. Występujący w obrazie dyfrakcyjnym charakterystyczny garb wskazuje, że w próbce znajduje się substancja amorficzna.

Sample No. 12 (MNK XVIII-32_2)

The obtained diffraction pattern, presented in Figure **12**, was of poor quality, therefore identification of the constituents of the examined sample was not possible. The characteristic hump visible in the diffraction pattern indicates the presence of an amorphous substance in the sample.

**12**

Obraz dyfrakcyjny próbki MNK XVIII-45_32_2
Diffraction pattern of the sample MNK XVIII-45_32_2

4.5

Raport z wyników pomiarów techniką spektroskopii rozpraszania ramanowskiego

Report on the Results of Raman Spectroscopy

dr hab. Kamilla Małek

Wydział Chemii UJ

Data sporządzenia raportu: 08.05.2017, 15.06.2017

Pojedyncze pomiary widm ramanowskich dla wskazanych przez zleceniodawcę punktów wykonano przy zastosowaniu spektrometru WITec Alpha 300 wyposażonego w mikroskop konfokalny i detektor CCD. Do wzbudzenia efektu Ramana użyto linii o długości fali 532 nm (laser Nd-YAG) ze względu na wysoką intensywność rozpraszanego promieniowania oraz specyfikę poszukiwanych barwników. Rozdzielczość spektralna wynosiła ok. 3 cm^{-1} . Liczba akumulacji, moc lasera oraz czas integracji każdego pomiaru były dobierane w zależności od rodzaju próbki. Każde uśrednione widmo przedstawione w raporcie pochodzi z przynajmniej pięciu różnych miejsc z obszaru wskazanego przez zleceniodawcę w celu upewnienia się, czy próbka nie reprezentuje heterogenicznego składu chemicznego. Widma przedstawione w raporcie są reprezentatywne.

Identyfikacji pigmentów dokonano na podstawie przypisania pasm ramanowskich obserwowanych w widmach badanych próbek do bazy danych zleceniobiorcy oraz danych literaturowych⁴⁸.

Cz. I. Raport z 08.05.2017

Próbka nr 1 (MNK XVIII-29) (próbka proszkowa)

Pomiary pojedynczych widm z różnych fragmentów próbki zebrano z czasem integracji 3 sek. i liczbą akumulacji wynoszącą 50.

Dokonując analizy spektralnej oraz porównując położenia pasm na uśrednionym widmie próbki MNK XVIII-29 z widmem standardowym⁴⁹, należy potwierdzić obecność żółtej cynowo-ołowiowej typu I. Świadczą o tym przede wszystkim dwa pasma markerowe położone przy długościach fali 130 cm^{-1} oraz 195 cm^{-1} .

Dr hab. Kamilla Małek

Faculty of Chemistry of the Jagiellonian University

Date of the report: 08.05.2017, 15.06.2017

Individual measurements of Raman spectra for points indicated by the ordering party were executed by means of a WITec Alpha 300 spectrometer equipped with a confocal microscope and an CCD detector. To excite the Raman effect, a wavelength of 532 nm (Nd-YAG laser) was used due to the high intensity of scattered radiation and the specificity of the researched pigments. The spectral resolution was ca. 3 cm^{-1} . The number of accumulations, laser power, and time of integration of every measurement were adopted correspondingly to the type of sample. Every averaged spectrum presented in the report comes from at least five different places of the area indicated by the ordering party to ensure the sample does not represent a homogenic chemical composition. Spectra presented in the report are therefore representative.

Identification of the pigments was accomplished based on the attribution of the Raman bands observed in the spectra of the examined samples to the database of the ordering party and other available data⁴⁸.

Part I. Report of 08.05.2017

Sample No. 1 (MNK XVIII-29) (powder sample)

Measurements of individual spectra of various fragments of the sample were taken with an integration time of 3 sec. and an accumulation number as high as 50.

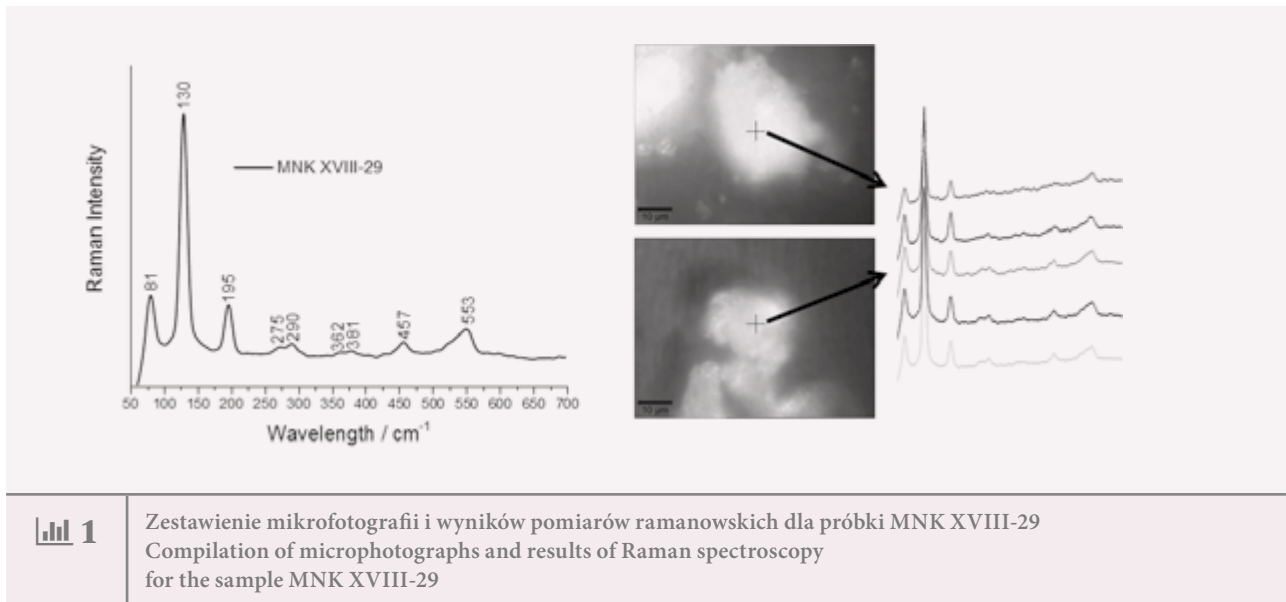
While performing the spectral analysis and comparing the situation of the bands on the averaged spectrum of sample MNK XVIII-29 with the standard spectrum⁴⁹, the presence of lead-tin yellow type I, should be confirmed. This would be demonstrated mostly by the presence of two marker bands of wavelengths of 130 cm^{-1} and 195 cm^{-1} .

⁴⁸ Bell 1997, p. 2159–2179.

⁴⁹ Osticioli et al. 2009, p. 525–531.

⁴⁸ Bell 1997, pp. 2159–2179.

⁴⁹ Osticioli et al. 2009, pp. 525–531.



Próbka nr 2 (MNK XVIII-30)

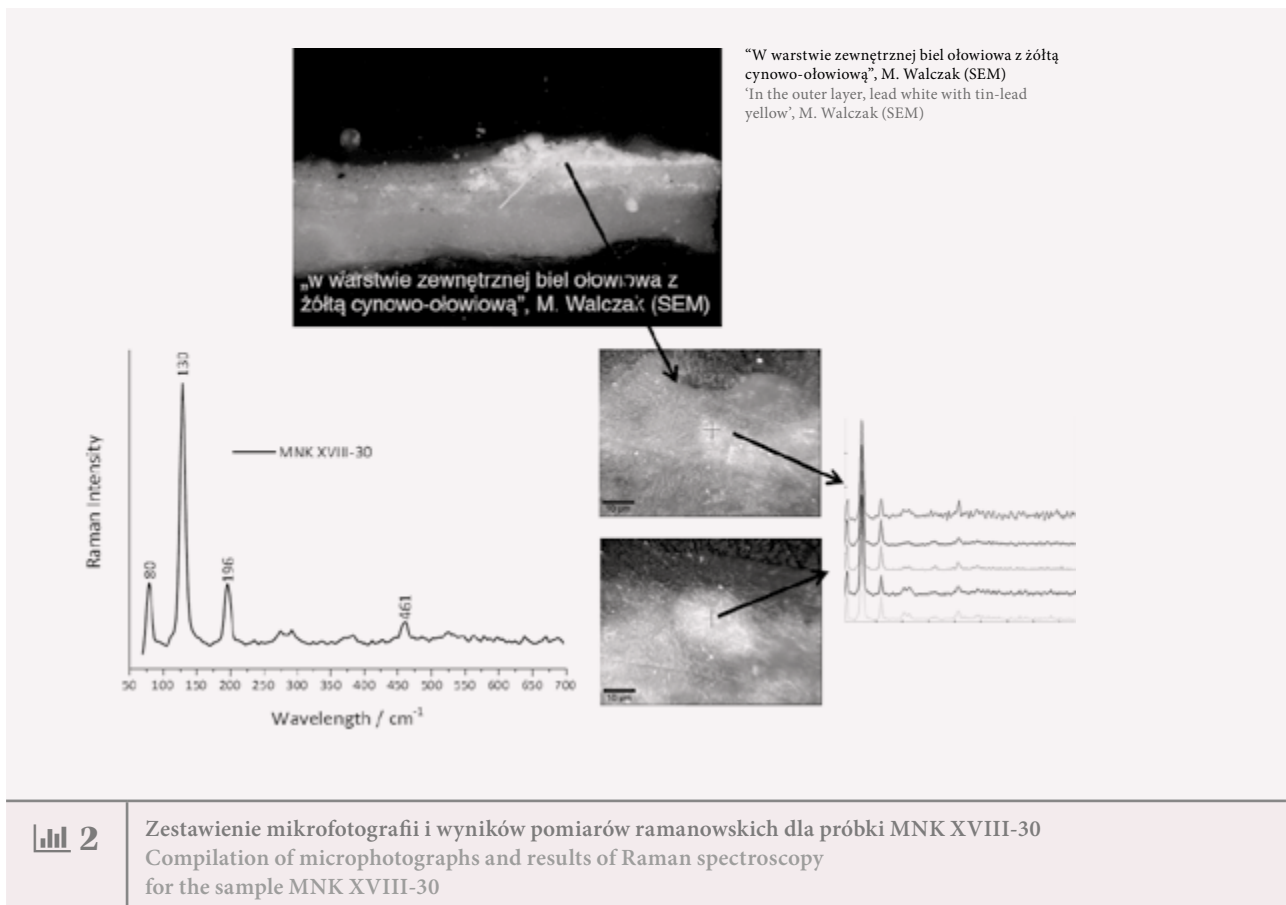
Pomiary pojedynczych widm z różnych fragmentów próbki zebrano z czasem integracji 3 sek. i liczbą akumulacji wynoszącą 50.

W próbce MNK XVIII-30 w zaznaczonych miejscach ponownie stwierdzono obecność żółtej cynowo-olowiowej typu I.

Sample No. 2 (MNK XVIII-30)

Measurements of individual spectra of various fragments of the sample were taken with an integration time of 3 sec. and an accumulation number as high as 50.

In the sample MNK XVIII-30, in the marked positions, the presence of lead-tin yellow type I was again confirmed.

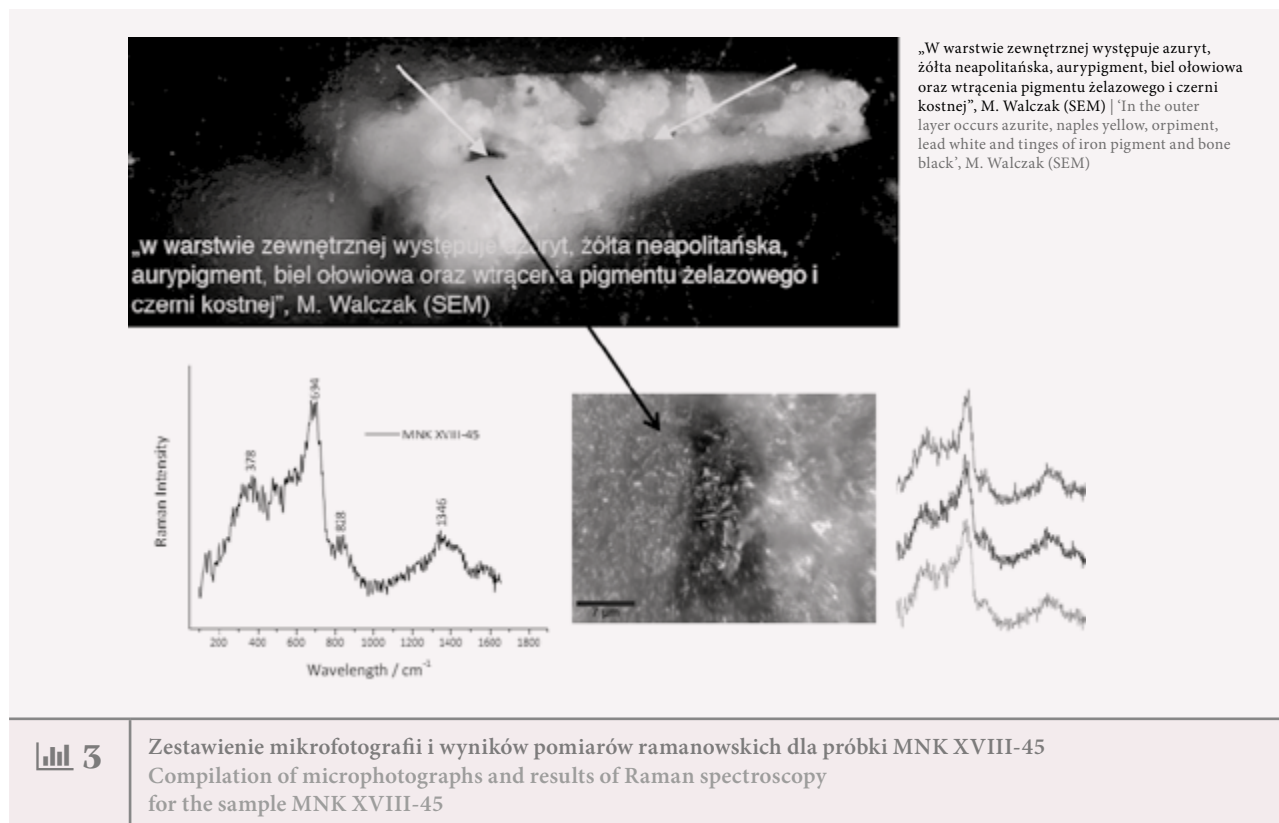


Próbka nr 3 (MNK XVIII-45)

Pomiary pojedynczych widm z zaznaczonego fragmentu próbki zebrano z czasem integracji 3 sek. i liczbą akumulacji wynoszącą 50.

Sample No. 3 (MNK XVIII-45)

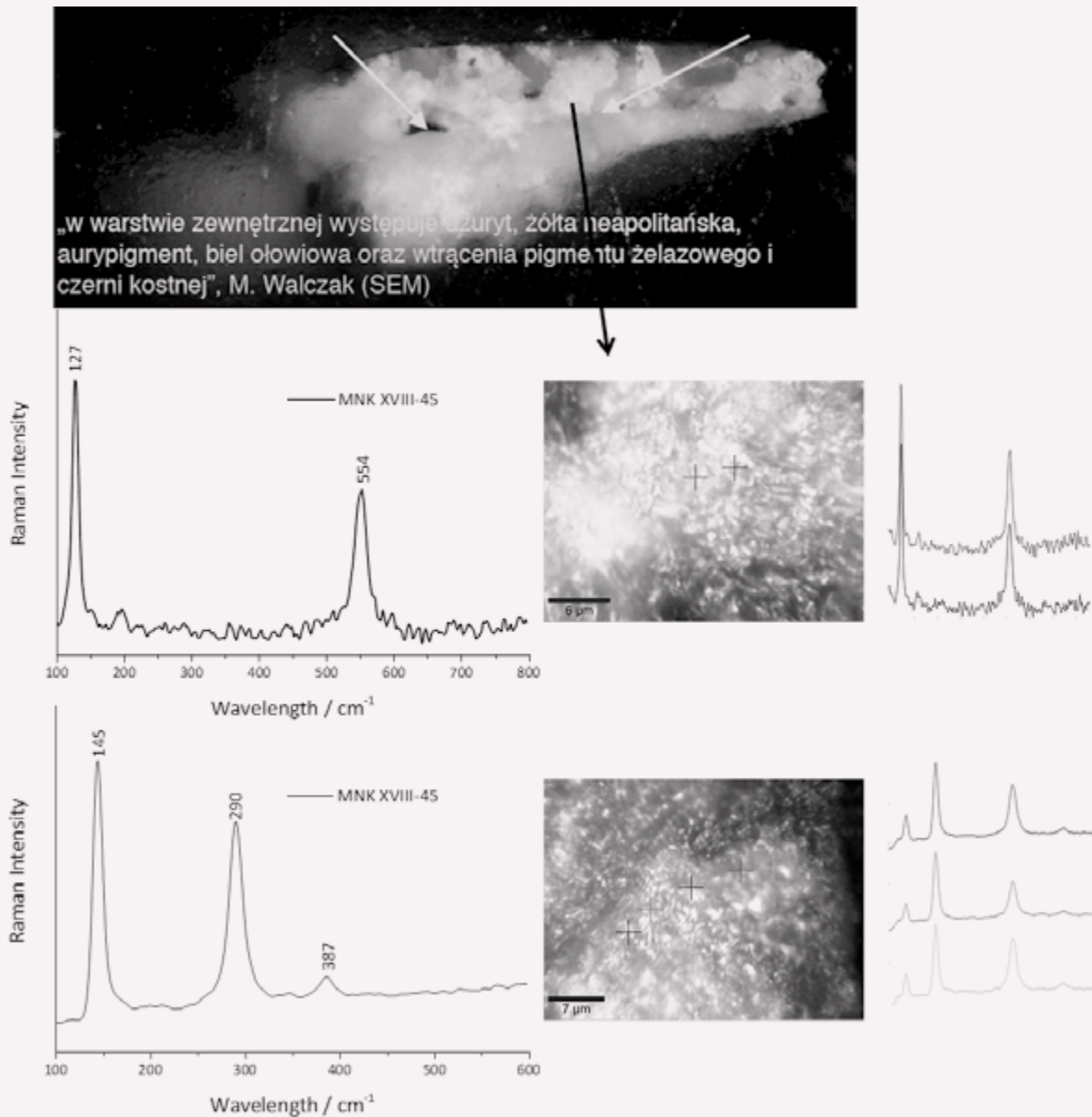
Measurements of individual spectra of various fragments of the sample were taken with an integration time of 3 sec. and an accumulation number as high as 50.



Widma ramanowskie czerwonej inkluzji nie potwierdzają obecności żółtej neapolitańskiej, której widmo ramanowskie odznaczałoby się obecnością pasm przy 140, 329 oraz 447 cm^{-1} ; bieli ołowiowej (1037 cm^{-1}), aurypigmentu (356, 312 cm^{-1}). Obecna jest ochra czerwona (694 cm^{-1} , 1346 cm^{-1}), przy czym w zależności od typu ochry pasmo 1346 cm^{-1} może pochodzić od czerni kostnej.

Raman spectra of red inclusion do not confirm the presence of Naples yellow, whose Raman band would be marked by the bands present at 140, 329 and 447 cm^{-1} ; nor of lead white (1037 cm^{-1}), or orpiment (356, 312 cm^{-1}). Present is red ochre (694 cm^{-1} , 1346 cm^{-1}), but according to the type of ochre, the band 1346 cm^{-1} may come from bone black.

„W warstwie zewnętrznej występuje azuryt, żółta neapolitańska, aurypigment, biel ołowiowa oraz wtrącenia pigmentu żelazowego i czerni kostnej”, M. Walczak (SEM) | In the outer layer occurs azurite, Naples yellow, orpiment, lead white and tinges of iron pigment and bone black', M. Walczak (SEM)



4

Zestawienie mikrofotografii i wyników pomiarów ramanowskich dla próbki MNK XVIII-45
 Compilation of microphotographs and results of Raman spectroscopy
 for the sample MNK XVIII-45

We wskazanych żółtych punktach zidentyfikowano obecność masykotu, co potwierdzają bardzo silne i charakterystyczne pasma ramanowskie położone przy 145 cm^{-1} oraz 290 cm^{-1} . Nie znaleziono śladów żółtej neapolitańskiej, której widmo ramanowskie odznaczałoby się obecnością pasm przy 140 , 329 oraz 385 cm^{-1} . W niektórych miejscach natrafiono również na ślady ultramaryny (554 cm^{-1}). Może to świadczyć o obecności czerwieni ołowiowej (Pb_3O_4) dającej pasmo przy 127 cm^{-1} .

In the indicated yellow points was identified the presence of litharge, which is confirmed by very strong and characteristic Raman bands near 145 cm^{-1} and 290 cm^{-1} . Traces of Naples yellow were not detected; its Raman spectrum would be marked by the presence of bands at 140 , 329 and 385 cm^{-1} . In some spots, however, detected were traces of ultramarine (554 cm^{-1}). This may indicate the presence of iron red (Pb_3O_4) giving a band at 127 cm^{-1} .

Próbka nr 4 (MNK XVIII-57)

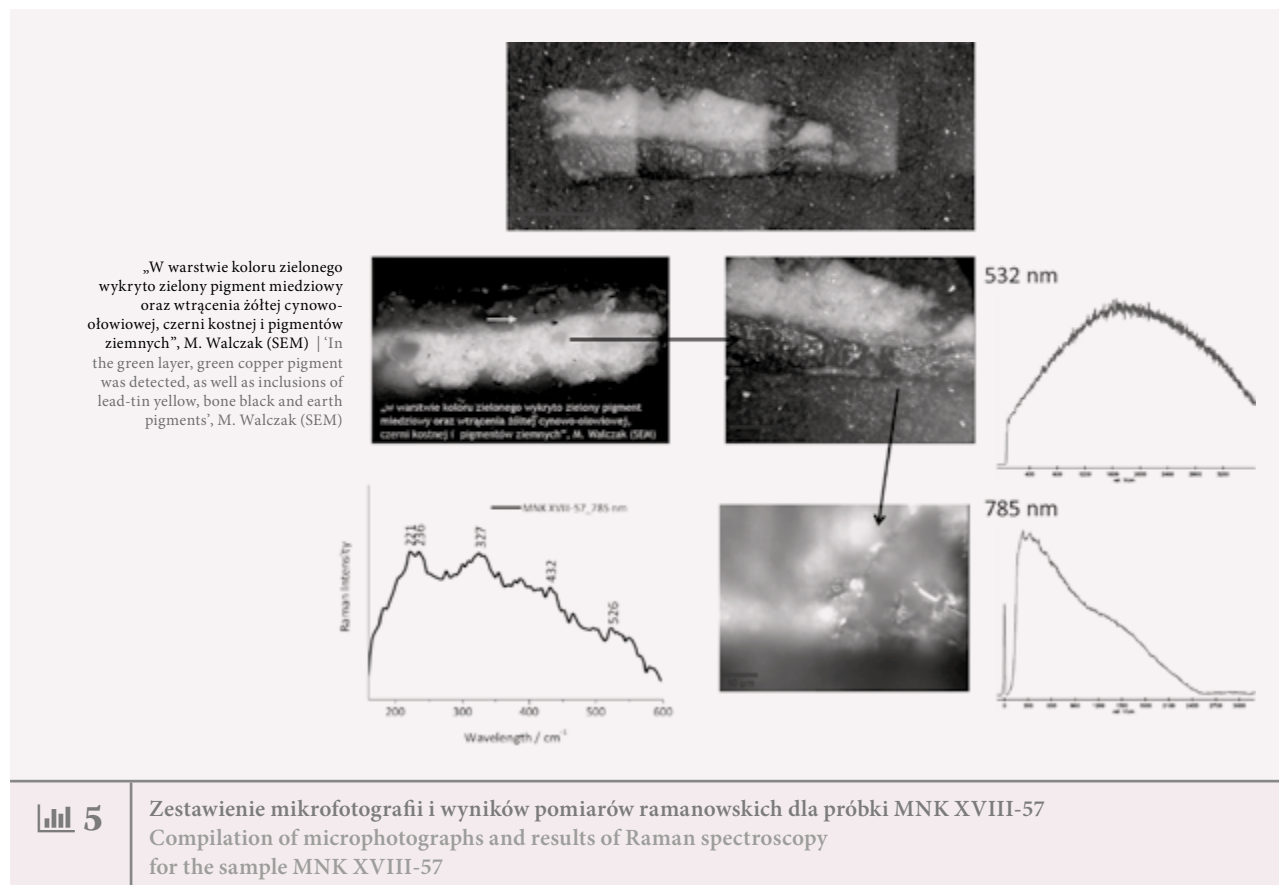
Na linii 532 nm autofluorescencja. Na linii 785 nm zebra-
no widma z czasem integracji 3 sek. i liczbą akumulacji
wynoszącą 50.

W próbce MNK XVIII-57 nie udało się znaleźć śladów
żółtej cynowo-ołowiowej.

Sample No. 4 (MNK XVIII-57)

Autofluorescence visible on line 532 nm. On line 785 nm
collected were spectra with an integration time of 3 sec.
and an accumulation number of 50.

In the sample MNK XVIII-57, traces of lead-tin yellow
were undetectable.

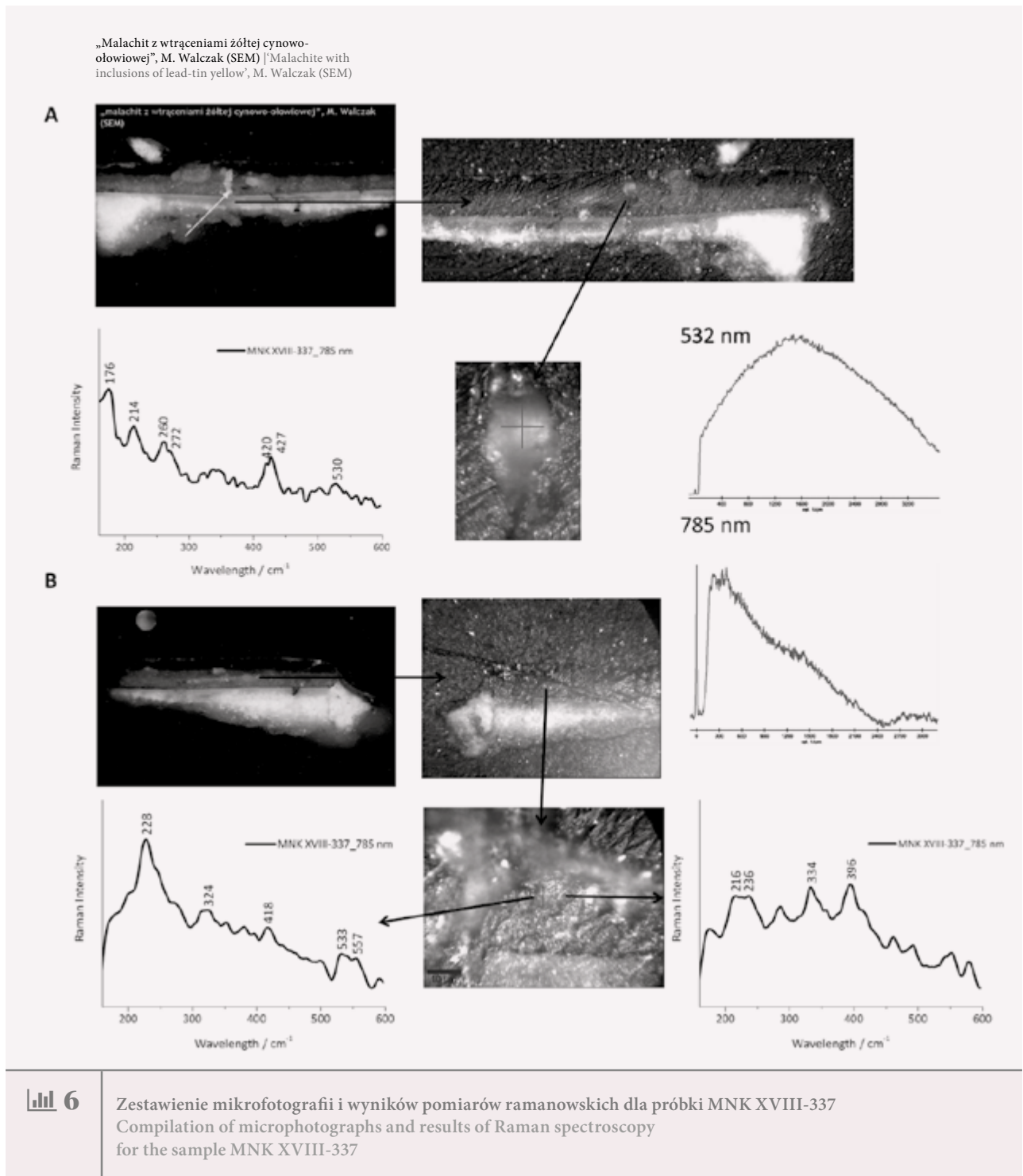


Próbka nr 5 (MNK XVIII-337)

Na linii 532 nm autofluorescencja. Na linii 785 nm zebra-
no widma z czasem integracji 6 sek. i liczbą akumulacji
wynoszącą 5.

Sample No. 5 (MNK XVIII-337)

Autofluorescence visible on line 532 nm. On line 785 nm
were collected spectra with an integration time of 6 sec.
and an accumulation number of 5.



W otrzymanych widmach próbki MNK XVIII-337
trafiono na ślad spektralny malachitu, zidentyfikowany
dzięki obecności pasm 176, 214, 260–272, 427 cm^{-1} . Nie
udało się potwierdzić obecności żółtej cynowo-
ołowiowej.

In the obtained spectra of sample MNK XVIII-337,
a spectral trace of malachite was found, identified through
the presence of bands 176, 214, 260–272, 427 cm^{-1} . The presence
of lead-tin yellow was not confirmed.

Cz. II. Raport z 15.06.2017

Próbka nr 1 (MNK XVIII-32_2)

(szlif)

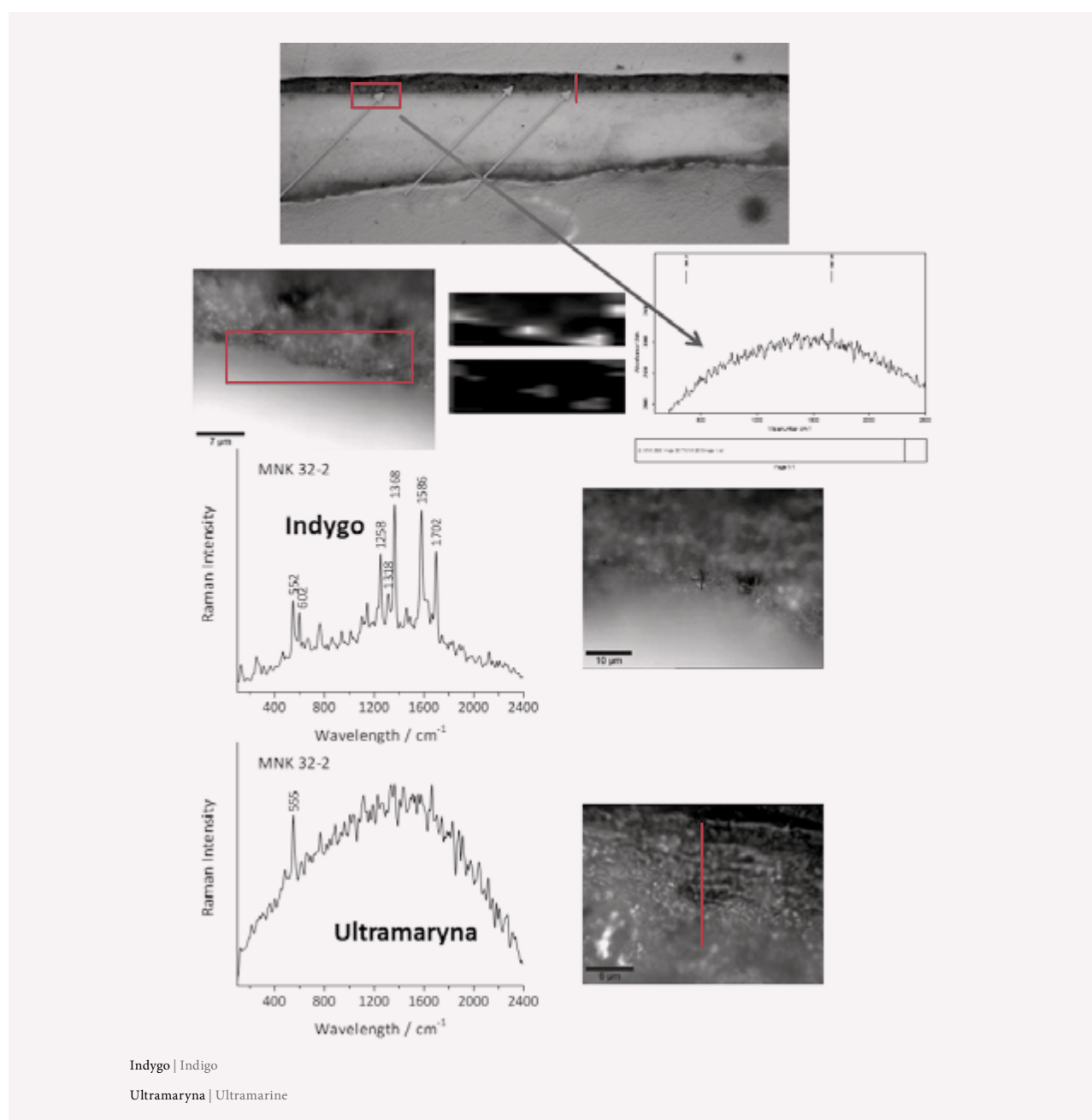
Pomiary pojedynczych widm z różnych fragmentów próbki zebrano z czasem integracji 3 sek. i liczbą akumulacji wynoszącą 10. Pomiar mapowy (w obrębie płaszczyzny zaznaczonej czerwoną ramką) zebrano z krokiem 5 μm . Pomiar liniowy (zaznaczony czerwoną linią) zebrano z 10 punktów oddalonych od siebie o 3 μm .

Part II. Report of 15.06.2017

Sample No. 1 (MNK XVIII-32_2)

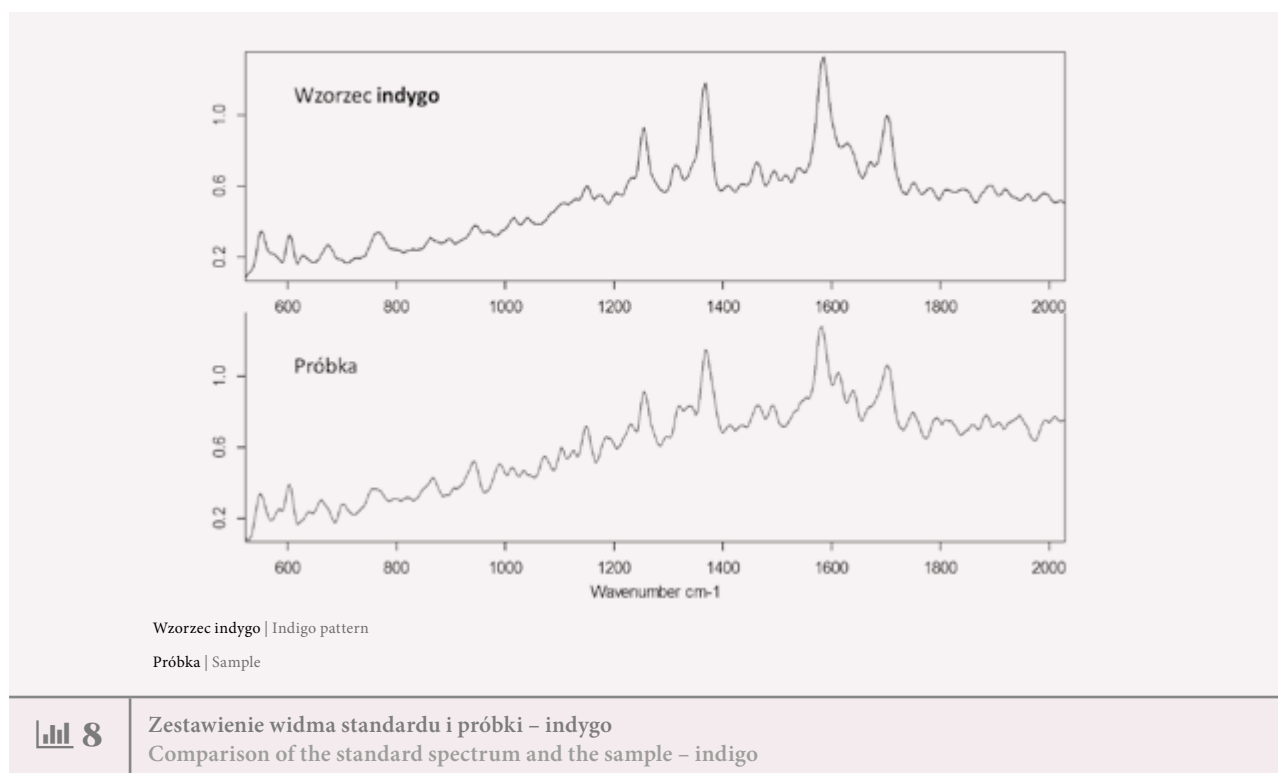
(embedded cross-section)

Measurements of individual spectra from different fragments of the sample were collected with an integration time of 3 sec. and an accumulation number of 10. A mapping measurement (within the area marked by the red frame) was collected with steps of 5 μm . The linear measurement (marked with the red line) was collected from 10 points at a distance of 3 μm from one another.



Pomiar mapowy oznaczony na zdjęciu czerwoną ramką ukazuje charakterystyczne miejsca na granicy dwóch faz, jednak otrzymane widma ramanowskie nie pozwalają na dokonanie identyfikacji ich składu. W granatowych wtrąceniach oznaczonych na zdjęciu numerem 2 zidentyfikowano skupiska indygo, dzięki zestawieniu otrzymanych widm z widmem substancji standardowej (il. 8.). Podczas pomiaru liniowego w miejscu oznaczonym nr 3 w niebieskim wtrąceniu wykryto pigment ultramaryny na podstawie obecności pasma markerowego przy 555 cm^{-1} .⁵⁰

The mapping measurement marked in the picture by the red frame demonstrates the characteristic spots on the border of two phases; however, the obtained Raman spectra do not permit the identification of their composition. The dark-blue inclusions, marked in the picture 2, were identified as a concentration of indigo, according to a comparison of the obtained spectra with the spectrum of the standard substance (Fig. 8.). During the linear measurement in the spot marked No. 3, in the blue inclusion, detected was ultramarine pigment based on the presence of the marker band at 555 cm^{-1} .⁵⁰



Próbka nr 2 (MNK XVIII-10_1) (szlif)

Pomiary pojedynczych widm z różnych fragmentów próbki zebrano z czasem integracji 3 sek. i liczbą akumulacji wynoszącą 10. Pomiary liniowe zbierano z 10 punktów oddalonych od siebie o $3\ \mu\text{m}$.

W widocznych na mikrofotografiach granatowych wtrąceniach potwierdzono obecność indygo. Intensywność sygnału wahała się w zależności od mierzonych miejsc, nie natrafiono na tak duże skupisko tego pigmentu jak w próbce MNK XVIII-32_2. Inne pigmenty nie zostały wykryte.

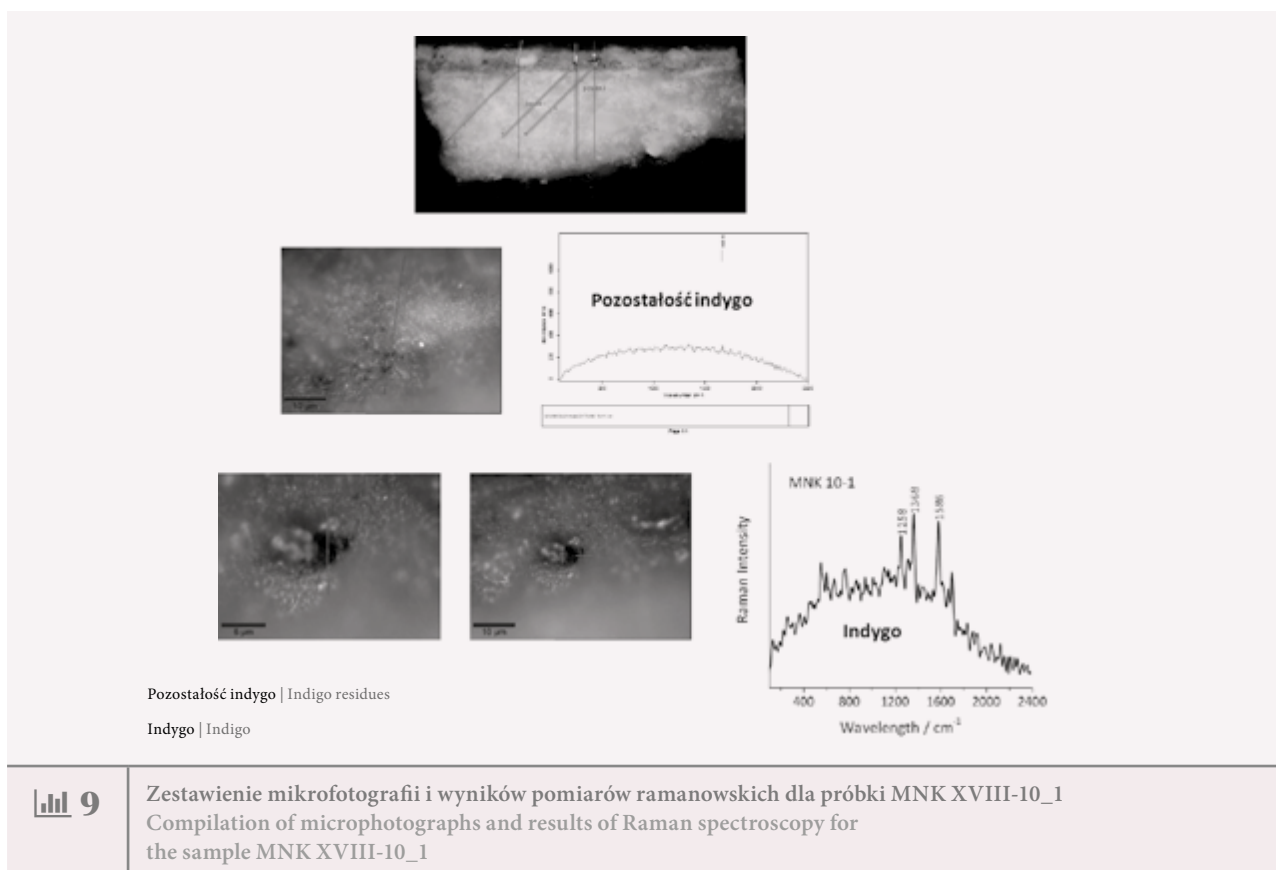
Sample No. 2 (MNK XVIII-10_1; embedded cross-section)

Measurements of the individual spectra from various fragments of the sample were collected with an integration time of 3 sec. and an accumulation number as high as 10. Linear measurements were collected from 10 spots $3\ \mu\text{m}$ distant from one another.

In the dark-blue inclusions visible on the microphotographs, presence of indigo was confirmed. Intensity of the signal varied in relation to the measured positions; however, there was no sign of a concentration of this pigment as high as it was the case in the sample MNK XVIII-32_2. Other pigments were not detected.

⁵⁰ Osticioli et al. 2009, p. 525–531.

⁵⁰ Osticioli et al. 2009, pp. 525–531.



Próbka nr 3 (MNK XVIII-26_1)

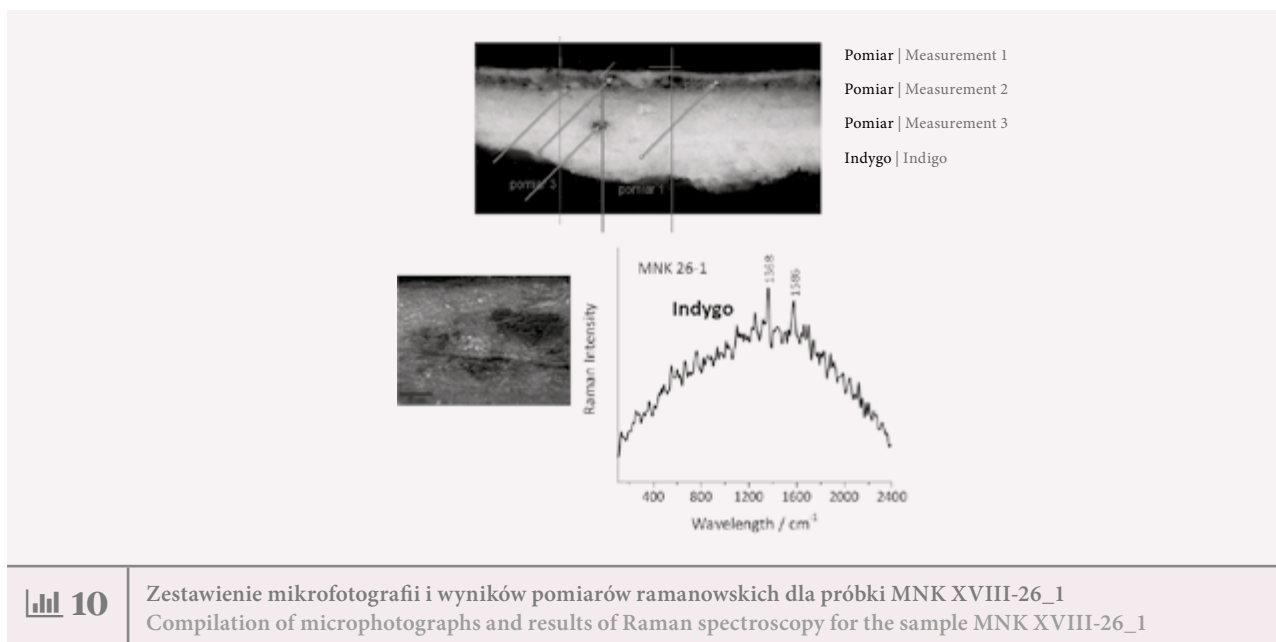
(szlif)

Pomiary pojedynczych widm z różnych fragmentów próbki zebrano z czasem integracji 3 sek. i liczbą akumulacji wynoszącą 50. Pomiary liniowe zbierano z 10 punktów oddalonych od siebie o 3 μm .

Sample No. 3 (MNK XVIII-26_1)

(embedded cross-section)

Measurements of individual spectra from various fragments of the sample were collected with an integration time of 3 sec. and accumulation number of 50. Linear measurements were collected from 10 points 3 μm distant from one another.



W próbce MNK XVIII-26_1 otrzymano słabe sygnały pochodzące od niewielkich zawartości indygo. Nie udało się zidentyfikować pigmentów w pozostałych zaznaczonych miejscach.

Próbka nr 4 (MNK XVIII-874_3)

(szlif)

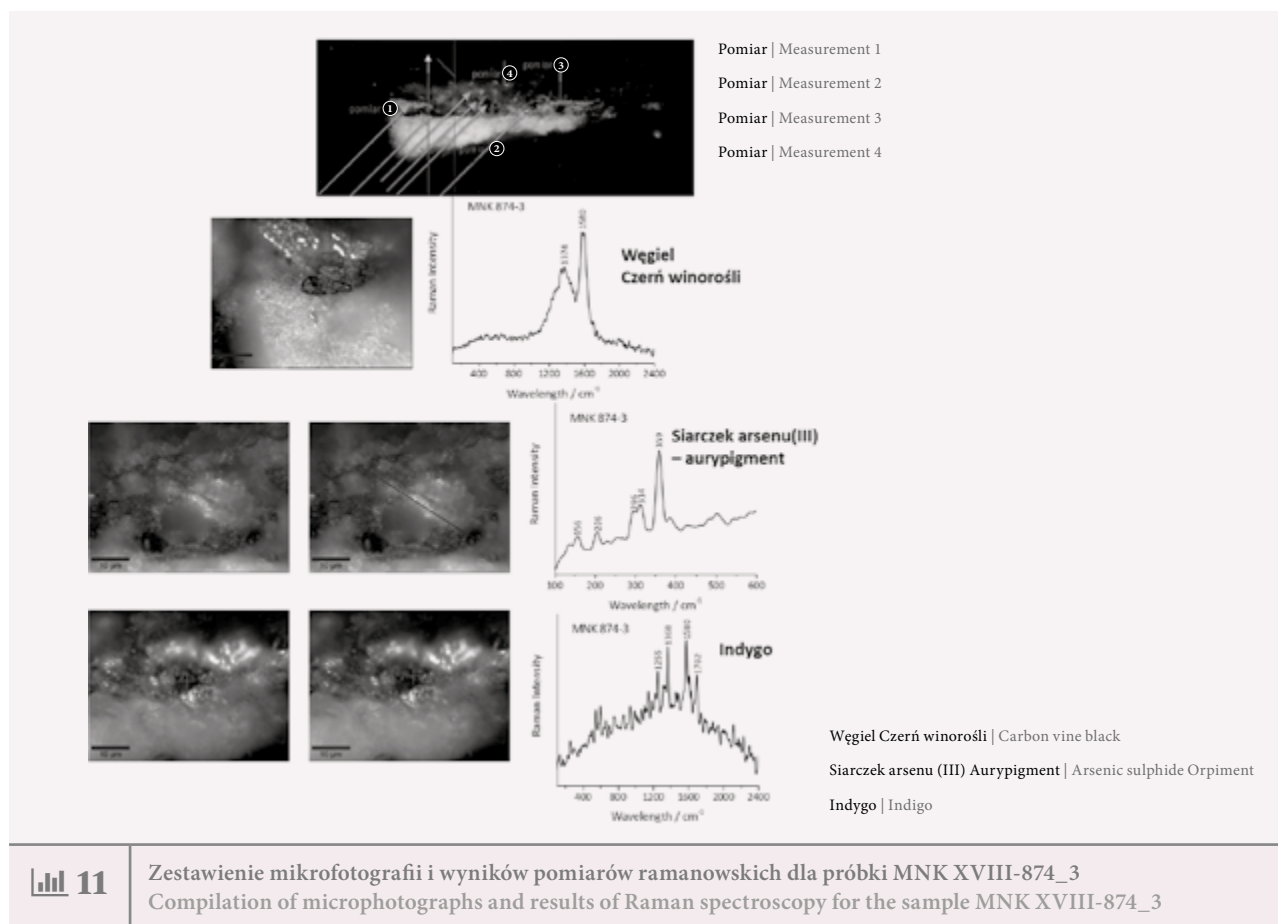
Pomiary pojedynczych widm z różnych fragmentów próbki zebrano z czasem integracji 3 sek. i liczbą akumulacji wynoszącą 10. Pomiary liniowe zbierano z 10 punktów oddalonych od siebie o 5 μm .

In the sample MNK XVIII-26_1, weak signals were obtained stemming from small contents of indigo. It was impossible to identify pigments in other marked positions.

Sample No. 4 (MNK XVIII-874_3)

(embedded cross-section)

Measurements of individual spectra from various fragments of the sample were collected with an integration time of 3 sec. and an accumulation number of 10. Linear measurements were collected from 10 points 5 μm distant from one another.



Analizując widma ramanowskie, zebrane z czarnego wtrącenia na granicy dwóch warstw, z miejsca oznaczonego na zdjęciu numerem 1, zaobserwowano sygnał typowy dla czerni węglowych, zaś na podstawie stosunków intensywności pasm 1374/1580 cm^{-1} zaproponowano czerni winorośli⁵¹. Żółtym pigmentem obecnym w próbce jest natomiast siarcezek arsenu (III), czyli aurypigment, co potwierdzono, zestawiając pasma markerowe (296, 314 oraz 359 cm^{-1}) z danymi literaturowymi⁵². W granatowych wtrąceniach ponownie potwierdzono obecność indygo.

While analysing the Raman spectra collected from the black inclusion on the border of two layers, from the position marked in picture no. 1, a signal typical of carbon black was observed. Based on the relations of intensity of bands 1374/1580 cm^{-1} , vine black was suggested⁵¹. The yellow pigment present in the sample is the arsenic sulphide (III) – orpiment, which is confirmed by a comparison of the marker bands (296, 314, and 359 cm^{-1}) with available data⁵². In the dark-blue inclusions, the presence of indigo was confirmed.

51 Bell et al. 1997, p. 2159–2179.

52 Cheng et al. 2017, p. 23–29.

51 Bell et al. 1997, pp. 2159–2179.

52 Cheng et al. 2017, pp. 23–29.

Próbka nr 5 (MNK XVIII-20_1)

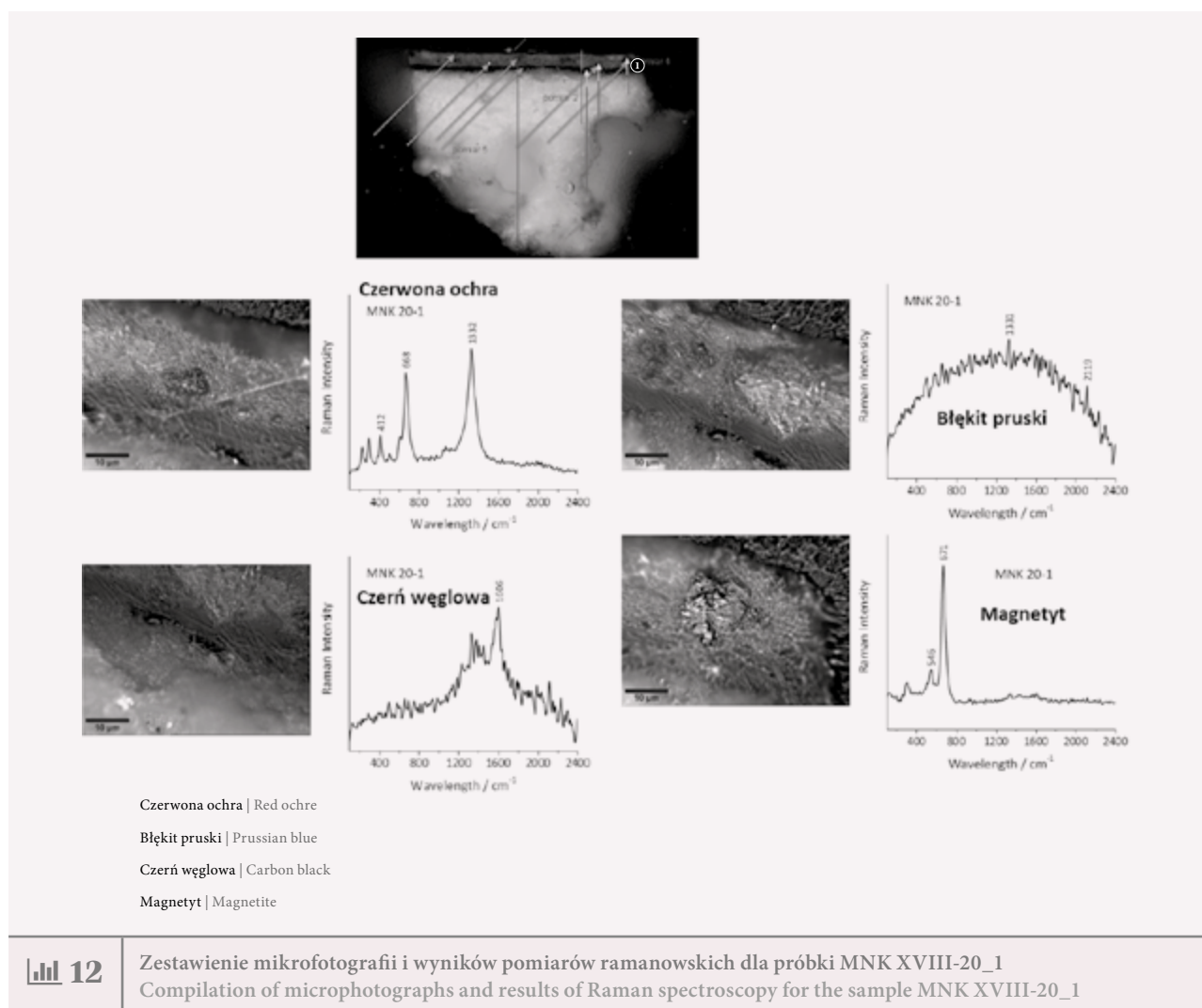
(szlif)

Pomiary pojedynczych widm z różnych fragmentów próbki zebrano z czasem integracji 3 sek. i liczbą akumulacji wynoszącą 10–50. Pomiary liniowe zbierano z 10 punktów oddalonych od siebie o 3 μm .

Sample No. 5 (MNK XVIII-20_1)

(embedded cross-section)

Measurements of individual spectra of various fragments of the sample were collected with an integration time of 3 sec. and an accumulation number of 10–50. Linear measurements were collected from 10 points 3 μm distant from one another.



Widma ramanowskie dla czerwonego punktu oznaczonego na zdjęciu numerem 1 odpowiadają czerwonej ochrze, głównie dzięki potwierdzeniu położenia dwóch pasm markerowych przy 668 oraz 1332 cm^{-1} .⁵³ Dodatkowo w próbce trafiono na ślady magnetytu (pasmo 671 cm^{-1}), który wchodzi w skład czerwonej ochry⁵⁴. Zidentyfikowano również ślady czerni węglowej (pasmo 1606 cm^{-1}) oraz błękitu pruskiego (charakterystyczne dla drgań grupy – CN pasmo przy 2119 cm^{-1})⁵⁵.

Raman spectra for the red point marked in picture no. 1 correspond to red ochre, which is confirmed mainly by the situation of two marker bands at 668 and 1332 cm^{-1} .⁵³ In addition, in the sample were also found traces of magnetite (band 671 cm^{-1}), that is a component of red ochre⁵⁴. Also, traces of carbon black (band 1606 cm^{-1}) were identified and Prussian blue (characteristic for the vibrations of the group – CN band at 2119 cm^{-1})⁵⁵.

53 Hanesch 2009, p. 941–948.

54 Froment 2008, pp. 560–568.

55 Bell et al. 1997, pp. 2159–2179.

53 Hanesch 2009, pp. 941–948.

54 Froment 2008, pp. 560–568.

55 Bell et al. 1997, pp. 2159–2179.

Próbka nr 6 (MNK XVIII-20_5)

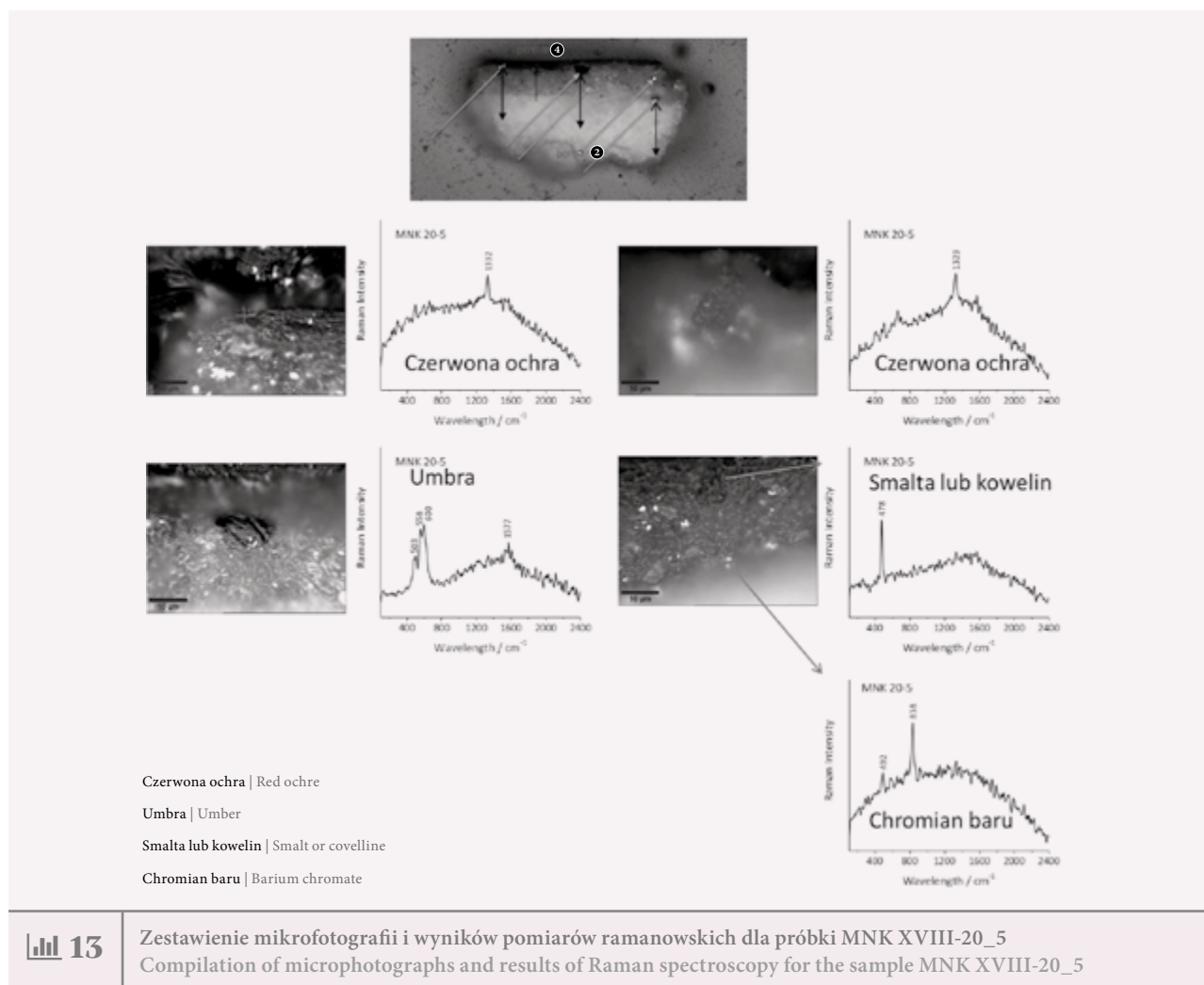
(szlif)

Pomiary pojedynczych widm z różnych fragmentów próbki zebrano z czasem integracji 3 sek. i liczbą akumulacji wynoszącą 10–20. Pomiary liniowe zbierano z 10 punktów oddalonych od siebie o 2 μm .

Sample No. 6 (MNK XVIII-20_5)

(embedded cross-section)

Measurements of individual spectra from various fragments of the sample were collected with an integration time of 3 sec. and an accumulation number of 10–20. Linear measurements were collected from 10 points 2 μm distant from one another.



Czerwonymi elementami na próbce MNK XVIII-20_5 ponownie okazała się być czerwona ochra (pasmo markerowe $\sim 1330\text{ cm}^{-1}$)⁵⁶. Analiza czarnego wtrącenia w miejscu oznaczonym jako pomiar nr 2 pozwala na zaklasyfikowanie pigmentu jako umbra, dającego się rozpoznać po triadzie pasm markerowych w zakresie $500\text{--}600\text{ cm}^{-1}$.⁵⁷ Pewnych trudności interpretacyjnych nastęrczyła analiza widm ramanowskich zebranych z pomiaru liniowego (pomiar nr 4) z żółtozielonej warstwy próbki. Dzięki typowemu dla chromianów pasmu $\sim 840\text{ cm}^{-1}$ udało się przypisać widmo z końca mierzonej linii do chromianu baru (dodatkowe pasmo przy

The red elements in the sample MNK XVIII-20_5 turned out again to be red ochre (marker band $\sim 1330\text{ cm}^{-1}$)⁵⁶. Analysis of the black tinge in the position marked in the picture as measurement no. 2 allows to classify the pigment as umbra, recognizable by the triad of marker bands in the range $500\text{--}600\text{ cm}^{-1}$.⁵⁷ Analysis of the Raman spectra collected from the linear measurement (no. 4) from the green-yellow layer of the sample brought on some interpretation difficulties. Due to the band $\sim 840\text{ cm}^{-1}$, characteristic for the chromans, it was possible to attribute the spectrum from the end of the measuring line to barium chromate

56 Hanesch 2009, pp. 941–948.

57 Froment et al. 2008, pp. 560–568; Bikiaris et al. 2000, pp. 3–18.

56 Hanesch 2009, pp. 941–948.

57 Froment et al. 2008, pp. 560–568; Bikiaris et al. 2000, pp. 3–18.

492 cm^{-1}). Widma z ciemniejszych miejsc z początku mierzonej linii odznaczające się intensywnym pasem przy 478 cm^{-1} są typowe zarówno dla smalty, jak i dla kowelinu. Ze względu jednak na brak informacji o występowaniu w próbce kobaltu typowego dla smalty bardziej pewne wydaje się przypisanie widma ramanowskiego do miedziowego kowelinu⁵⁸.

Próbka nr 7 (MNK XVIII-15_2)

(szlif)

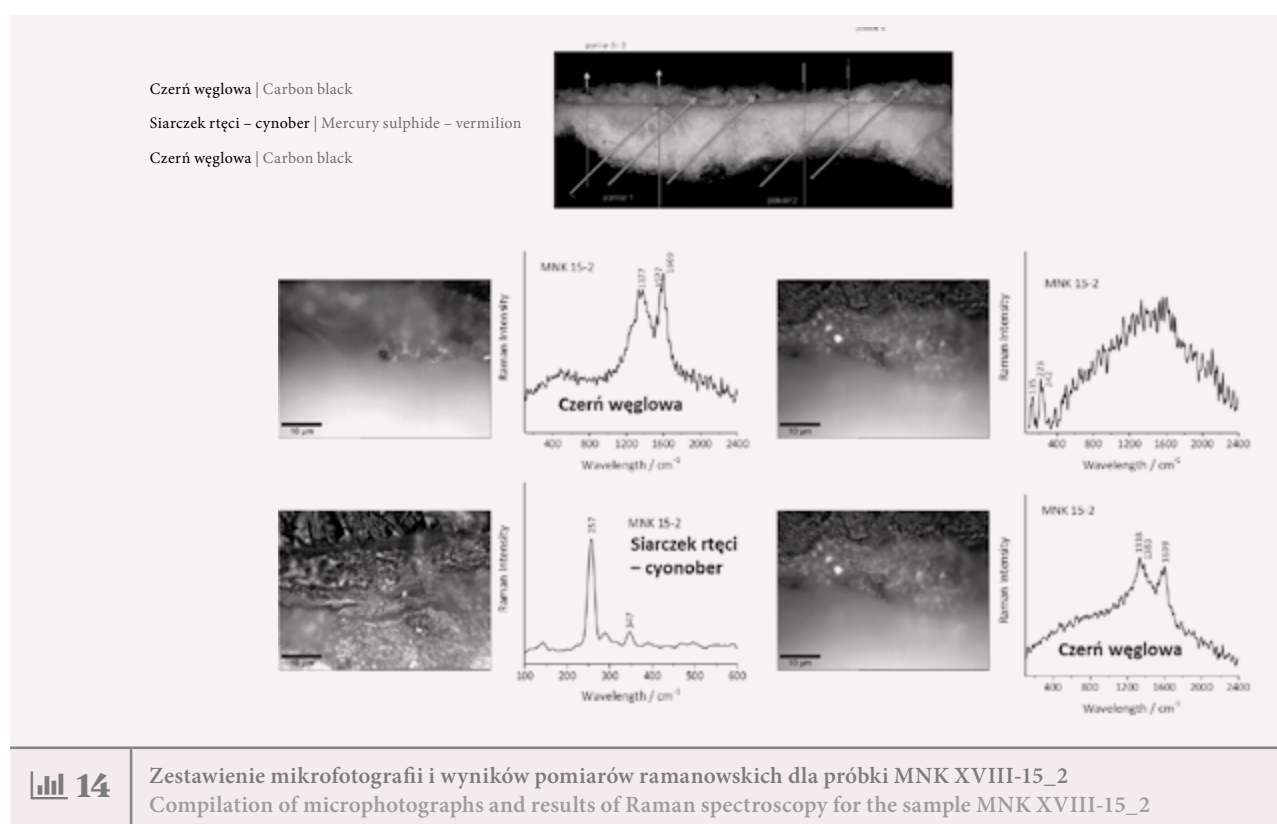
Pomiary pojedynczych widm z różnych fragmentów próbki zebrano z czasem integracji 3 sek. i liczbą akumulacji wynoszącą 10–50.

(additional band at 492 cm^{-1}). Spectra from darker spots in the beginning of the measuring line marked by intense band at 478 cm^{-1} are typical both of smalt and covelline. The lack of information on the occurrence in the sample of cobalt, so typical of smalt, inclines us to attribute the Raman spectrum to the copper covelline⁵⁸.

Sample No. 7 (MNK XVIII-15_2)

(embedded cross-section)

Measurements of the individual spectra from various fragments of the sample were collected with an integration time of 3 sec. and accumulation number of 10–50.



Czarnymi wtrąceniami w badanym szlifie ponownie była czerń węglowa (pasmo 1609 cm^{-1}). Podczas pomiarów natrafiono również na drobne, czerwone elementy, które po identyfikacji pasma markerowego położonego przy 257 cm^{-1} przypisano siarczku rtęci czy pigmentowi cynober⁵⁹. Nie udało się natomiast przypisać widma ramanowskiego z ciemnych wtrąceń w okolicach zaznaczonych na zdjęciu jako pomiar nr 3 żadnej substancji posiadanej w bazie widm pigmentów ani w oparciu o dane literaturowe (pasma 135, 223 i 242 cm^{-1}).

The inclusions of black in the examined ground (embedded cross-section) was again the carbon black (band 1609 cm^{-1}). During the measurements, tiny, red elements also were detected. The identification of the marker band situated at 257 cm^{-1} was attributed to mercury sulphate or to vermilion⁵⁹. It was impossible, however, to attribute the Raman spectrum from dark inclusions marked in the picture as the position of measurement no. 3, to any of the substances comprised in the database of pigments' spectra, nor in any other available data (bands 135, 223, and 242 cm^{-1}).

⁵⁸ Bouchard, Smith 2003, pp. 2247–2266.

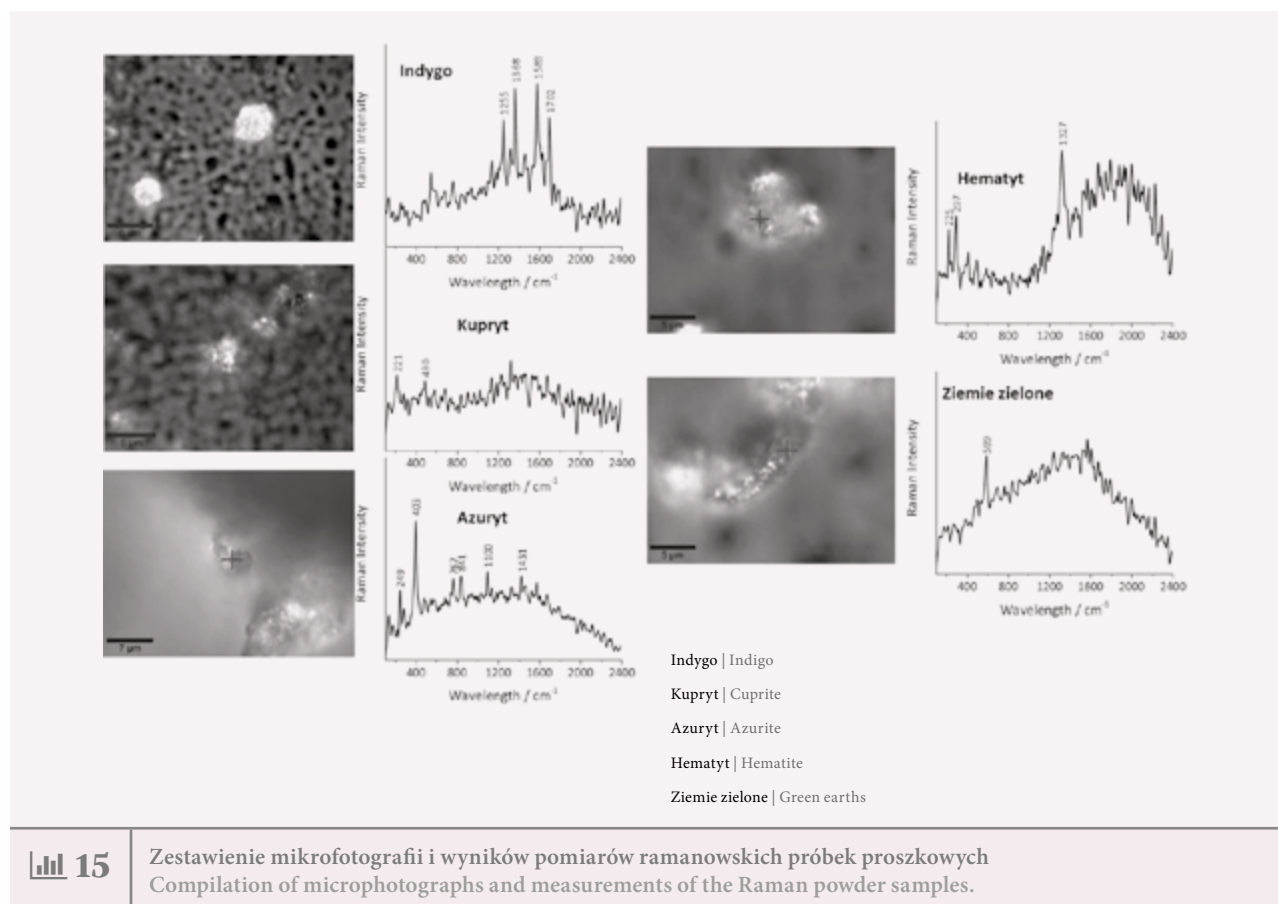
⁵⁹ Burgio, Clark 2001.

⁵⁸ Bouchard, Smith 2003, pp. 2247–2266.

⁵⁹ Burgio, Clark 2001.

Próbki proszkowe

Powder samples



Podczas pomiarów próbek proszkowych udało się zidentyfikować:

- indygo – porównanie z widmem związku standardowego (il. 15 8.);
- kupryt – pasma charakterystyczne przy 221 i 490 cm^{-1} na podstawie danych literaturowych⁶⁰;
- azuryt – liczne pasma typowe dla tego pigmentu (m.in. 403, 767 i 841 cm^{-1}) na podstawie danych literaturowych⁶¹;
- hematyt – dublet pasm charakterystycznych przy 225 i 297 cm^{-1} ;⁶²
- ziemie zielone – pasmo charakterystyczne przy 590 cm^{-1} .⁶³

Literatura

Aru et al. 2014, s. 1013–1018; Bell et al. 1997, s. 2159–2179; Bikiaris et al. 2000, s. 3–18; Bouchard, Smith 2003, s. 2247–2266; Burgio, Clark 2001; Cheng et al. 2017, p. 23–29; Froment et al. 2008, s. 560–568; Hanesch 2009, s. 941–948; Kiefer et al. 2007, s. 1538–1553; Ospitali et al. 2008, s. 1066–1073; Osticioli et al. 2009, s. 525–531

60 Aru et al. 2014, pp. 1013–1018; Kiefer et al. 2007, pp. 1538–1553.

61 Bell et al. 1997, pp. 2159–2179.

62 Froment et al. 2008, pp. 560–568; Aru et al. 2014, pp. 1013–1018.

63 Ospitali et al. 2008, p. 1066–1073.

During the measurements of the powder samples, it was possible to identify the following:

- indygo – compared with the spectrum of the standard compound (Fig. 15 8.);
- cuprite – characteristic bands situated at 221 and 490 cm^{-1} based on the available data⁶⁰;
- azurite – numerous bands typical of this pigment (i.e., 403, 767, and 841 cm^{-1}) based on the available data⁶¹;
- hematite – a double of characteristic bands at 225 and 297 cm^{-1} ;⁶²
- green earths – characteristic band situated at 590 cm^{-1} .⁶³

Bibliography

Aru et al. 2014, pp. 1013–1018; Bell et al. 1997, pp. 2159–2179; Bikiaris et al. 2000, pp. 3–18; Bouchard, Smith 2003, pp. 2247–2266; Burgio, Clark 2001; Cheng et al. 2017, pp. 23–29; Froment et al. 2008, pp. 560–568; Hanesch 2009, pp. 941–948; Kiefer et al. 2007, pp. 1538–1553; Ospitali et al. 2008, pp. 1066–1073; Osticioli et al. 2009, pp. 525–531

60 Aru et al. 2014, pp. 1013–1018; Kiefer et al. 2007, pp. 1538–1553.

61 Bell et al. 1997, pp. 2159–2179.

62 Froment et al. 2008, pp. 560–568; Aru et al. 2014, pp. 1013–1018.

63 Ospitali et al. 2008, p. 1066–1073.

4.6

Sprawozdanie z pomiarów SEM-EDS ikon *Św. Antoni Rzymski i Matka Boska Smoleńska* Report on SEM-EDS Analysis of the Icons *St Anthony of Rome and Mother of God of Smolensk*

Pomiar i opracowanie wyników:

dr Anna Klisińska-Kopacz

Laboratorium Analiz i Nieniszczących Badań Obiektów
Zabytkowych Muzeum Narodowego w Krakowie

Zdjęcia mikroskopem optycznym wykonała mgr Anna Klimek

Data sporządzenia raportu: 21.11.2017

Measurement and results' elaboration:

Dr Anna Klisińska-Kopacz

The Laboratory of Analysis and Non-Destructive Investigation of Heritage Objects at the National Museum in Krakow

Optical microscope photographs taken by Anna Klimek

Date of the report: 21.11.2017

Sprawozdanie z pomiarów SEM-EDS ikony *Św. Antoni Rzymski*⁶⁴

Twórca/wytwórnia: –

Tytuł: *Św. Antoni Rzymski*

Właściciel: Muzeum Narodowe w Krakowie

MNK XVIII-575

Rodzaj: obraz

Tworzywo: tempera, kruszec, srebro, deska

Technika: rytowanie

Datowanie: XIX w.

Wymiary: 32,5 × 26,5 cm

Account of SEM-EDS measurements of the icon *St Anthony of Rome*⁶⁴

Author/workshop: –

Title: *St Anthony of Rome*

Owner: National Museum in Krakow

MNK XVIII-575

Genre: painting

Material: tempera, ore, silver, board

Technique: engraving

Dating: 19th c.

Dimensions: 32.5 × 26.5 cm

Opis pomiaru

Pomiary wykonano skaningowym mikroskopem elektro-
nowym (SEM-EDS) ProX przy 15 kV.

Description

Measurements were made using a ProX scanning electron
microscope (SEM-EDS) at 15 kV.

Interpretacja wyników badań

Interpretacja wyników SEM-EDS została przeprowadzona
na podstawie zdjęć próbek wykonanych mikroskopem
optycznym w świetle VIS oraz UV.

Interpretation of the results of the examination

Interpretation of the SEM-EDS results was conducted based
on the photographs of the samples taken with the optical
microscope in the VIS and UV light.

Próbka A*1 (szlif 1)

W górnej, zielononiebieskiej warstwie malarskiej stwier-
dzono obecność krzemu, potasu, glinu, żelaza, wapnia,
magnezu oraz sporadycznie ołowiu, co wskazuje na użycie
pigmentu żelazowego (ziemi zielonej) oraz wtrąceń z bieli
ołowiowej.

Sample A*1 (embedded cross-section 1)

In the top layer of paint, a green-blue colour, was confirmed
the presence of silicon, potassium, aluminium iron, calcium,
magnesium, and sporadically, lead, which indicates the use
of iron pigment (green earth), as well as tinges of lead white.

⁶⁴ W publikacji pominięty został opis pomiaru, miejsca pobrań
wskazano w Rap. 5.1. fotografie szlifów umieszczono na
końcu niniejszego tomu (Aneks 6) (przyj. M.P.K.).

⁶⁴ The publication leaves out the description of the measurement,
positions of measuring points were indicated in Report 5.1, and the
photographs of the embedded cross-sections are to be found at the
end of the present volume (Appendix 6) (footnote by M.P.K.).

W leżącej poniżej żółtej warstwie wykryto krzem, glin, żelazo, wapń, potas, tytan, stront i sporadycznie ołów, co świadczy o obecności pigmentu żelazowego (ochry żółtej) z wtrąceniami z bieli ołowiowej. W leżącej poniżej białej warstwie zaprawy wykryto wapń wskazujący na kredę.

*Próbka C*7 (szlif 2)*

W cienkiej warstwie leżącej na górze wykryto węgiel, krzem oraz chlor, wskazujące na związek organiczny – werniks. W leżącej poniżej białej warstwie wykryto wapń wskazujący na kredę. W zielonej warstwie z ciemnymi wtrąceniami leżącej poniżej wykryto krzem, glin, żelazo, potas, magnez, stront wskazujące na pigment żelazowy (ziemię zieloną), wapń i fosfor, świadczące o obecności czerni kostnej oraz ołów z wtrąceń bieli ołowiowej. W leżącej poniżej białej warstwie wykryto wapń świadczący o obecności kredy.

*Próbka B*7 (szlif 4)*

W górnej białej warstwie malarskiej stwierdzono ołów, co wskazuje na biel ołowiową, oraz glin, krzem, żelazo, potas, wapń, chlor, mogące wskazywać na wtrącenia pigmentu żelazowego (ziemi zielonej). W zielonej warstwie leżącej poniżej stwierdzono krzem, stront, glin, potas, wapń, arsen, magnez, świadczące o obecności pigmentu żelazowego (ziemi zielonej) oraz wtrącenie zawierające dodatkowo kobalt, wskazujące na smaltę (obszar 3, pkt 2). W białej warstwie zaprawy wykryto wapń wskazujący na kredę.

Sprawozdanie z pomiarów SEM-EDS ikony *Matka Boska Smoleńska*

Twórca/wytwórnia: –

Tytuł: *Matka Boska Smoleńska*

Właściciel: Muzeum Narodowe w Krakowie

MNK XVIII-577

Rodzaj: obraz

Tworzywo: tempera, srebro, złoto, deska

Technika: złocenie

Datowanie: 1844

Wymiary: 27,5 × 23,3 cm

Opis pomiaru

Pomiary wykonano skaningowym mikroskopem elektro-
nowym (SEM-EDS) ProX przy 15 kV.

In the next yellow layer below was detected silicon, aluminium, iron, calcium, potassium, titanium, strontium, and sporadically lead, which indicates the presence of iron (yellow ochre), with tinges of lead white. In the layer below that, a white ground layer, calcium indicating chalk was detected.

*Sample C*7 (embedded cross-section 2)*

In the thin layer on top, carbon, silicon, and chlorine was detected, indicating an organic compound – varnish. In the white layer below, calcium, indicating chalk, was detected. In the green layer with dark inclusions below was detected silicon, aluminium, iron, potassium, magnesium, and strontium, indicating iron pigment (green earth), as well as calcium and phosphorus, confirming presence of bone black, and lead from the inclusions of lead white. In the white layer of ground below, was detected calcium confirming the presence of chalk.

*Sample B*7 (embedded cross-section 4)*

In the top white layer of painting was confirmed the presence of lead, which indicates lead white, as well as aluminium, silicon, iron, potassium, calcium, and chlorine, which may indicate the tinges of iron pigment (green earth). In the green layer below, was confirmed silicon, strontium, aluminium, potassium, calcium, arsenic, magnesium testifying to the presence of iron pigment (green earth) and tinges also comprising cobalt, which indicates smalt (area no. 3, point 2). In the white layer of ground was detected calcium, which indicates chalk.

Account of SEM-EDS measurements of the icon *Mother of God of Smolensk*

Author/workshop: –

Title: *Mother of God of Smolensk*

Owner: National Museum in Krakow

MNK XVIII-577

Genre: painting

Material: tempera, silver, gold, board

Technique: gilding

Dating: 1844

Dimensions: 27.5 × 23.3 cm

Description

Measurements were made using a ProX scanning electron
microscope (SEM-EDS) at 15 kV.

Interpretacja wyników badań

Interpretacja wyników SEM-EDS została przeprowadzona na podstawie zdjęć próbek wykonanych mikroskopem optycznym w świetle VIS oraz UV.

Próbka A*7 (szlif 2)

W żółtej warstwie malarskiej z czerwonymi wtrąceniami stwierdzono obecność żelaza, glinu, krzemu, wapnia, potasu, tytanu, wskazujących na obecność pigmentów żelazowych – ochry żółtej i ochry czerwonej lub czerwieni żelazowej. W białej warstwie zaprawy wykryto wapń i siarkę wskazujące na gips.

Próbka A*8 (szlif 3)

W górnej warstwie malarskiej wykryto ołów wskazujący na biel ołowiową. W leżącej poniżej ciemnej warstwie wykryto węgiel, tlen i azot, wskazujące na związek organiczny, oraz sporadycznie wapń pochodzący z kredy. W czerwonym ziarnie wykryto żelazo świadczące o obecności czerwieni żelazowej. W leżącej poniżej białej warstwie wykryto wapń wskazujący na kredę.

Próbka B*8 (szlif 7)

W warstwie złocenia zaobserwowano blaszki, w których wykryto złoto. W warstwie leżącej poniżej, w żółtych i pomarańczowych ziarnach stwierdzono obecność żelaza, glinu, krzemu, potasu, wapnia, co wskazuje na użycie pulmentu. W leżącej poniżej białej warstwie wykryto wapń i siarkę świadczące o obecności gipsu.

Interpretation of the results of the examination

Interpretation of the SEM-EDS results was conducted based on the photographs of the samples taken with the optical microscope in VIS and UV light.

Sample A*7 (embedded cross-section 2)

In the yellow layer of painting with red inclusions confirmed was the presence of iron, aluminium, silicon, calcium, potassium, titanium, which indicates the presence of iron pigments – yellow ochre and red ochre or iron red. In the white ground layer, calcium and sulphur were detected, which indicates gypsum.

Sample A*8 (embedded cross-section 3)

In the top layer of painting, lead indicating lead white was detected. In the dark layer below, carbon, oxygen, and nitrogen was detected, indicating the organic compound, as well as sporadically, calcium from chalk. In the red grain, iron testifying to the presence of iron red was detected. In the white layer below that, calcium indicating chalk was detected.

Sample B*8 (embedded cross-section 7)

In the layer of gilding observed were plates in which gold was detected. In the layer below, in the yellow and orange grains, the presence of iron, aluminium, silicon, potassium, and calcium was confirmed, which indicates the use of bole. In the white layer below, calcium and sulphur was detected, which indicates the presence of gypsum.

4.7

Analiza składu pierwiastkowego w tłach, ramach i okładach wybranych ikon

Analysis of the Elemental Composition of the Backgrounds, Frames, and Covers of Selected Icons

Sprawozdanie z analizy składu pierwiastkowego ikony *Św. Jan Chrzciciel i św. Paweł (z rzędu Deesis)*⁶⁵

Pomiary i opracowanie wyników: Anna Klimek
Laboratorium Analiz i Nieniszczących Badań Obiektów
Zabytkowych Muzeum Narodowego w Krakowie
Data sporządzenia raportu: 04.04.2017

Twórca/wytwórnia: nieznan
Tytuł: *Św. Jan Chrzciciel i św. Paweł (z rzędu Deesis)*
Właściciel: Muzeum Narodowe w Krakowie
MNK XVIII-26 (Kat. 10)
Rodzaj: ikona
Datowanie: XVII w.
Wymiary: 111 × 86,5 cm

Opis pomiaru

W sposób nieinwazyjny metodą spektroskopii fluorescencji rentgenowskiej została wykonana analiza składu pierwiastkowego obiektu MNK XVIII-26. Pomiary wykonano w jednym punkcie (il. [111](#) 1). Analizy prowadzono za pomocą spektrometru fluorescencji rentgenowskiej S1 Titan LE (Bruker, Niemcy) przy następujących parametrach: źródło wzbudzenia – lampa Rh, U 50 kV, pomiar w atmosferze powietrza, średnica plamki pomiarowej 5 mm, czas akumulacji widma 30 sek. Jest to analiza powierzchniowa. Do analizy ilościowej wykorzystano metodę obliczeniową parametrów fundamentalnych spektrometru S1 Titan, która powstała na podstawie widm uzyskanych ze współczesnych stopów metali.

⁶⁵ W publikacji został pominięty obraz widma fluorescencji rentgenowskiej uzyskany dla badanego punktu pomiarowego. Punkty pomiarowe zostały wskazane (przyp. M.P.K.).

Account of the analysis of the elemental composition of the icon *St John the Baptist and St Paul (from a Deesis tier)*⁶⁵

Measurement and results' elaboration: Anna Klimek
The Laboratory of Analysis and Non-Destructive Investigation of Heritage Objects at the National Museum in Krakow
Date of the report: 04.04.2017

Author/workshop: unknown
Title: *St John the Baptist and St Paul (from a Deesis tier)*
Owner: National Museum in Krakow
MNK XVIII-26 (Cat. 10)
Genre: icon
Dating: 17th c.
Dimensions: 111 × 86.5 cm

Description of the measurement

The analysis of the elemental composition of the object MNK XVIII-26 was conducted in the non-destructive method of X-Ray fluorescence spectroscopy. The measurements were taken in one point (Fig. [111](#) 1). The analysis was performed by means of the S1 Titan LE X-ray fluorescence spectrometer (Bruker, Germany), with Rh lamp; U 50 kV, measurement in the air atmosphere, diameter of the measurement spot – 5 mm; time of the spectrum accumulation – 30 sec. This is a surface analysis. For the quantitative analysis, the method of calculating the fundamental parameters of the S1 Titan spectrometer was applied, which was worked out on the basis of spectra obtained from contemporary alloys.

⁶⁵ The publication leaves out the picture of the fluorescence X-Ray spectrum obtained for the examined measuring point. Positions of measuring points are indicated (footnote by M.P.K.).



Punkt pomiarowy dla obiektu MNK XVIII-26 | Measurement point – object MNK XVIII-26



Wyniki i interpretacja | Results and interpretation

Opis analizowanych punktów

Description of the analysed points

Skład pierwiastkowy [%] | Elemental composition [%]

Nr 1 | No. 1

Ag (36.4 ± 1.2%)

Pb (11.9 ± 0.5%)

Fe (15.5 ± 0.3%)

K, Ca, Mn, Ni, Cu, Zn, Hg, Sr

Data sporządzenia raportu: 28.03.2017 | Date of the report: 28.03.2017

Analiza składu pierwiastkowego wykazała, że rama ikony została pokryta srebrem. Wykryto również zawartość ołowiu na poziomie ok. 12%. Można podejrzewać, że pochodzi on od czerwonej minii ołowiowej lub folii ołowianej położonej pod zewnętrzną warstwą srebra. W celu dokładnego zbadania stratygrafii należałoby zastosować metody mikroniszczące.

Mangan oraz nikiel występują naturalnie w glinkach i pigmentach żelazowych. Potas, wapń i stront pochodzą od warstwy zaprawy kredowej. Śladowe ilości miedzi, cynku i rtęci mogą występować jako zanieczyszczenie złoża srebra.

Analysis of the elemental composition demonstrated that the frame of the icon was covered with silver. Also, the content of lead was detected at ca. 12%. One may presume that it stems from the red iron minium or iron foil laid underneath the layer of silver. For a more detailed examination of the stratigraphy, micro-destructive methods would have to be applied.

Manganese and nickel occur naturally in clays and iron pigments. Potassium, calcium, and strontium come from the layer of the chalk ground. Traces of copper, zinc, and mercury may occur as contaminants of the silver ore deposit.

Sprawozdanie z analizy składu pierwiastkowego ikony *Chrystus Pantokrator z archaniołami (z rzędu Deesis)*⁶⁶

Pomiary i opracowanie wyników: Anna Klimek
Laboratorium Analiz i Nieniszczących Badań Obiektów
Zabytkowych Muzeum Narodowego w Krakowie
Data sporządzenia raportu: 04.04.2017

Twórca/wytwórnia: nieznany
Tytuł: *Chrystus Pantokrator z archaniołami (z rzędu Deesis)*
Właściciel: Muzeum Narodowe w Krakowie
MNK XVIII-27 (Kat. 9)
Rodzaj: ikona
Datowanie: XVI–XVII w.
Wymiary: 111 × 111 cm

Opis pomiaru

W sposób nieinwazyjny metodą spektroskopii fluorescencji rentgenowskiej została wykonana analiza składu pierwiastkowego obiektu MNK XVIII-27. Pomiary wykonano w czterech punktach (il. 2). Analizy prowadzono za pomocą spektrometru fluorescencji rentgenowskiej S1 Titan LE (Bruker, Niemcy) przy następujących parametrach: źródło wzbudzenia – lampa Rh, U 50 kV, pomiar w atmosferze po-

Account of the analysis of the elemental composition of the icon *Christ Pantocrator with Archangels (from a Deesis tier)*⁶⁶

Measurement and result elaboration: Anna Klimek
The Laboratory of Analysis and Non-Destructive Investigation of Heritage Objects at the National Museum in Krakow
Date of the report: 04.04.2017

Author/workshop: unknown
Title: *Christ Pantocrator with Archangels (from a Deesis tier)*
Owner: National Museum in Krakow
MNK XVIII-27 (Cat. 9)
Genre: icon
Dating: 16th–17th c.
Dimensions: 111 × 111 cm

Description of the measurement

The analysis of the elemental composition of the object MNK XVIII-27 was conducted in the non-destructive method of X-Ray fluorescence spectroscopy. The measurements were taken at four points (Fig. 2). The analysis was performed by means of the S1 Titan LE X-ray fluorescence spectrometer (Bruker, Germany), with Rh lamp, U 50 kV, measurement in the air atmosphere; diameter of the measurement spot –



il. 2

Punkty pomiarowe dla obiektu MNK XVIII-27 | Measurement points – object MNK XVIII-27

⁶⁶ W publikacji został pominięty obraz widma fluorescencji rentgenowskiej uzyskany dla badanego punktu pomiarowego (przyp. M.P.K.).

⁶⁶ The publication leaves out the image of the X-ray fluorescence spectrum obtained for the examined measurement point (footnote by M.P.K.).

wietrza, średnica plamki pomiarowej 5 mm, czas akumulacji widma 30 sek. Jest to analiza powierzchniowa. Do analizy ilościowej wykorzystano metodę obliczeniową parametrów fundamentalnych spektrometru S1 Titan, która powstała na podstawie widm uzyskanych ze współczesnych stopów metali.

5 mm; time of the spectrum accumulation – 30 sec. This is a surface analysis. For the quantitative analysis, the method of calculating the fundamental parameters of the S1 Titan spectrometer was applied, which was worked out on the basis of spectra obtained from the contemporary alloys.



2 Wyniki i interpretacja | Results and interpretation

Opis analizowanych punktów Description of the analysed points	Skład pierwiastkowy [%] Elemental composition [%]			
Nr 1 No. 1	Ag (17.6 ± 0.7%)	Pb (49.0 ± 0.6%)	Fe (11.1 ± 0.3%)	K, Ca, Mn, Ni, Cu, Zn, Hg, Sr
Nr 2 No. 2	Ag (18.8 ± 0.7%)	Pb (41.4 ± 0.6%)	Fe (12.4 ± 0.3%)	Ca, Mn, Ni, Cu, Zn, Hg, Sr
Nr 3 No. 3	Ag (35.1 ± 1.0%)	Pb (11.0 ± 0.5%)	Fe (15.4 ± 0.3%)	K, Ca, Mn, Ni, Cu, Zn, Hg, Sr
Nr 4 No. 4	Ag (31.6 ± 1.2%)	Pb (10.4 ± 0.5%)	Fe (15.9 ± 0.4%)	K, Ca, Mn, Ni, Cu, Zn, Hg, Sr

Data sporządzenia raportu: 28.03.2017 | Date of the report: 28.03.2017

Analiza składu pierwiastkowego wykazała, że rama ikony została pokryta srebrem. We wszystkich punktach pomiarowych, a w szczególności w punktach nr 1 i nr 2 wykryto wysoką zawartość ołowiu. Można podejrzewać, że pochodzi on od czerwonej minii ołowiowej lub folii ołowianej położonej pod zewnętrzną warstwą srebra. W celu dokładnego zbadania stratygrafii należałoby zastosować metody mikroniszczące.

Mangan oraz nikiel występują naturalnie w glinkach i pigmentach żelazowych. Potas, wapń i stront pochodzą od warstwy zaprawy kredowej. Śladowe ilości miedzi, cynku i rtęci mogą występować jako zanieczyszczenie złoża srebra.

Analysis of the elemental composition demonstrated that the frame of the icon was covered with silver. In all of the measurement points, in particular at points 1 and 2, a high concentration of lead was detected. One may presume that it stems from red lead minium or lead foil laid underneath the outer layer of silver. For a more detailed examination of the stratigraphy, micro-destructive methods would have to be applied.

Manganese and nickel occur naturally in the clays and iron pigments. Potassium, calcium, and strontium come from the layer of chalk ground. Traces of copper, zinc, and mercury may occur as contaminants of the silver ore deposit.

Sprawozdanie z analizy składu pierwiastkowego ikony *Deesis: Chrystus Pantokrator z Matką Boską, św. Janem Chrzcicielem i archaniołami*⁶⁷

Pomiary i opracowanie wyników: Anna Klimek
Laboratorium Analiz i Nieniszczących Badań Obiektów
Zabytkowych Muzeum Narodowego w Krakowie
Data sporządzenia raportu: 04.04.2017

Twórca/wytwórnia: nieznan
Tytuł: *Deesis: Chrystus Pantokrator z Matką Boską, św. Janem Chrzcicielem i archaniołami*

⁶⁷ W publikacji został pominięty obraz widma fluorescencji rentgenowskiej uzyskany dla badanego punktu pomiarowego (przyp. M.P.K.).

Account of the analysis of the elemental composition of the *Deesis Icon: Christ Pantocrator with the Mother of God, St John the Baptist, and Archangels*⁶⁷

Measurement and results' elaboration: Anna Klimek
The Laboratory of Analysis and Non-Destructive Investigation of Heritage Objects at the National Museum in Krakow
Date of the report: 04.04.2017

Author/workshop: unknown
Title: *Deesis Icon: Christ Pantocrator with the Mother of God, St John the Baptist, and Archangels*

⁶⁷ The publication leaves out the image of the X-ray fluorescence spectrum obtained for the examined measurement point (footnote by M.P.K.).

Właściciel: Muzeum Narodowe w Krakowie
 MNK XVIII-62 (Kat. 8)
 Rodzaj: ikona
 Datowanie: XVII w.
 Wymiary: 89,5 × 104,5 cm

Owner: National Museum in Krakow
 MNK XVIII-62 (Cat. 8)
 Genre: icon
 Dating: 17th c.
 Dimensions: 89.5 × 104.5 cm

Opis pomiaru

W sposób nieinwazyjny metodą spektroskopii fluorescencji rentgenowskiej została wykonana analiza składu pierwiastkowego obiektu MNK XVIII-62. Pomiary wykonano w dwóch punktach (il. 3). Analizy prowadzono za pomocą spektrometru fluorescencji rentgenowskiej S1 Titan LE (Bruker, Niemcy) przy następujących parametrach: źródło wzbudzenia – lampa Rh, U 50 kV, pomiar w atmosferze powietrza, średnica plamki pomiarowej 5 mm, czas akumulacji widma 30 sek. Jest to analiza powierzchniowa. Do analizy ilościowej wykorzystano metodę obliczeniową parametrów fundamentalnych spektrometru S1 Titan, która powstała na podstawie widm uzyskanych ze współczesnych stopów metali.

Description of the measurement

The analysis of the elemental composition of the object MNK XVIII-62 was conducted in the non-destructive method of X-Ray fluorescence spectroscopy. The measurements were taken at two points (Fig. 3). The analysis was performed by means of the S1 Titan LE X-ray fluorescence spectrometer (Bruker, Germany) with Rh lamp, U 50 kV, measurement in the air atmosphere; diameter of the measurement spot – 5 mm; time of spectrum accumulation – 30 sec. This was a surface analysis. For quantitative analysis, the method of calculating the fundamental parameters of the S1 Titan spectrometer was applied, which was made based on spectra obtained from contemporary alloys.



Punkty pomiarowe dla obiektu MNK XVIII-62 | Measurement points – object MNK XVIII-62



Wyniki i interpretacja | Results and interpretation

Opis analizowanych punktów

Description of the analysed points	Skład pierwiastkowy [%] Elemental composition [%]			
Nr 1 No. 1	Ag (29.9 ± 0.9%)	Pb (27.9 ± 0.5%)	Fe (13.0 ± 0.3%)	K, Ca, Mn, Ni, Cu, Zn, As, Sr
Nr 2 No. 2	Ag (31.0 ± 0.9%)	Pb (25.2 ± 0.5%)	Fe (13.0 ± 0.3%)	K, Ca, Mn, Ni, Cu, Zn, As, Sr

Analiza składu pierwiastkowego wykazała, że tło ikony zostało pokryte srebrem. Wykryto również zawartość ołowiu na poziomie ok. 27%. Można podejrzewać, że pochodzi on od czerwonej minii ołowiowej lub folii ołowanej położonej pod zewnętrzną warstwą srebra. W celu dokładnego zbadania stratygrafii należałoby zastosować badania mikroniszczące.

Mangan, nikiel oraz arsen występują naturalnie w glinach i pigmentach żelazowych. Potas, wapń i stront pochodzą od warstwy zaprawy kredowej. Śladowe ilości miedzi i cynku mogą występować jako zanieczyszczenie złoża srebra.

Sprawozdanie z analizy składu pierwiastkowego ikony *Trójca Święta*⁶⁸

Pomiary i opracowanie wyników: Anna Klimek
Laboratorium Analiz i Nieniszczących Badań Obiektów
Zabytkowych Muzeum Narodowego w Krakowie
Data sporządzenia raportu: 04.04.2017

Twórca/wytwórnia: nieznan
Tytuł: *Trójca Święta*
Właściciel: Muzeum Narodowe w Krakowie
MNK XVIII-87 (Kat. 40)
Rodzaj: ikona
Datowanie: XVI w.
Wymiary: 107 × 112,5 cm

Opis pomiaru

W sposób nieinwazyjny metodą spektroskopii fluorescencji rentgenowskiej została wykonana analiza składu pierwiastkowego obiektu MNK XVIII-87. Pomiary wykonano w jednym punkcie (il. [lul](#) 4). Analizy prowadzono za pomocą spektrometru fluorescencji rentgenowskiej S1 Titan LE (Bruker, Niemcy) przy następujących parametrach: źródło wzbudzenia – lampa Rh, U 50 kV, pomiar w atmosferze powietrza, średnica plamki pomiarowej 5 mm, czas akumulacji widma 30 sek. Jest to analiza powierzchniowa. Do analizy ilościowej wykorzystano metodę obliczeniową parametrów fundamentalnych spektrometru S1 Titan, która powstała na podstawie widm uzyskanych ze współczesnych stopów metali.

⁶⁸ W publikacji został pominięty obraz widma fluorescencji rentgenowskiej uzyskany dla badanego punktu pomiarowego (przyj. M.P.K.).

Analysis of the elemental composition demonstrated that the background of the icon was covered with silver. Also detected was a concentration of lead of ca. 27%. One may presume that it stems from red lead minium or lead foil laid underneath the outer layer of silver. For a more detailed examination of the stratigraphy, micro-destructive methods would have to be applied.

Manganese and nickel occur naturally in the clays and iron pigments. Potassium, calcium, and strontium come from the layer of chalk ground. Traces of copper, zinc, and mercury may occur as contaminants of the silver ore deposit.

Account of the analysis of the elemental composition of the icon *The Holy Trinity*⁶⁸

Measurement and result elaboration: Anna Klimek
The Laboratory of Analysis and Non-Destructive Investigation of Heritage Objects at the National Museum in Krakow
Date of the report: 04.04.2017

Author/workshop: unknown
Title: *The Holy Trinity*
Owner: National Museum in Krakow
MNK XVIII-87 (Cat. 40)
Genre: icon
Dating: 16th c.
Dimensions: 107 × 112.5 cm

Description of the measurement

The analysis of the elemental composition of the object MNK XVIII-87 was conducted in the non-destructive method of X-Ray fluorescence spectroscopy. The measurements were taken at one point (Fig. [lul](#) 4). The analysis was performed with the mean of the S1 Titan LE X-ray fluorescence spectrometer (Bruker, Germany) with the following setting: source of excitement – Rh lamp, U 50 kV, measurement in the air atmosphere; diameter of the measurement spot–5 mm; time of the spectrum accumulation – 30 sec. This is a surface analysis. For the quantitative analysis was applied the method of calculating the fundamental parameters of the S1 Titan spectrometer, which was made based on spectra obtained from contemporary alloys.

⁶⁸ The publication leaves out the image of the X-ray fluorescence spectrum obtained for the examined measurement point (footnote by M.P.K.).



Punkt pomiarowy dla obiektu MNK XVIII-87 | Measurement point – object MNK XVIII-87

Analiza składu pierwiastkowego wykazała, że tło ikony zostało pokryte złotem położonym na pulmencie. Występują również śladowe ilości miedzi. Mangan występuje naturalnie w glinkach i pigmentach żelazowych. Potas, wapń i stront pochodzą od warstwy zaprawy kredowej.

Analysis of the elemental composition demonstrated that the background of the icon was covered with gold laid on bole. Traces of copper also appear. Manganese occurs naturally in clays and iron pigments. Potassium, calcium, and strontium stem from the layer of chalk ground.



Wyniki i interpretacja | Results and interpretation

Opis analizowanych punktów

Description of the analysed points

Skład pierwiastkowy [%] | Elemental composition [%]

Nr 1 | No. 1

Fe (16.8 ± 0.4%)

Au (61.4 ± 0.8%)

Cu (<LOD*)

K, Ca, Sr, Pb

Data sporządzenia raportu: 28.03.2017 | Date of the report: 28.03.2017

* LOD (ang. *limit of detection*) – granica wykrywalności | * LOD – limit of detection

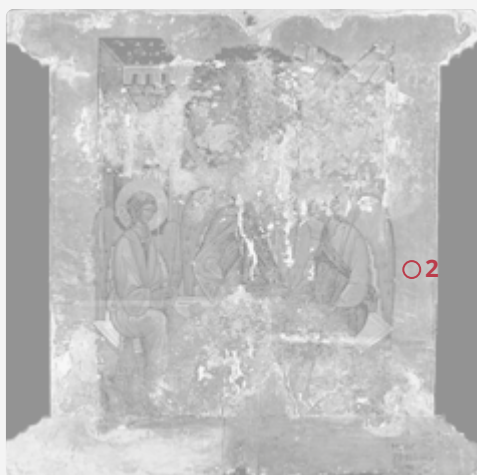
Sprawozdanie z analizy składu pierwiastkowego ikony *Trójca Święta / Matka Boska Znak*⁶⁹

Pomiary i opracowanie wyników: Anna Klimek
Laboratorium Analiz i Nieniszczących Badań Obiektów
Zabytkowych Muzeum Narodowego w Krakowie
Data sporządzenia raportu: 13.04.2017

Twórca/wytwórnia: nieznany
Tytuł: *Trójca Święta / Matka Boska Znak*
Właściciel: Muzeum Narodowe w Krakowie
MNK XVIII-110 (Kat. 41)
Rodzaj: ikona
Datowanie: XVI w.
Wymiary: 67 × 55 cm

Opis pomiaru

W sposób nieinwazyjny metodą spektroskopii fluorescencji rentgenowskiej została wykonana analiza składu pierwiastkowego obiektu MNK XVIII-110 (obiekt dwustronny). Pomiary wykonano w dwóch punktach – po jednym punkcie pomiarowym na awersie (il. [111 5a](#)) i rewersie (il. [111 5b](#)). Analizy prowadzono za pomocą spektrometru fluorescencji rentgenowskiej S1 Titan LE (Bruker, Niemcy) przy następujących parametrach: źródło wzbudzenia – lampa Rh,



[111 5a](#) Punkt pomiarowy dla obiektu MNK XVIII-110 (awers) | Measurement point – object MNK XVIII-110 (recto)

Account of the analysis of the elemental composition of the icon *The Holy Trinity / Our Lady of the Sign*⁶⁹

Measurement and results elaboration: Anna Klimek
The Laboratory of Analysis and Non-Destructive Investigation of Heritage Objects at the National Museum in Krakow
Date of the report: 13.04.2017

Author/workshop: unknown
Title: *The Holy Trinity / Our Lady of the Sign*
Owner: National Museum in Krakow
MNK XVIII-110 (Cat. 41)
Genre: icon
Dating: 16th c.
Dimensions: 67 × 55 cm

Description of the measurement

The analysis of the elemental composition of the object MNK XVIII-110 (two-sided object) was conducted in the non-destructive method of X-Ray fluorescence spectroscopy. The measurements were taken at two points – one measurement point on the recto (Fig. [111 5a](#)) and one measurement point on the verso (Fig. [111 5b](#)). The analysis was performed with the mean of the S1 Titan LE X-ray fluorescence spectrometer (Bruker, Germany) with the following setting:



[111 5b](#) Punkt pomiarowy dla obiektu MNK XVIII-110 (rewers) | Measurement point – object MNK XVIII-110 (verso)

⁶⁹ W publikacji został pominięty obraz widma fluorescencji rentgenowskiej uzyskany dla badanego punktu pomiarowego (przyp. M.P.K.).

⁶⁹ The publication leaves out the image of the X-ray fluorescence spectrum obtained for the examined measurement point (footnote by M.P.K.).

U 50 kV, pomiar w atmosferze powietrza, średnica plamki pomiarowej 5 mm, czas akumulacji widma 30 sek. Jest to analiza powierzchniowa. Do analizy ilościowej wykorzystano metodę obliczeniową parametrów fundamentalnych spektrometru S1 Titan, która powstała na podstawie widm uzyskanych ze współczesnych stopów metali.

source of excitement – Rh lamp, U 50 kV, measurement in the air atmosphere; diameter of the measurement spot – 5 mm; time of spectrum accumulation – 30 sec. This was a surface analysis. For the quantitative analysis, the method of calculating the fundamental parameters of the S1 Titan spectrometer was applied, which was made based on spectra obtained from contemporary alloys.

5

Wyniki i interpretacja | Results and interpretation

Opis analizowanych punktów

Description of the analysed points	Skład pierwiastkowy [%] Elemental composition [%]			
Nr 1 awers No. 1 recto	Au (63.2 ± 0.8%)	Fe (19.8 ± 0.4%)	As (<LOD)	K, Ca, Mn, Ni, Cu, Sr, Pb
Nr 2 rewers No. 2 verso	Au (69.3 ± 0.9%)	Fe (12.6 ± 0.3%)	As (<LOD)	K, Ca, Mn, Ni, Cu, Sr, Pb

Data sporządzenia raportu: 05.04.2017 | Date of the report: 05.04.2017

Analiza składu pierwiastkowego wykazała, że tło ikony zostało pokryte złotem położonym na pulmencie. Mangan, nikiel oraz arsen występują naturalnie w glinach i pigmentach żelazowych. Potas, wapń i stront pochodzą od warstwy zaprawy kredowej. Śladowe ilości miedzi mogą występować jako zanieczyszczenie złoza złota.

Analysis of the elemental composition demonstrated that the background of the icon was covered with gold laid on bole.

Manganese, nickel, and arsenic occur naturally in the clays and iron pigments. Potassium, calcium, and strontium come from the layer of chalk ground. Traces of copper may occur as contaminants of the gold ore deposit.

Sprawozdanie z analizy składu pierwiastkowego ikony *Ukrzyżowanie*⁷⁰

Pomiary i opracowanie wyników: Anna Klimek
Laboratorium Analiz i Nieniszczących Badań Obiektów Zabytkowych Muzeum Narodowego w Krakowie
Data sporządzenia raportu: 04.04.2017

Twórca/wytwórnia: nieznany
Tytuł: *Ukrzyżowanie*
Właściciel: Muzeum Narodowe w Krakowie
MNK XVIII-346 (Kat. 32)
Datowanie: XVII w.
Wymiary: 177 × 99 cm

Opis pomiaru

W sposób nieinwazyjny metodą spektroskopii fluorescencji rentgenowskiej została wykonana analiza składu pierwiastkowego obiektu MNK XVIII-346. Pomiary wykonano w jednym punkcie (fragment złocony na obrzeżu, il. 6). Analizy prowadzono za pomocą spektrometru fluorescencji

Account of the analysis of the elemental composition of the icon *Crucifixion*⁷⁰

Measurement and results elaboration: Anna Klimek
The Laboratory of Analysis and Non-Destructive Investigation of Heritage Objects at the National Museum in Krakow
Date of the report: 04.04.2017

Author/workshop: unknown
Title: *Crucifixion*
Owner: National Museum in Krakow
MNK XVIII-346 (Cat. 32)
Dating: 17th c.
Dimensions: 177 × 99 cm

Description of the measurement

The analysis of the elemental composition of the object MNK XVIII-346 was conducted in the non-destructive method of X-Ray fluorescence spectroscopy. The measurements were taken at one point (a gilded fragment on the edge, Fig. 6). The analysis was performed with the mean of

⁷⁰ W publikacji został pominięty obraz widma fluorescencji rentgenowskiej uzyskany dla badanego punktu pomiarowego (przyp. M.P.K.).

⁷⁰ The publication leaves out the image of the X-ray fluorescence spectrum obtained for the examined measurement point (footnote by M.P.K.).



Punkt pomiarowy dla obiektu MNK XVIII-346 | Measurement point – object MNK XVIII-346



Wyniki i interpretacja | Results and interpretation

Opis analizowanych punktów

Description of the analysed points

Skład pierwiastkowy [%] | Elemental composition [%]

Nr 1 No. 1	Fe (33.7 ± 0.4%)	Au (48.9 ± 0.5%)	Pb (3.6 ± 0.1%)	Cu (<LOD)	K, Ca, Hg, Sr
--------------	------------------	------------------	-----------------	-----------	---------------

Data sporządzenia raportu: 28.03.2017 | Date of the report: 28.03.2017

rentgenowskiej S1 Titan LE (Bruker, Niemcy) przy następujących parametrach: źródło wzbudzenia – lampa Rh, U 50 kV, pomiar w atmosferze powietrza, średnica plamki pomiarowej 5 mm, czas akumulacji widma 30 sek. Jest to analiza powierzchniowa. Do analizy ilościowej wykorzystano metodę obliczeniową parametrów fundamentalnych spektrometru S1 Titan, która powstała na podstawie widm uzyskanych ze współczesnych stopów metali.

Analiza składu pierwiastkowego wykazała, że badany fragment został pokryty złotem położonym na pulmencie. Występują również śladowe ilości miedzi. Mangan występuje naturalnie w glinkach i pigmentach żelazowych. Potas, wapń i stront pochodzą od warstwy zaprawy kredowej. Zidentyfikowano także obecność śladów bieli ołowiowej oraz cynobru.

the S1 Titan LE X-ray fluorescence spectrometer (Bruker, Germany) with the following setting: source of excitement – Rh lamp, U 50 kV, measurement in the air atmosphere; diameter of the measurement spot – 5 mm; time of spectrum accumulation – 30 sec. This was a surface analysis. For the quantitative analysis, the method of calculating the fundamental parameters of the S1 Titan spectrometer was applied, which was made based on spectra obtained from contemporary alloys.

Analysis of the elemental composition demonstrated that the examined fragment was covered with gold laid on bole. Also detected were traces of copper. Manganese occurs naturally in clays and iron pigments. Potassium, calcium, and strontium come from the chalk ground. Traces of lead white and vermilion were also identified.

Sprawozdanie z analizy składu pierwiastkowego ikony *Święta rozmowa* (łac. *Sacra conversatio*)⁷¹

Pomiary i opracowanie wyników: Anna Klimek
 Laboratorium Analiz i Nieniszczących Badań Obiektów
 Zabytkowych Muzeum Narodowego w Krakowie
 Data sporządzenia raportu: 04.04.2017
 Twórca/wytwórnia: nieznan
 Tytuł: *Święta rozmowa* (łac. *Sacra conversatio*)
 Właściciel: Muzeum Narodowe w Krakowie
 MNK XVIII-396 (Kat. 20)
 Rodzaj: ikona
 Datowanie: XVI w.
 Wymiary: 40,5 × 32,5 cm

Opis pomiaru

W sposób nieinwazyjny metodą spektroskopii fluorescencji rentgenowskiej została wykonana analiza składu pierwiastkowego obiektu MNK XVIII-396. Pomiary wykonano w dwóch punktach (il. 7). Analizy prowadzono za pomocą spektrometru fluorescencji rentgenowskiej S1 Titan LE (Bruker, Niemcy) przy następujących parametrach: źródło wzbudzenia – lampa Rh, U 50 kV, pomiar

Account of the analysis of the elemental composition of the icon *Holy Conversation* (Lat. *Sacra Conversatio*)⁷¹

Measurement and results elaboration: Anna Klimek
 The Laboratory of Analysis and Non-Destructive Investigation of Heritage Objects at the National Museum in Krakow
 Date of the report: 04.04.2017
 Author/workshop: unknown
 Title: *Holy Conversation* (Lat. *Sacra Conversatio*)
 Owner: National Museum in Krakow
 MNK XVIII-396 (Cat. 20)
 Genre: icon
 Dating: 16th c.
 Dimension: 40.5 × 32.5 cm

Description of the measurement

The analysis of the elemental composition of the object MNK XVIII-396 was conducted in the non-destructive method of X-Ray fluorescence spectroscopy. The measurements were taken at two points (Fig. 7). The analysis was performed by means of the S1 Titan LE X-ray fluorescence spectrometer (Bruker, Germany) with Rh lamp, U 50 kV, measurement in the air atmosphere; diameter of the measurement spot



Punkty pomiarowe dla obiektu MNK XVIII-396 | Measurement points – object MNK XVIII-396

⁷¹ W publikacji został pominięty obraz widma fluorescencji rentgenowskiej uzyskany dla badanego punktu pomiarowego (przyp. M.P.K.).

⁷¹ The publication leaves out the image of the X-ray fluorescence spectrum obtained for the examined measurement point (footnote by M.P.K.).

w atmosferze powietrza, średnica plamki pomiarowej 5 mm, czas akumulacji widma 30 sek. Jest to analiza powierzchniowa. Do analizy ilościowej wykorzystano metodę obliczeniową parametrów fundamentalnych spektrometru S1 Titan, która powstała na podstawie widm uzyskanych ze współczesnych stopów metali.

– 5 mm; time of spectrum accumulation – 30 sec. This was a surface analysis. For the quantitative analysis, the method of calculating the fundamental parameters of the S1 Titan spectrometer was applied, which was made based on spectra obtained from contemporary alloys.



7 Wyniki i interpretacja | Results and interpretation

Opis analizowanych punktów

Description of the analysed points

Skład pierwiastkowy [%] | Elemental composition [%]

Nr 1 No. 1	Fe (14.2 ± 0.3%)	Au (63.7 ± 0.9%)	Cu (<LOD)	K, Ca, Ni, Hg, Sr, Pb
Nr 2 No. 2	Fe (16.5 ± 0.4%)	Au (62.1 ± 0.9%)	K, Ca, Mn, Ni, Cu, Sr, Pb	

Data sporządzenia raportu: 28.03.2017 | Date of the report: 28.03.2017

Analiza składu pierwiastkowego wykazała, że tło ikony zostało pokryte złotem położonym na pulmencie. Występują również śladowe ilości miedzi. Mangan oraz nikiel występują naturalnie w glinkach i pigmentach żelazowych. Potas, wapń i stront pochodzą od warstwy zaprawy kredowej.

Analysis of the elemental composition demonstrated that the background of the icon was covered with gold laid on bole. Also detected were traces of copper. Manganese and nickel occur naturally in clays and iron pigments. Potassium, calcium, and strontium come from the layer of chalk ground.

Sprawozdanie z analizy składu pierwiastkowego metalowego okładu do ikony Św. Antoni Rzymski⁷²

Pomiary i opracowanie wyników: Anna Klimek
Laboratorium Analiz i Nieniszczących Badań Obiektów
Zabytkowych Muzeum Narodowego w Krakowie
Data sporządzenia raportu: 27.02.2017

Twórca/wytwórnia: nieznany
Tytuł: Św. Antoni Rzymski
Właściciel: Muzeum Narodowe w Krakowie
MNK XVIII-575 (Kat. 50)
Rodzaj: ikona
Datowanie: XIX w.
Wymiary: 32,5 × 26,5 cm

Opis pomiaru

W sposób nieinwazyjny metodą spektroskopii fluorescencji rentgenowskiej została wykonana analiza składu pierwiastkowego obiektu MNK XVIII-575. Pomiary wykonano w czterech punktach (il. [111](#) 8). Analizy prowadzono

Account of the analysis of the elemental composition of the metal cover for the icon *St Anthony of Rome*⁷²

Measurement and results elaboration: Anna Klimek
The Laboratory of Analysis and Non-Destructive Investigation of Heritage Objects at the National Museum in Krakow
Date of the report: 27.02.2017

Author/workshop: unknown
Title: *St Anthony of Rome*
Owner: National Museum in Krakow
MNK XVIII-575 (Cat. 50)
Genre: icon
Dating: 19th c.
Dimensions: 32.5 × 26.5 cm

Description of the measurement

The analysis of the elemental composition of the object MNK XVIII-575 was conducted in the non-destructive method of X-Ray fluorescence spectroscopy. The measurements were taken at four points (Fig. [111](#) 8). The analysis was performed

⁷² W publikacji został pominięty obraz widma fluorescencji rentgenowskiej uzyskany dla badanych punktów pomiarowych (przyp. M.P.K.).

⁷² The publication leaves out the image of the X-ray fluorescence spectrum obtained for the examined measurement point (footnote by M.P.K.).



Punkty pomiarowe dla obiektu MNK XVIII-575 | Measurement points – St Anthony of Rome

za pomocą spektrometru fluorescencji rentgenowskiej S1 Titan LE (Bruker, Niemcy) przy następujących parametrach: źródło wzbudzenia – lampa Rh, U 50 kV, pomiar w atmosferze powietrza, średnica plamki pomiarowej 5 mm, czas akumulacji widma 60 sek. Jest to analiza powierzchniowa. Do analizy ilościowej wykorzystano metodę obliczeniową parametrów fundamentalnych spektrometru S1 Titan, która powstała na podstawie widm uzyskanych ze współczesnych stopów metali.

by means of the S1 Titan LE X-ray fluorescence spectrometer (Bruker, Germany) with Rh lamp, U 50 kV, measurement in the air atmosphere; diameter of the measurement spot – 5 mm; time of spectrum accumulation – 60 sec. This was a surface analysis. For the quantitative analysis, the method of calculating the fundamental parameters of the S1 Titan spectrometer was applied, which was made based on spectra obtained from contemporary alloys.



Wyniki i interpretacja | Results and interpretation

Opis analizowanych punktów Description of the analysed points	Skład pierwiastkowy [%] Elemental composition [%]				
Nr 1 No. 1	Ag (43.6 ± 0.1%)	Pb (26.2 ± 0.1%)	Zn (10.5 ± 0.06%)	Au (9.7 ± 0.05%)	Cu, Hg, Sn, Fe
Nr 2 No. 2	Ag (42.3 ± 0.1%)	Pb (25.3 ± 0.1%)	Au (19.1 ± 0.07%)	Zn (9.0 ± 0.05%)	Cu, Hg, Sn, Fe
Nr 3 No. 3	Ag (44.6 ± 0.1%)	Pb (25.6 ± 0.1%)	Zn (10.3 ± 0.06%)	Au (10.2 ± 0.05%)	Cu, Hg, Sn, Fe
Nr 4 No. 4	Ag (48.9 ± 0.2%)	Cu (20.0 ± 0.1%)	Zn (6.1 ± 0.04%)	Hg, Sn, Pb	

Data sporządzenia raportu: 24.02.2017 | Date of the report: 24.02.2017

Analiza składu pierwiastkowego wykazała, że okład został wykonany ze stopu srebra (średnio 44%), ołowiu (średnio 26%) i złota (średnio 13%). Cynk (w ilości średnio 10%) został dodany do stopu prawdopodobnie w celu obniżenia temperatury topnienia srebra. Wykryto także mniejsze

Analysis of the elemental composition demonstrated that the cover was made of an alloy of silver (average of 44%), lead (average of 26%), and gold (average of 13%). Zinc (average of 10%) was added to the alloy, probably with the aim of lowering the melting temperature of the silver. Smaller

ilości miedzi, rtęci, cyny i żelaza. Miedź, rtęć i cyna mogą wystąpić jako zanieczyszczenie w rudach srebra. Obecność żelaza jest związana z zanieczyszczeniami występującymi na powierzchni obiektu.

Od powyższego opisu znacząco odbiega obszar reprezentowany przez punkt pomiarowy nr 4. Fragment ten został wykonany ze stopu srebra i miedzi. Dodatkowo zawiera cynk (obniżający temperaturę topnienia srebra) oraz pierwiastki występujące jako zanieczyszczenie złoża srebra – rtęć i cynę. Badany fragment różni się wizualnie od pozostałej części okładu. Odbiegający od pozostałych punktów pomiarowych skład chemiczny wskazuje na inne źródło pochodzenia stopu.

Literatura

Argenti Fossores et Alli 2013, s. 233, 249

Sprawozdanie z analizy składu pierwiastkowego metalowego okładu do ikony *Matka Boska Smoleńska*⁷³

Pomiary i opracowanie wyników: Anna Klimek
Laboratorium Analiz i Nieniszczących Badań Obiektów
Zabytkowych Muzeum Narodowego w Krakowie
Data sporządzenia raportu: 27.02.2017

Twórca/wytwórnia: nieznany
Tytuł: *Matka Boska Smoleńska*
Właściciel: Muzeum Narodowe w Krakowie
MNK XVIII-577 (Cat. 23)
Rodzaj: ikona
Datowanie: 1844
Wymiary: 27,5 × 23,3 cm

Opis pomiaru

W sposób nieinwazyjny metodą spektroskopii fluorescencji rentgenowskiej została wykonana analiza składu pierwiastkowego obiektu MNK XVIII-577. Pomiary wykonano w trzech punktach (il. 9). Analizy prowadzono za pomocą spektrometru fluorescencji rentgenowskiej S1 Titan LE (Bruker, Niemcy) przy następujących parametrach: źródło wzbudzenia – lampa Rh, U 50 kV, pomiar w atmosferze powietrza, średnica plamki pomiarowej 5 mm, czas akumulacji widma 60 sek. Jest to analiza powierzchniowa. Do

amounts of copper, mercury, tin, and iron were also detected. Copper, mercury, and tin may occur as contaminants in silver ore. The presence of iron is related with contaminants occurring on the surface of the object.

The area represented by measurement point no. 4 differs significantly from the above description. This fragment was executed with an alloy of silver and copper. In addition, it contains zinc (to lower the melting temperature of the silver) as well as elements occurring as contaminants of silver ore – mercury and tin. The examined fragment differs visually from the other parts of the cover. Diverging from the other measuring points, the elemental composition indicates another source of origin of the alloy.

Bibliography

Argenti Fossores et Alli 2013, pp. 233 and 249

Account of the analysis of the elemental composition of the metal cover from the icon *Mother of God of Smolensk*⁷³

Measurement and results elaboration: Anna Klimek
The Laboratory of Analysis and Non-Destructive Investigation of Heritage Objects at the National Museum in Krakow
Date of the report: 27.02.2017

Author/workshop: unknown
Title: *Mother of God of Smolensk*
Owner: National Museum in Krakow
MNK XVIII-577 (Cat. 23)
Genre: icon
Dating: 1844
Dimensions: 27.5 × 23.3 cm

Description of the measurement

The analysis of the elemental composition of the object MNK XVIII-577 was conducted in the non-destructive method of X-Ray fluorescence spectroscopy. The measurements were taken at three points (Fig. 9). The analysis was performed by means of the S1 Titan LE X-ray fluorescence spectrometer (Bruker, Germany) with Rh lamp, U 50 kV, measurement in the air atmosphere; diameter of the measurement spot – 5 mm; time of spectrum accumulation – 60 sec. This was a surface analysis. For the quantitative analysis, the method

⁷³ W publikacji został pominięty obraz widma fluorescencji rentgenowskiej uzyskany dla badanych punktów pomiarowych (przyp. M.P.K.).

⁷³ In the publication, the image of the X-ray fluorescence spectrum obtained for the examined measurement points was omitted (footnote by M.P.K.).

analizy ilościowej wykorzystano metodę obliczeniową parametrów fundamentalnych spektrometru S1 Titan, która powstała na podstawie widm uzyskanych ze współczesnych stopów metali.

of calculating the fundamental parameters of the S1 Titan spectrometer was applied, which was made based on spectra obtained from contemporary alloys.



Punkt pomiarowy dla obiektu MNK XVIII-577 | Measurement point – MNK XVIII-577 (photo P. Frączek)



Wyniki i interpretacja | Results and interpretation

Opis analizowanych punktów

Description of the analysed points	Skład pierwiastkowy [%] Elemental composition [%]			
Nr 1 No. 1	Ag (42.9 ± 0.1%)	Au (40.0 ± 0.1%)	Pb (10.4 ± 0.06%)	Cu, Sn, Fe
Nr 2 No. 2	Ag (39.0 ± 0.1%)	Au (41.6 ± 0.1%)	Pb (9.7 ± 0.05%)	Cu, Sn, Fe
Nr 3 No. 3	Ag (40.0 ± 0.1%)	Au (39.7 ± 0.1%)	Pb (9.7 ± 0.05%)	Cu, Sn, Fe

Data sporządzenia raportu: 24.02.2017 | Date of the report: 24.02.2017

Analiza składu pierwiastkowego wykazała, że okład został wykonany ze stopu srebra (średnio 41%), złota (średnio 40%) i ołowiu (średnio 10%). Wykryto także mniejsze ilości miedzi, cyny i żelaza. Miedź i cyna mogą wystąpić jako zanieczyszczenie w rudach srebra. Obecność żelaza jest związana z zanieczyszczeniami występującymi na powierzchni obiektu.

Analysis of the elemental composition demonstrated that the cover was made of an alloy of silver (average 41%), gold (average 40%), and lead (average of 10%). Smaller amounts of copper, tin, and iron were also detected. Copper and tin may occur as contaminants in silver ore. The presence of iron is related with contaminants occurring on the surface of the object.

Sprawozdanie z analizy składu pierwiastkowego ikony *Zstąpienie do Otchłani* (gr. *Anastasis*)⁷⁴

Pomiary i opracowanie wyników: Anna Klimek
Laboratorium Analiz i Nieniszczących Badań Obiektów
Zabytkowych Muzeum Narodowego w Krakowie
Data sporządzenia raportu: 13.04.2017

Twórca/wytwórnia: nieznany
Tytuł: *Zstąpienie do Otchłani* (gr. *Anastasis*)
Właściciel: Muzeum Narodowe w Krakowie
MNK XVIII-874 (Kat. 34)
Rodzaj: ikona
Datowanie: –
Wymiary: –

Opis pomiaru

W sposób nieinwazyjny metodą spektroskopii fluorescencji rentgenowskiej została wykonana analiza składu pierwiastkowego obiektu MNK XVIII-874. Pomiary wykonano w dwóch punktach (il. 10). Analizy prowadzono za pomocą spektrometru fluorescencji rentgenowskiej S1 Titan LE (Bruker,

Account of the analysis of the elemental composition of the icon *Descent into Limbo* (Gr. *Anastasis*)⁷⁴

Measurement and results elaboration: Anna Klimek
The Laboratory of Analysis and Non-Destructive Investigation of Heritage Objects at the National Museum in Krakow
Date of the report: 13.04.2017

Author/workshop: unknown
Title: *Descent into Limbo* (Gr.: *Anastasis*)
Owner: National Museum in Krakow
MNK XVIII-874 (Cat. 34)
Genre: icon
Dating: –
Dimensions: –

Description of the measurement

The analysis of the elemental composition of the object MNK XVIII-874 was conducted in the non-destructive method of X-Ray fluorescence spectroscopy. The measurements were taken at two points (Fig. 10). The analysis was performed by means of the S1 Titan LE X-ray fluorescence spectrometer



10

Punkty pomiarowe dla obiektu MNK XVIII-874 | Measurement points – MNK XVIII-874

⁷⁴ Widma fluorescencji rentgenowskiej uzyskane dla kolejnych punktów pomiarowych zostały w publikacji pominięte (przyp. M.P.K.).

⁷⁴ The spectra of X-ray fluorescence obtained for the following measurement points were omitted in this publication. They are included in the documentation of the project (footnote by M.P.K.).

Niemcy) przy następujących parametrach: źródło wzbudzenia – lampa Rh, U 50 kV, pomiar w atmosferze powietrza, średnica plamki pomiarowej 5 mm, czas akumulacji widma 30 sek. Jest to analiza powierzchniowa. Do analizy ilościowej wykorzystano metodę obliczeniową parametrów fundamentalnych spektrometru S1 Titan, która powstała na podstawie widm uzyskanych ze współczesnych stopów metali.

(Bruker, Germany) with Rh lamp, U 50 kV, measurement in the air atmosphere; diameter of the measurement spot – 5 mm; time of spectrum accumulation – 30 sec. This was a surface analysis. For the quantitative analysis, the method of calculating the fundamental parameters of the S1 Titan spectrometer was applied, which was worked out on the basis of spectra obtained from contemporary alloys.



10

Wyniki i interpretacja | Results and interpretation

Opis analizowanych punktów

Description of the analysed points

Skład pierwiastkowy [%] | Elemental composition [%]

Opis analizowanych punktów Description of the analysed points	Skład pierwiastkowy [%] Elemental composition [%]				
Nr 1 No. 1	Au (31.9 ± 0.7%)	Ag (26.3 ± 1.0%)	Fe (11.4 ± 0.3%)	As (<LOD)	K, Ca, Mn, Ni, Cu, Sr, Pb
Nr 2 No. 2	Au (27.9 ± 0.7%)	Ag (23.3 ± 1.0%)	Fe (14.6 ± 0.4%)	As (<LOD)	K, Ca, Mn, Ni, Cu, Sr, Pb

Data sporządzenia raportu: 28.03.2017 | Date of the report: 28.03.2017

Analiza składu pierwiastkowego wykazała, że tło ikony zostało pokryte tzw. dwójnikiem – skutymi ze sobą płatkami złota i srebra. Mangan, nikiel oraz arsen występują naturalnie w glinach i pigmentach żelazowych. Potas, wapń i stront pochodzą od warstwy zaprawy kredowej. Śladowe ilości miedzi mogą występować jako zanieczyszczenie złoża srebra.

Analysis of the elemental composition demonstrated that the background of the icon was covered with plaques of gold and silver forged together. Manganese, nickel, and arsenic occur naturally in clays and iron pigments. Potassium, calcium, and strontium come from the layer of chalk ground. Traces of copper may occur as contaminants of silver ore deposit.

Sprawozdanie z analizy składu pierwiastkowego ikony *Matka Boska Eleusa*⁷⁵

Pomiary i opracowanie wyników: Anna Klimek
Laboratorium Analiz i Nieniszczących Badań Obiektów
Zabytkowych Muzeum Narodowego w Krakowie
Data sporządzenia raportu: 04.04.2017

Twórca/wytwórnia: nieznan
Tytuł: *Matka Boska Eleusa*
Właściciel: Muzeum Narodowe w Krakowie
MNK ND-11250 (Kat. 21)
Rodzaj: ikona
Datowanie: XVII w.
Wymiary: 70,7 × 57 cm

Opis pomiaru

W sposób nieinwazyjny metodą spektroskopii fluorescencji rentgenowskiej została wykonana analiza składu pierwiastkowego obiektu MNK ND-11250. Pomiary wykonano

Account of the analysis of the elemental composition of the icon *Mother of God Eleusa*⁷⁵

Measurement and results elaboration: Anna Klimek
The Laboratory of Analysis and Non-Destructive Investigation of Heritage Objects at the National Museum in Krakow
Date of the report: 04.04.2017

Author/workshop: unknown
Title: *Mother of God Eleusa*
Owner: National Museum in Krakow
MNK ND-11250 (Cat. 21)
Genre: icon
Dating: 17th c.
Dimensions: 70.7 × 57 cm

Description of the measurement

The analysis of the elemental composition of the object MNK ND-11250 was conducted in the non-destructive method of X-Ray fluorescence spectroscopy. The measurements were

⁷⁵ Widma fluorescencji rentgenowskiej uzyskane dla kolejnych punktów pomiarowych zostały w publikacji pominięte (przyp. M.P.K.).

⁷⁵ Spectra of X-ray fluorescence obtained for the following measurement points were omitted in the present publication (footnote by M.P.K.).

w trzech punktach (il. 11). Analizy prowadzono za pomocą spektrometru fluorescencji rentgenowskiej S1 Titan LE (Bruker, Niemcy) przy następujących parametrach: źródło wzbudzenia – lampa Rh, U 50 kV, pomiar w atmosferze powietrza, średnica plamki pomiarowej 5 mm, czas akumulacji widma 30 sek. Jest to analiza powierzchniowa. Do analizy ilościowej wykorzystano metodę obliczeniową parametrów fundamentalnych spektrometru S1 Titan, która powstała na podstawie widm uzyskanych ze współczesnych stopów metali.

taken at three points (Fig. 11). The analysis was performed by means of the S1 Titan LE X-ray fluorescence spectrometer (Bruker, Germany) with Rh lamp, U 50 kV, measurement in the air atmosphere; diameter of the measurement spot – 5 mm; time of spectrum accumulation – 30 sec. This was a surface analysis. For the quantitative analysis, the method of calculating the fundamental parameters of the S1 Titan spectrometer was applied, which was made based on spectra obtained from contemporary alloys.

Analysis of the elemental composition demonstrated



Punkt pomiarowy dla obiektu MNK ND-11250 | Measurement point – MNK ND-11250

Analiza składu pierwiastkowego wykazała, że tło ikony zostało pokryte złotem położonym na pulmencie. Występują również śladowe ilości miedzi. Mangan oraz nikiel występują naturalnie w glinkach i pigmentach żelazowych. Potas, wapń i stront pochodzą od warstwy zaprawy kredowej.

that the background of the icon was covered with gold laid on bole. Also detected were traces of copper. Manganese and nickel occur naturally in clays and iron pigments. Potassium, calcium, and strontium come from the layer of chalk ground.



Wyniki i interpretacja | Results and interpretation

Opis analizowanych punktów Description of the analysed points	Skład pierwiastkowy [%] Elemental composition [%]				
Nr 1 No. 1	Fe (35.3 ± 0.6%)	Au (23.3 ± 0.9%)	Pb (5.6 ± 0.3%)	Cu (<LOD)	K, Ca, Ni, Hg, Sr
Nr 2 No. 2	Fe (27.4 ± 0.7%)	Au (10.7 ± 0.6%)	Pb (13.5 ± 0.6%)	K, Ca, Mn, Ni, Cu, Sr	
Nr 3 No. 3	Fe (30.1 ± 0.5%)	Au (42.9 ± 0.6%)	Pb (2.8 ± 0.1%)	Cu (<LOD)	K, Ca, Mn, Ni, Sr

5

Zestawienie zbiorcze punktów pomiarowych i raportów badawczych Summary of Measurement Locations and Study Reports

5.1

Miejsca pobrań próbek z ikon Locations of Samples from the Icons

Dominika Tarsińska-Petruk

Pracownia Konserwacji Malarstwa i Rzeźby w Pałacu Biskupa Erazma Ciołka – Muzeum Narodowe w Krakowie
Date sporządzenia raportu: 21.11.2016

Legenda:

P – przekrój poprzeczny, próbka do badań metodą SEM EDX; **D** – próbka drewna do badań dendrologicznych; **Z_g** – próbka do badań zespołów nannoplanktonu wapiennego; **Z_xrd** – próbka zaprawy do badań metodą dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego (XRPD); **D_d** – badania dendrochronologiczne; **○** – obszary zdjęć w dużych powiększeniach (10x–50x).

Wyznaczenie miejsc i pobranie przekrojów poprzecznych (P), próbek pruszkowych (D, Z_g, Z_xrd) oraz fotografie w dużych powiększeniach wykonała Dominika Tarsińska-Petruk.

Dominika Tarsińska-Petruk

Painting and Sculpture Conservation Studio at The Bishop Erazm Ciołek Palace – National Museum in Krakow
Date of the report: 21.11.2016

Key:

P – cross-section, sample for testing in SEM EDX method; **D** – wood sample for dendrological testing; **Z_g** – sample for testing of calcareous nannoplankton assemblages; **Z_xrd** – ground sample for testing with the X-ray diffraction method (XRPD); **D_d** – dendrochronological testing; **○** – pictures of areas at high magnification (10x–50x).

Dominika Tarsińska-Petruk was responsible for the selection of areas and extraction of cross-sections (P) and powder samples (D, Z_g, Z_xrd) and the execution of high magnification photographs.

 1

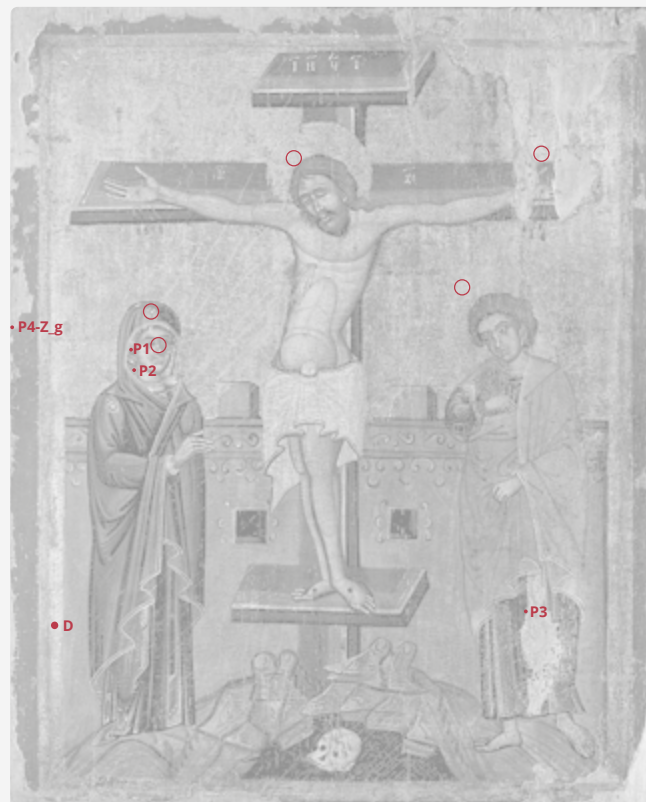
Lokalizacja punktów badawczych dla ikony *Archanioł Michał ze scenami cudów* (MNK XVIII-3, Kat. 14)

Location of testing areas for the icon *Archangel Michael with Scenes of His Miracles* (MNK XVIII-3; Cat. 14)


 2

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Ukrzyżowanie* (MNK XVIII-4, Kat. 31)

Location of testing areas for the icon *Crucifixion* (MNK XVIII-4; Cat. 31)



3

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony Św. Jerzy zwyciężający smoka (MNK XVIII-5, Kat. 45)

Location of testing areas for the icon *St George Slaying the Dragon* (MNK XVIII-5; Cat. 45)



4

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony Św. Mikołaj (MNK XVIII-6, Kat. 47)

Location of testing areas for the icon *St Nicholas* (MNK XVIII-6; Cat. 47)



5

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Murem jesteś obronnym dla dziewic (XIX strofa Akatysty Bogurodzicy)* (MNK XVIII-7, Kat. 25)

Location of the testing areas for the icon *You Are a Fortress Protecting All Virgins (Stanza 19 of The Akathist Hymn to the Theotokos)* (MNK XVIII-7; Cat. 25)



6

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Sąd Ostateczny* (MNK XVIII-10, Kat. 38)

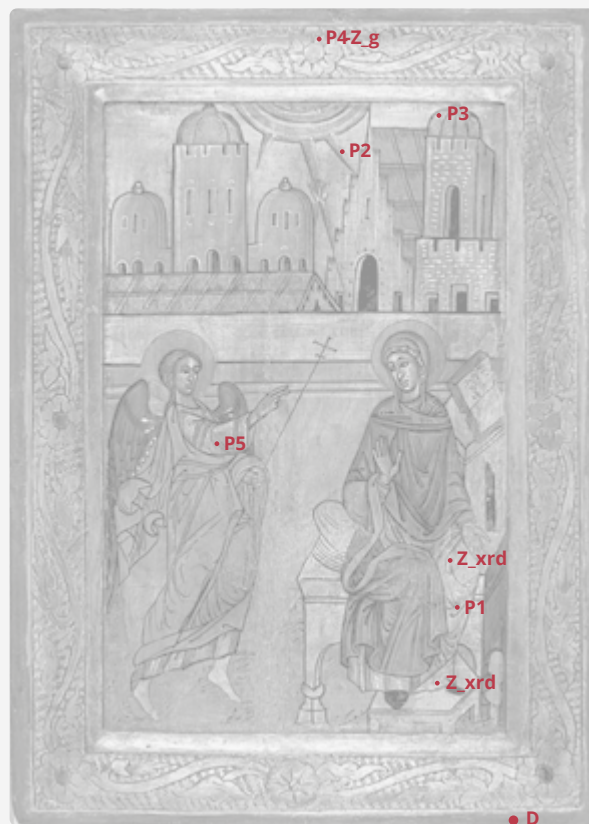
Location of the testing areas for the icon *The Last Judgement* (MNK XVIII-10; Cat. 38)



7

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Zwiastowanie* (MNK XVIII-14, Kat. 27)

Location of testing areas for the icon *Annunciation* (MNK XVIII-14; Cat. 27)



8

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Narodzenie Chrystusa* (MNK XVIII-15, Kat. 28)

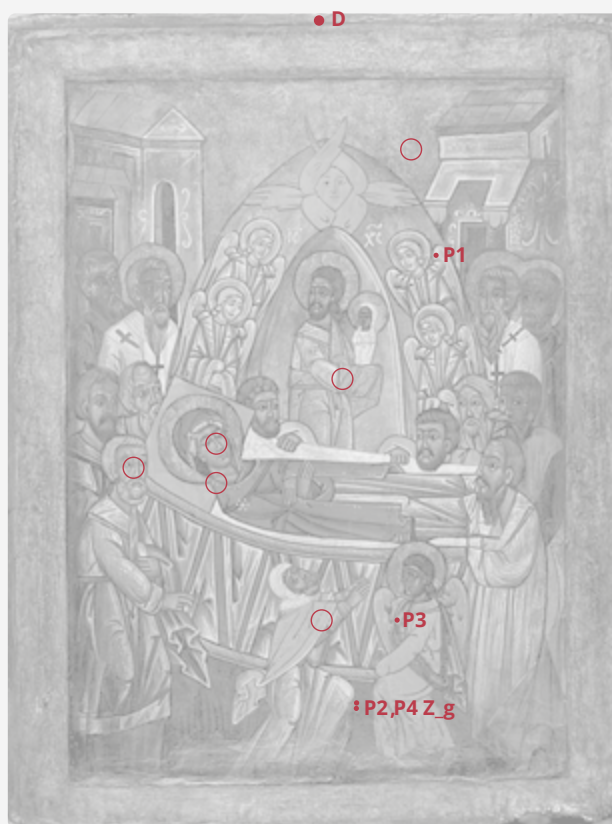
Location of testing areas for the icon *Nativity* (MNK XVIII-15; Cat. 28)



 9

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Zaśnięcie Bogurodzicy* (MNK XVIII-19, Kat. 36)

Location of testing areas for the icon *Dormition of the Mother of God* (MNK XVIII-19; Cat. 36)


 10

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Św. Paraskewa i św. Teodozja* (MNK XVIII-20, Kat. 49)

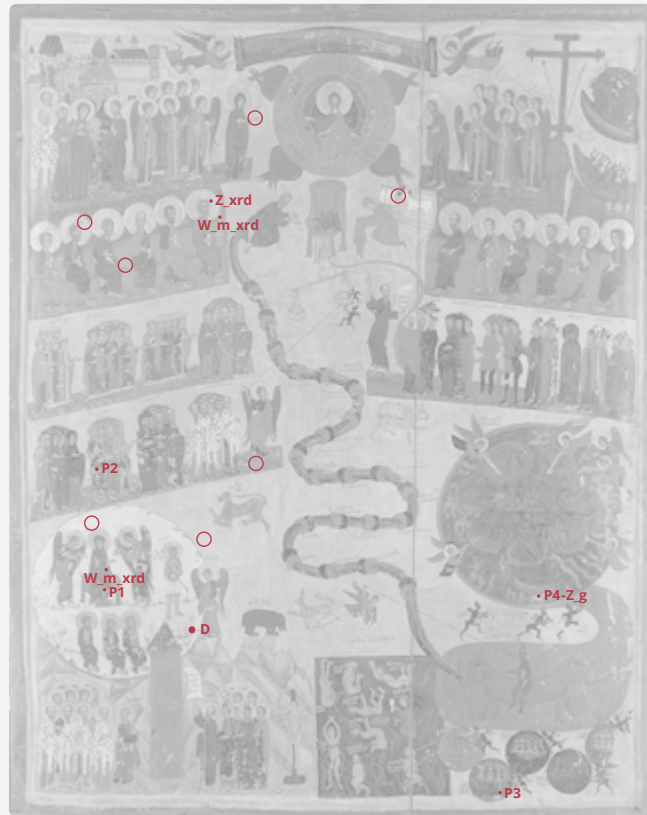
Location of testing areas for the icon *St Paraskeva and St Theodosia* (MNK XVIII-20; Cat. 49)



11

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Sąd Ostateczny* (MNK XVIII-25, Kat. 37)

Location of testing areas for the icon *The Last Judgement* (MNK XVIII-25; Cat. 37)



12

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Św. Jan Chrzciciel i św. Paweł* (MNK XVIII-26, Kat. 10)

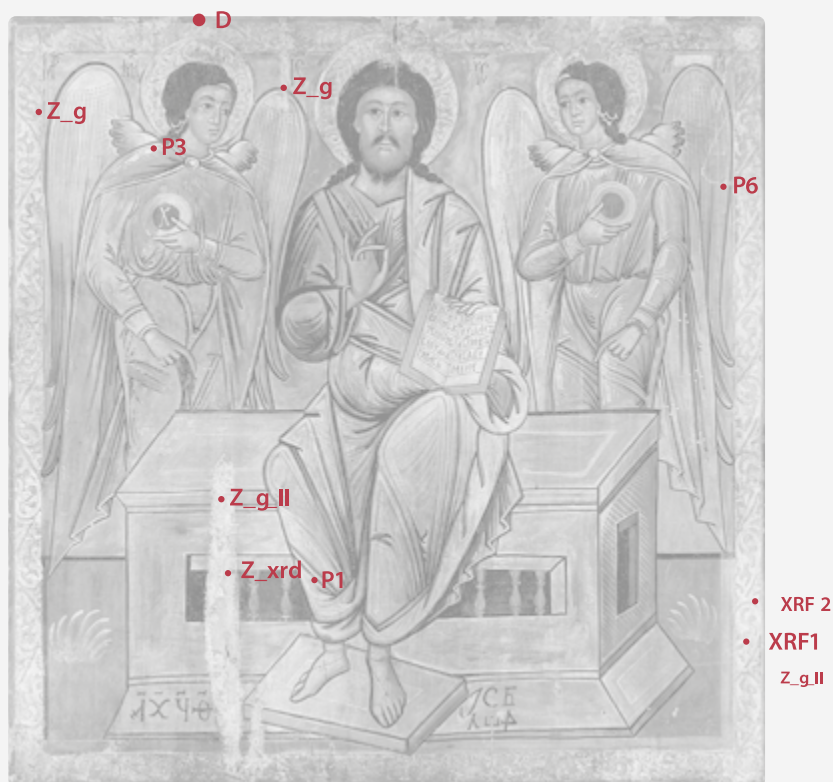
Location of testing areas for the icon *St John the Baptist and St Paul* (MNK XVIII-26; Cat. 10)



13

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Chrystus Pantokrator z archaniołami* (MNK XVIII-27, Kat. 9)

Location of testing areas for the icon *Christ Pantocrator and Archangels* (MNK XVIII-27; Cat. 9)



14

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Hodegetria w otoczeniu archaniołów, apostołów oraz Joachima i Anny* (MNK XVIII-28, Kat. 19)

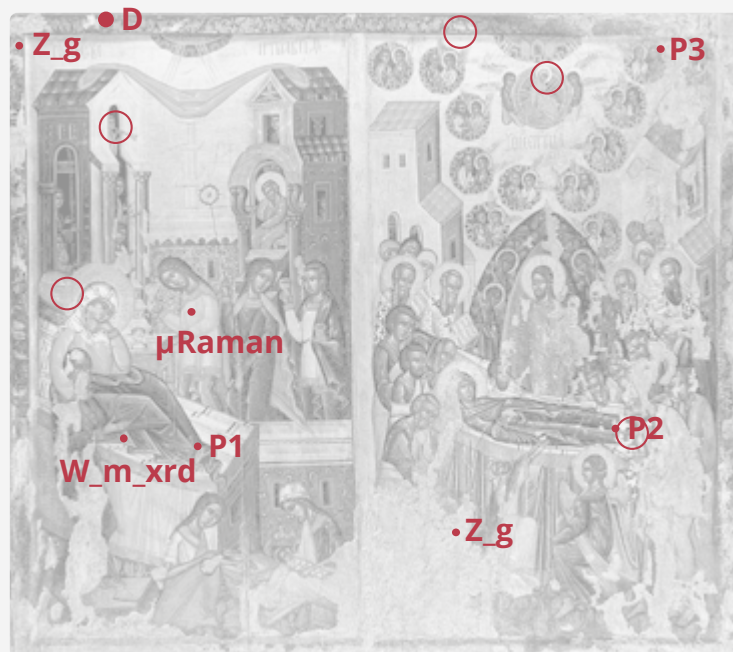
Location of testing areas for the icon *Mother of God Hodegetria Surrounded by Archangels, Apostles, and Joachim and Anne* (MNK XVIII-28; Cat. 19)



15

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Narodzenie i Zaśnięcie Bogurodzicy* (MNK XVIII-29, Kat. 26)

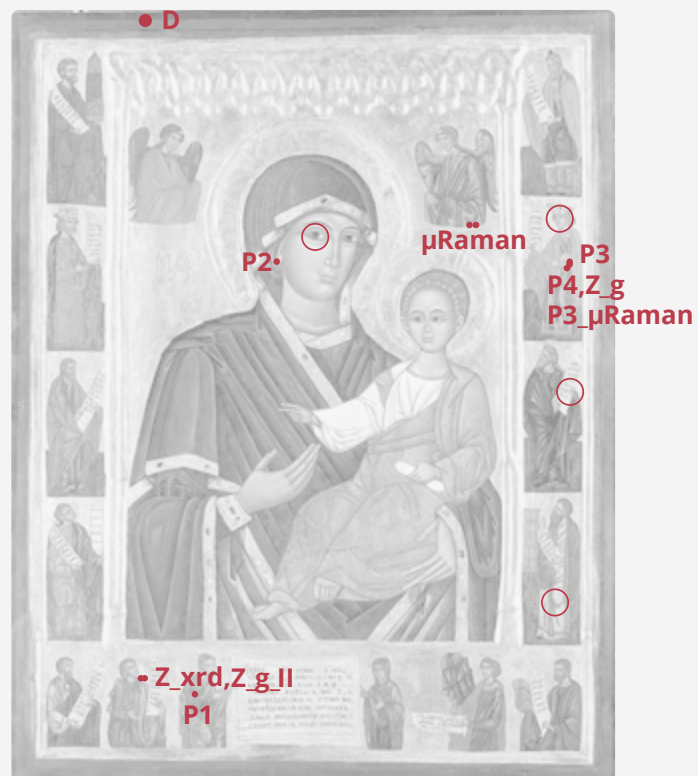
Location of testing areas for the icon *Birth and Dormition of the Mother of God* (MNK XVIII-29; Cat. 26)



16

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Hodegetria w otoczeniu archaniołów, proroków oraz Joachima i Anny* (MNK XVIII-30, Kat. 17)

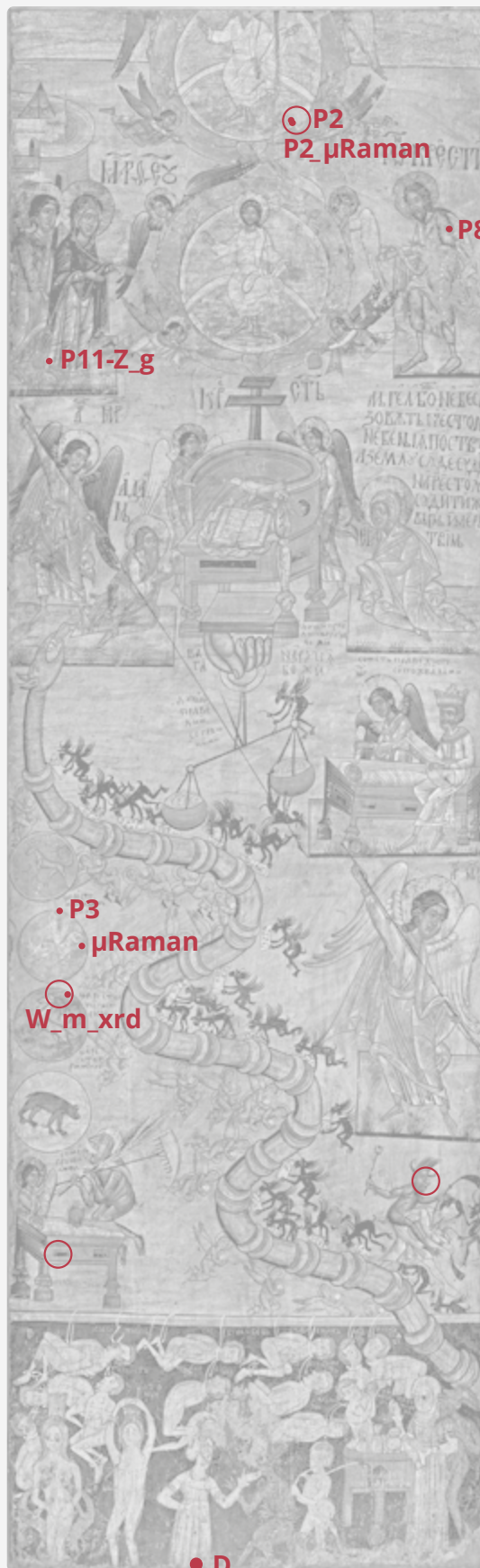
Location of testing areas for the icon *Hodegetria Surrounded by Archangels, Prophets, and Joachim and Anne* (MNK XVIII-30; Cat. 17)



17

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Sąd Ostateczny* (część środkowa) (MNK XVIII-32, Kat. 39)

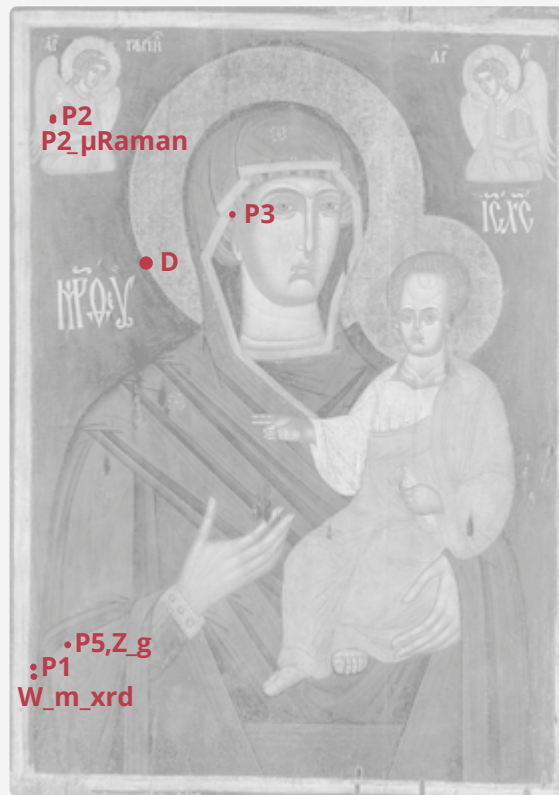
Location of testing areas for the icon *The Last Judgement* (central part), (MNK XVIII-32; Cat. 39)



18

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Hodegetria w otoczeniu archaniołów* (MNK XVIII-45, Kat. 15)

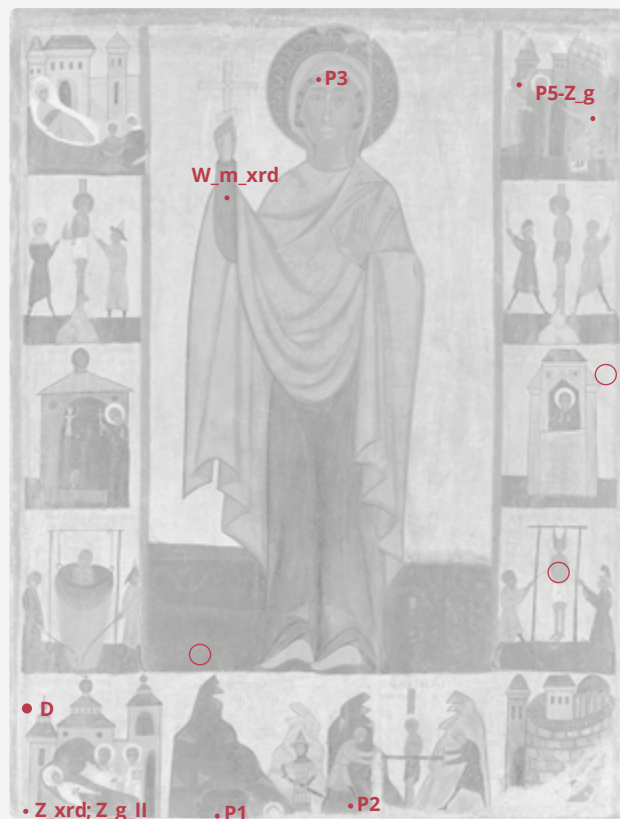
Location of testing areas for the icon *Hodegetria Surrounded by Archangels* (MNK XVIII-45; Cat. 15)



19

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Św. Paraskewa ze scenami żywota i pasji* (MNK XVIII-57, Kat. 48)

Location of testing areas for the icon *St Paraskeva with Scenes from Her Life and Passion* (MNK XVIII-57; Cat. 48)



20

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony Św. Jerzy zwyciężający smoka (MNK XVIII-58, Kat. 44)

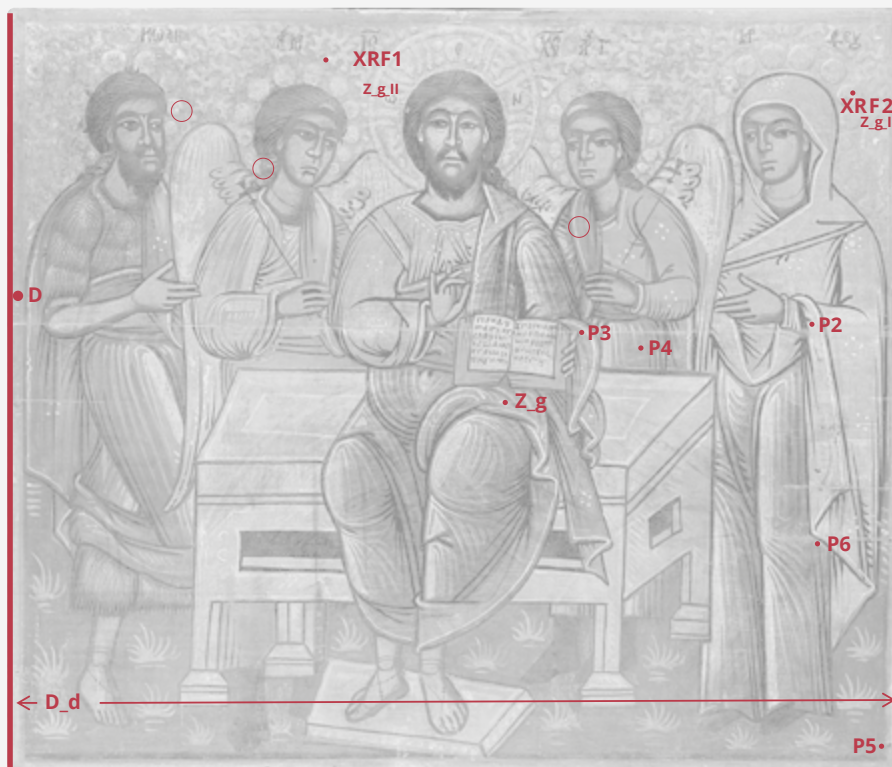
Location of testing areas for the icon *St George Slaying the Dragon* (MNK XVIII-58; Cat. 44)



21

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony Deesis: Chrystus Pantokrator z Matką Boską, św. Janem Chrzcicielem i archaniołami (MNK XVIII-62, Kat. 8)

Location of testing areas for the *Deesis Icon: Christ Pantocrator with the Mother of God, St John the Baptist, and Archangels* (MNK XVIII-62; Cat.8)



22

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Chrystus Pantokrator w Chwale* (MNK XVIII-64, Kat. 4)

Location of testing areas for the icon *Christ Pantocrator in Majesty* (MNK XVIII-64; Cat. 4)



23

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Mandylion – Oblicze Chrystusa na chuście*, obraz „Nie ręką uczyniony” z archaniołami Michałem i Gabrielem (?) (MNK XVIII-68, Kat. 2)

Location of testing areas for the icon *Mandylion – Image of Christ on the Veil*, Icon ‘Not made by hands’ with Archangels Michael and Gabriel (?) (MNK XVIII-68; Cat. 2)



24

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Mandylion* – *Oblicze Chrystusa na chuście*, obraz „*Nie ręką uczyniony*” z archaniołami Urielem i Rafałem (MNK XVIII-71, Kat. 1)

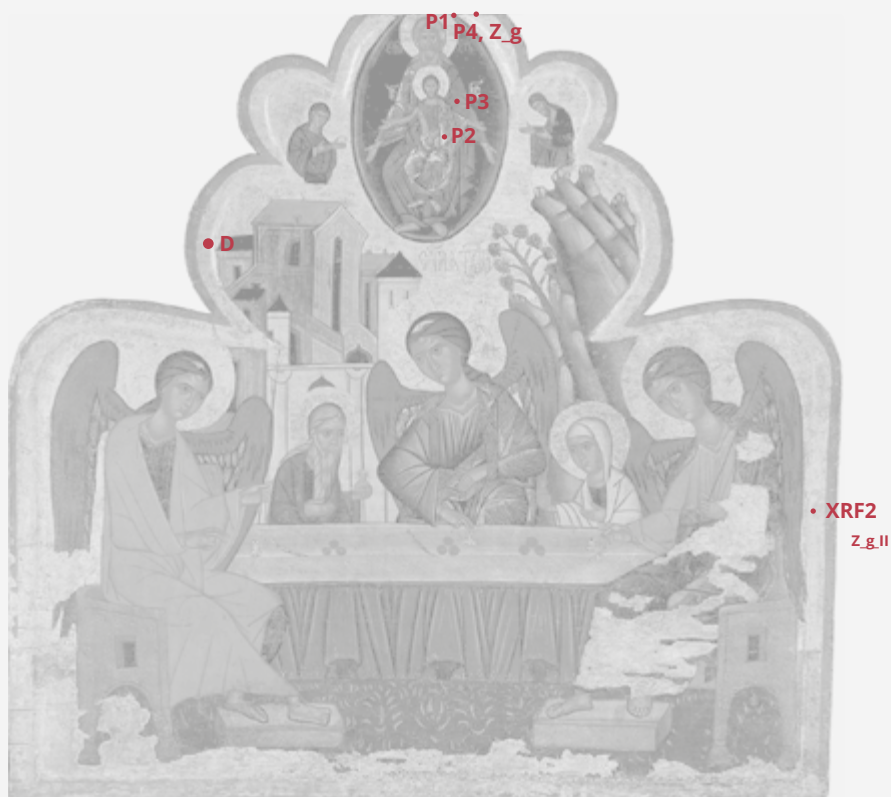
Location of testing areas for the icon *Mandylion* – *Image of Christ on the Veil*, Icon 'Not made by hands' with Archangels Uriel and Raphael (MNK XVIII-71; Cat. 1)



25

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Trójca Święta* (MNK XVIII-87, Kat. 40)

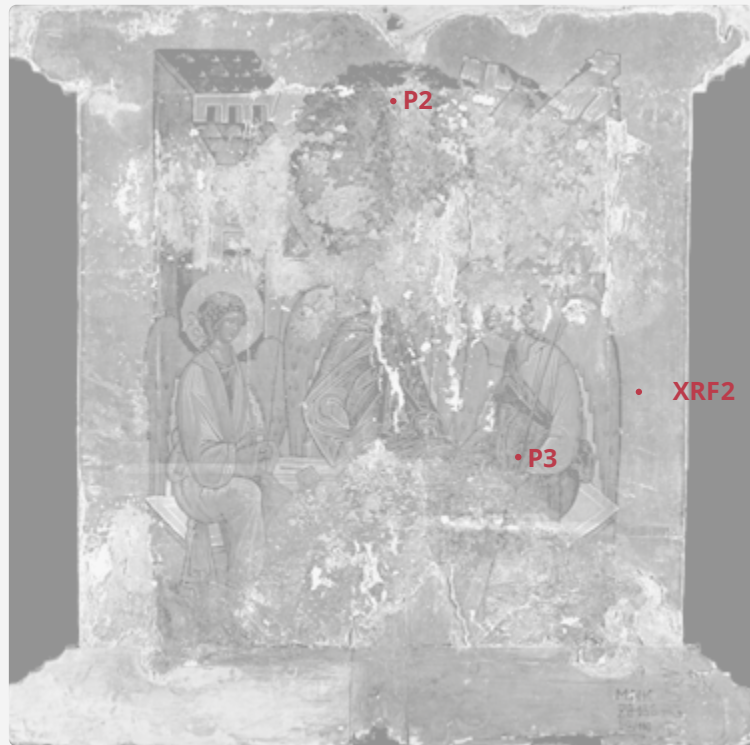
Location of testing areas for the icon *The Holy Trinity* (MNK XVIII-87; Cat. 40)



26a

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Trójca Święta / Matka Boska Znak* (MNK XVIII-110, Kat. 41)

Location of testing areas for the icon *The Holy Trinity / Our Lady of the Sign* (reverse) (MNK XVIII-110; Cat. 41)



26b

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Trójca Święta / Matka Boska Znak* (MNK XVIII-110, Kat. 41)

Location of testing areas for the icon *The Holy Trinity / Our Lady of the Sign* (MNK XVIII-110; Cat. 41)



27

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Archanioł Gabriel i św. Piotr* (MNK XVIII-111, Kat. 7)

Location of testing areas for the icon *Archangel Gabriel and St Peter* (MNK XVIII-111; Cat. 7)



28

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Prorok Eliasz* (MNK XVIII-112, Kat. 42)

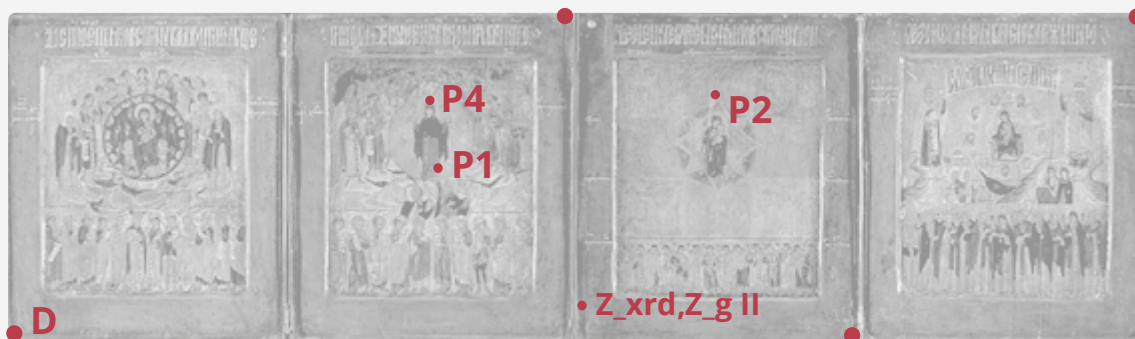
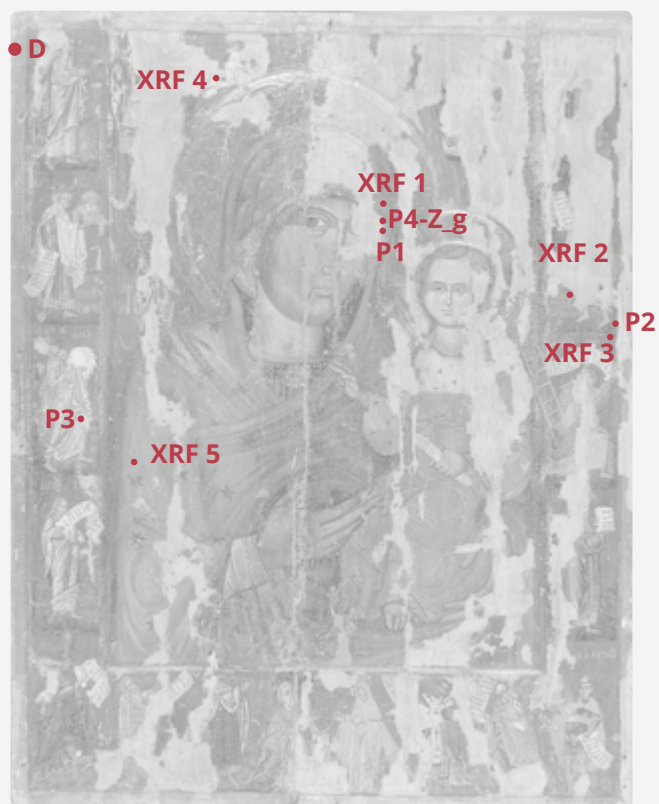
Location of testing areas for the icon *Prophet Elijah* (MNK XVIII-112; Cat. 42)



29

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Hodegetria w otoczeniu archaniołów, proroków, Joachima i Anny oraz hymnografów* (MNK XVIII-123, Kat. 18)

Location of testing areas for the icon *Hodegetria Surrounded by Archangels, Prophets, Joachim and Anne and Hymnographers* (MNK XVIII-123; Cat. 18)



30a

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Godne jest* (tetraptyk) (MNK XVIII-130c, Kat. 24)

Location of testing areas for the icon *It Is Truly Meet* (tetraptych) (MNK XVIII-130c; Cat. 24)



30b

Miejsce pobrania próbki dla ikony *Godne jest* (tetraptyk) (MNK XVIII-130c, Kat. 24):

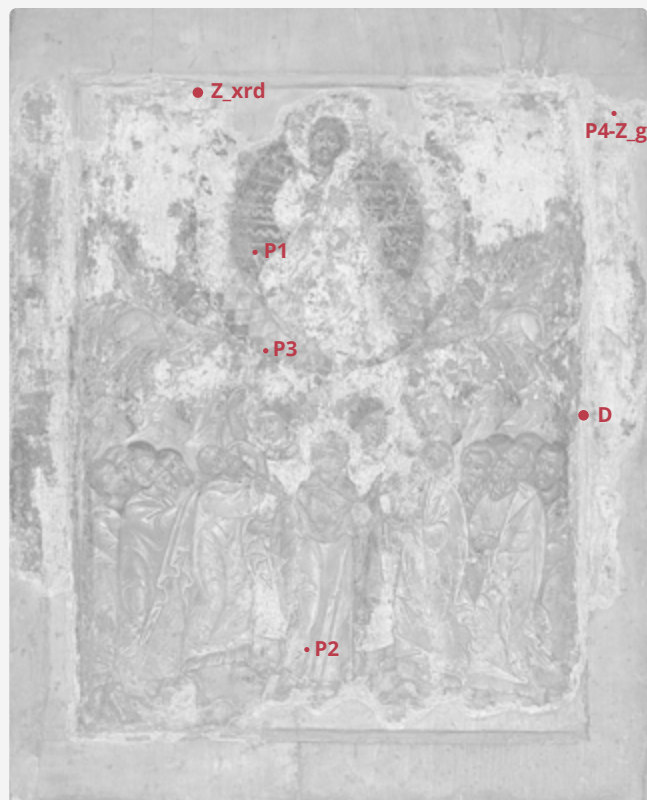
A – lewy dolny narożnik kwatery; B – prawy dolny narożnik kwatery;
C – prawy górny narożnik kwatery; D – prawy górny narożnik kwatery

Location of sampling for the icon *It Is Truly Meet* (tetraptych) (MNK XVIII-130c;
Cat. 24): A – left bottom corner of the quarter; B – right bottom corner of the quarter;
C – right top corner of the quarter; D – right top corner of the quarter

31

Lokalizacja obszarów
badawczych dla ikony
*Wniebowstąpienie
Pańskie* (MNK
XVIII-183, Kat. 35)

Location of testing
areas for the icon
Ascension (MNK
XVIII-183; Cat. 35)



32

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Narodzenie Chrystusa* (MNK XVIII-186, Kat. 29)

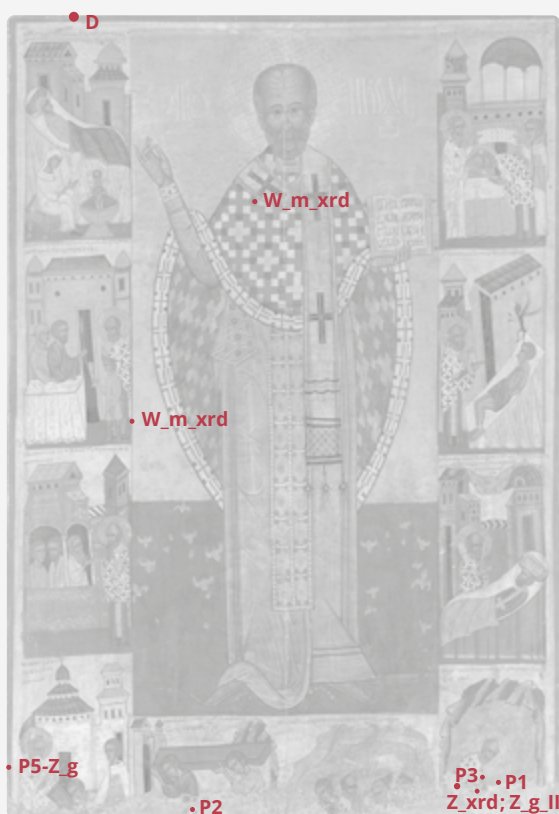
Location of testing areas for the icon *Nativity* (MNK XVIII-186; Cat. 29)



33

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Św. Mikołaj ze scenami żywota i cudów* (MNK XVIII-192, Kat. 46)

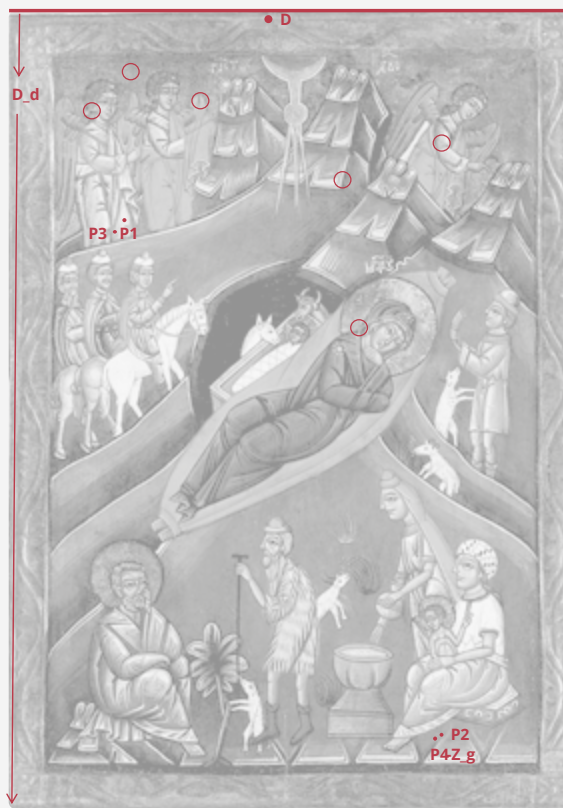
Location of testing areas for the icon *St Nicholas with Scenes from His Life and Miracles* (MNK XVIII-192; Cat. 46)



34

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Narodzenie Chrystusa* (MNK XVIII-245, Kat. 30)

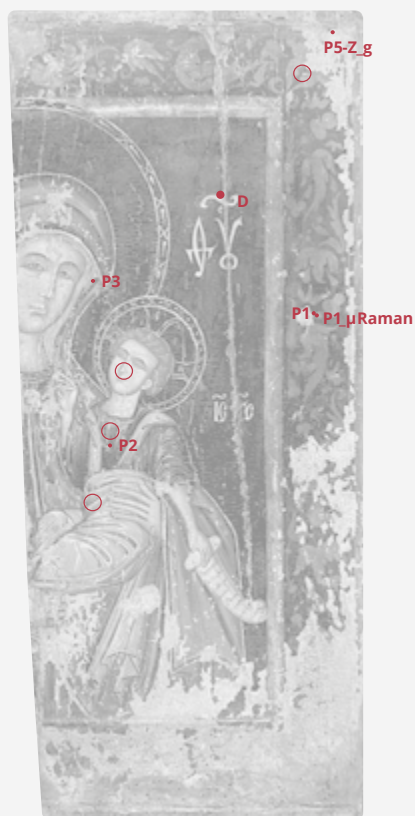
Location of testing areas for the icon *Nativity* (MNK XVIII-245; Cat. 30)



35

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Matka Boska z Emanuelem* (fragment) (MNK XVIII-337, Kat. 22)

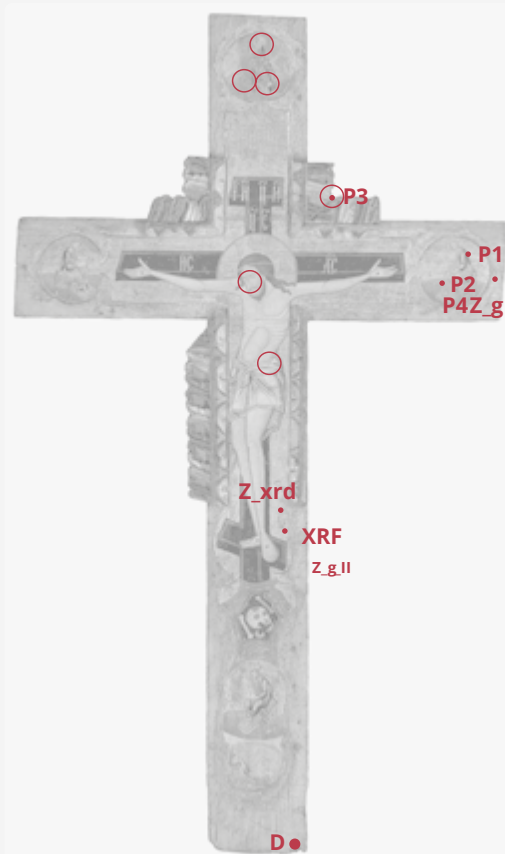
Location of testing areas for the icon *Mother of God with Immanuel* (fragment) (MNK XVIII-337; Cat. 22)



36

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Ukrzyżowanie* (MNK XVIII-346, Kat. 32)

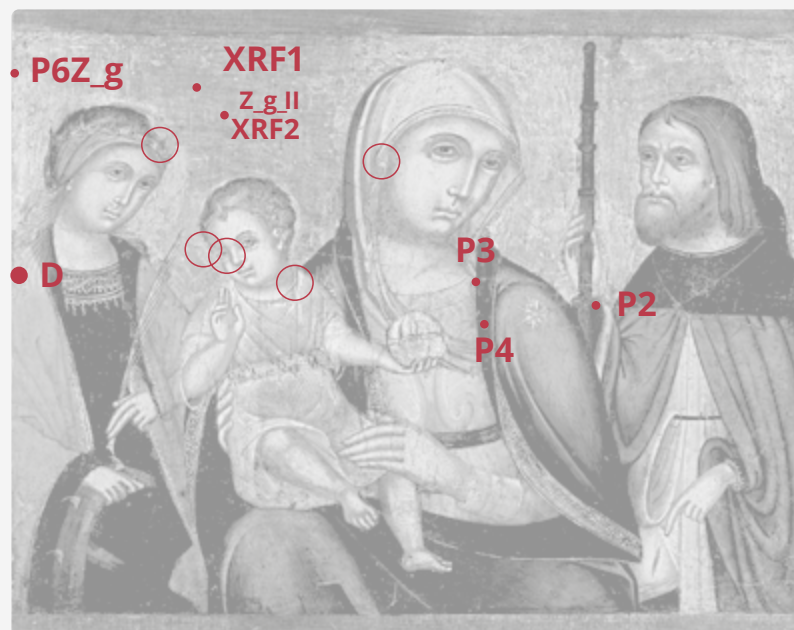
Location of testing areas for the icon *Crucifixion* (MNK XVIII-346; Cat. 32)



37

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Święta rozmowa* (MNK XVIII-396, Kat. 20)

Location of testing areas for the icon *Holy Conversation* (MNK XVIII-396; Cat. 20)



38

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Chrystus Pantokrator* (MNK XVIII-402, Kat. 5)

Location of testing areas for the icon *Christ Pantocrator* (MNK XVIII-402; Cat. 5)



39

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Mandylion – Oblicze Chrystusa na chuście*, obraz „Nie ręką uczyniony” z archaniołami *Gabrielem i Michałem* (MNK XVIII-452, Kat. 3)

Location of testing areas for the icon *Mandylion – Image of Christ on the Veil*, Icon ‘Not made by hands’ (Gr. Acheiropoietos) with Archangels *Gabriel and Michael* (MNK XVIII-452; Cat. 3)

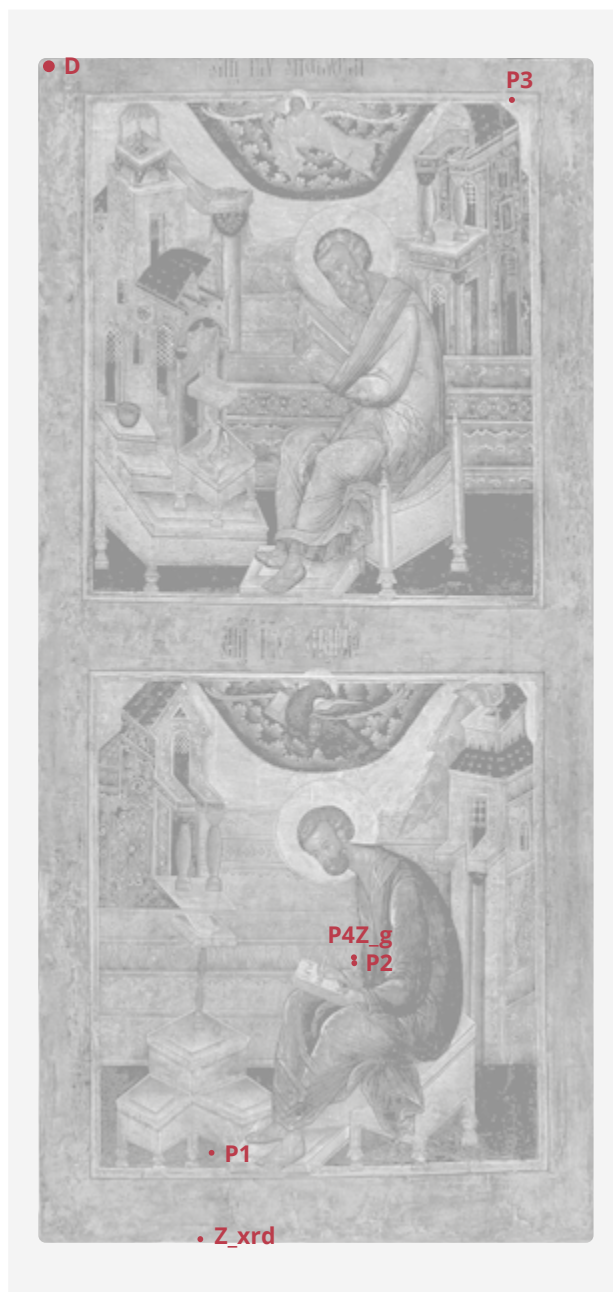




📷 40

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Ewangeliści św. Jan i św. Łukasz* (skrzydło bramy królewskiej ikonostasu) (MNK XVIII-533, Kat. 12)

Location of testing areas for the icon *Evangelists St John and St Luke* (from the Royal Doors of the iconostasis) (MNK XVIII-533; Cat. 12)



📷 41

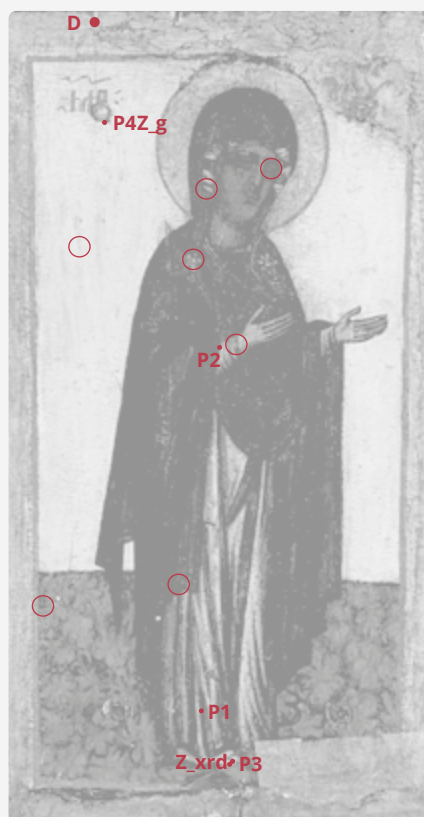
Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Ewangeliści św. Mateusz i św. Marek* (MNK XVIII-534, Kat. 13)

Location of testing areas for the icon *Evangelists St Matthew and St Mark* (MNK XVIII-534; Cat. 13)

42

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Matka Boska* (MNK XVIII-574, Kat. 6)

Location of testing areas for the icon *Mother of God* (MNK XVIII-574; Cat. 6)



43a

Miejsca pobrania próbek do badań zaprawy XRPD dla ikony *Św. Antoni Rzymski* (MNK XVIII-575, Kat. 50)

Próbka zaprawy 1

Przy otworze po gwoździu i niebieskim (?) tle; cienka i szara zaprawa z widocznymi nitkami tkaniny

Próbka zaprawy 2

Przy otworze po gwoździu; biała zaprawa (1,5–2 mm), być może gipsowa (?), wtórna (?)

Próbka zaprawy 3

Szara zaprawa (do 1 mm), twarda (pierwotna?) z bielą sukienki Dzieciątka

Sampling points for XRPD testing of the ground for the icon *St Anthony of Rome* (MNK XVIII-575; Cat. 50)

Ground sample no. 1

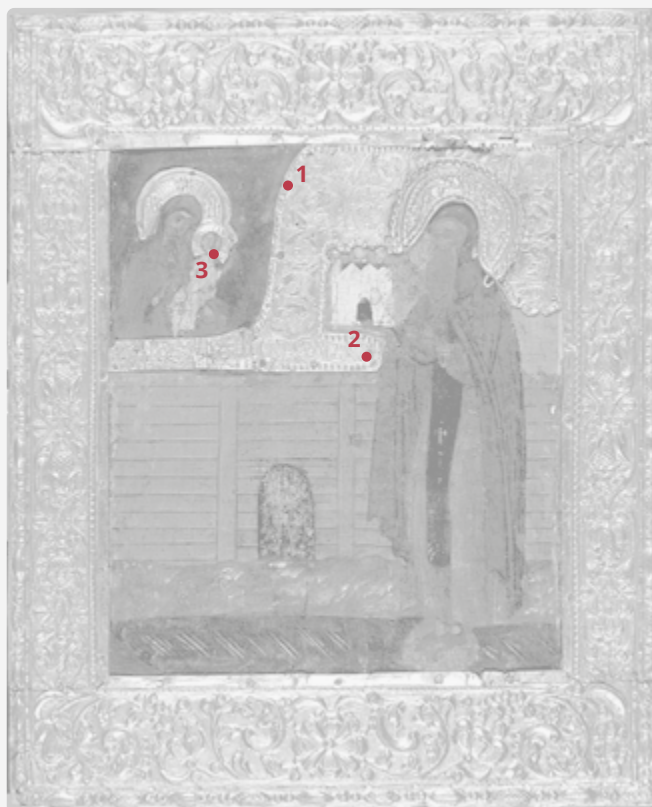
By the nail hole and blue (?) background; thin and grey ground with apparent cloth threads

Ground sample no. 2

By the nail hole; white ground (1.5–2 mm), possibly gypsum (?), secondary (?)

Ground sample no. 3

Grey ground (up to 1 mm), hard (original?) with the white of the Holy Child's dress



43b

Miejsca pobrania próbek szlifów bocznych dla ikony *Św. Antoni Rzymski* (MNK XVIII-575, Kat. 50):
1, 2 – tło przy głowie Matki Boskiej;
3 – suknia św. Antoniego; 4 – woda (?)
u dołu ikony

Location of embedded cross-section samples for the icon *St Anthony of Rome* (MNK XVIII-575; Cat. 50):
1, 2 – background by Mary's head;
3 – St Anthony's robe; 4 – water (?)
at the bottom of the icon



44a

Miejsce pobrania szlifów bocznych do badania SEM dla ikony *Matka Boska Smoleńska* (MNK XVIII-577, Kat. 23):
1 – błękit z kobaltem, 2 – błękit z sukni na przedramieniu, 3 – podrysowanie, 4 – złoto w asystkach, 5 – złoto, 7 – złoto

Location of embedded cross-section samples for SEM examination for the icon *Mother of God of Smolensk*, MNK XVIII-577; Cat. 23):
1 – azure with cobalt; 2 – azure of the dress on the forearm; 3 – underdrawing; 4 – gold in the assists; 5 – gold; 7 – gold



44b

Miejsca pobrania próbek zapraw do badania XRPD dla ikony *Matka Boska Smoleńska* (MNK XVIII-577, Kat. 23)
Próbka zaprawy 1

Wtórna (?) zaprawa z części tła w kolorze złotym; po formie widoczna różnica wysokości pomiędzy tłem a postacią, obok dodatkowo założono uzupełniający kit konserwatorski

Próbka zaprawy 2

Żółta zaprawa, pod nią tkanina

Próbka zaprawy 3

Szara, cienka (1–1,5 mm) zaprawa kredowa (?)

Sampling points for XRPD ground examination for the icon *Mother of God of Smolensk* (MNK XVIII-577; Cat. 23)

Ground sample no. 1

Secondary (?) ground from the golden part of the background; a visible level difference between the background and the figure; conservation putty has been applied beside

Ground sample no. 2

Yellow ground, cloth beneath it

Ground sample no. 3

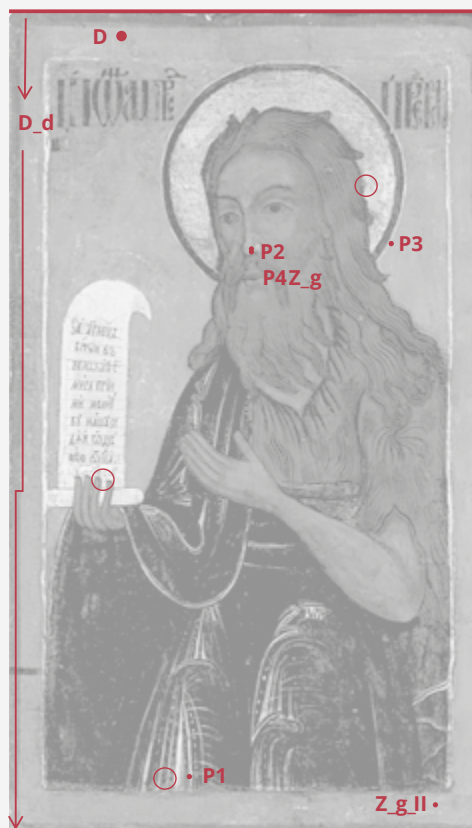
Grey, thin (1–1.5 mm) chalk ground (?)



45

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Św. Jan Chrzciciel* (MNK XVIII-591, Kat. 11)

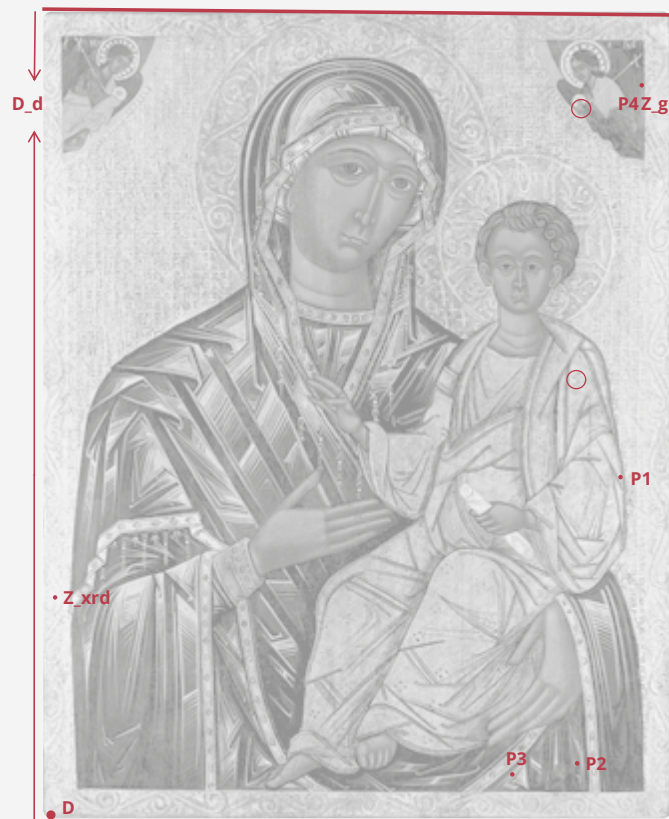
Location of the testing areas for the icon *St John the Baptist* (MNK XVIII-591; Cat. 11)



46

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Hodegetria w otoczeniu archaniołów* (MNK XVIII-636, Kat. 16)

Location of the testing areas for the icon *Hodegetria Surrounded by Archangels* (MNK XVIII-636; Cat. 16)



47

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Święci lekarze Kosma i Damian* (MNK XVIII-871, Kat. 43)

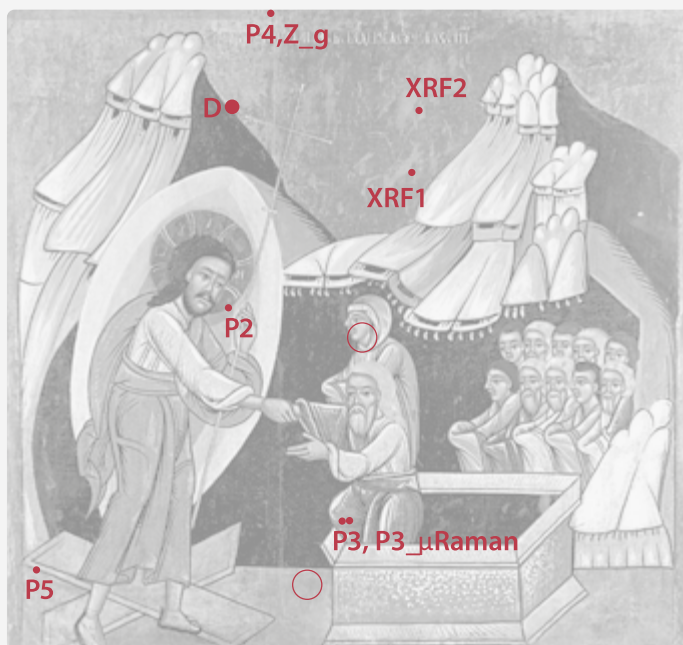
Location of the testing areas for the icon *Physician Saints Cosmas and Damian* (MNK XVIII-871; Cat. 43)



48

Lokalizacja punktów badawczych dla ikony *Zstąpienie do Otchłani* (gr. *Anastasis*), MNK XVIII-874, Kat. 34)

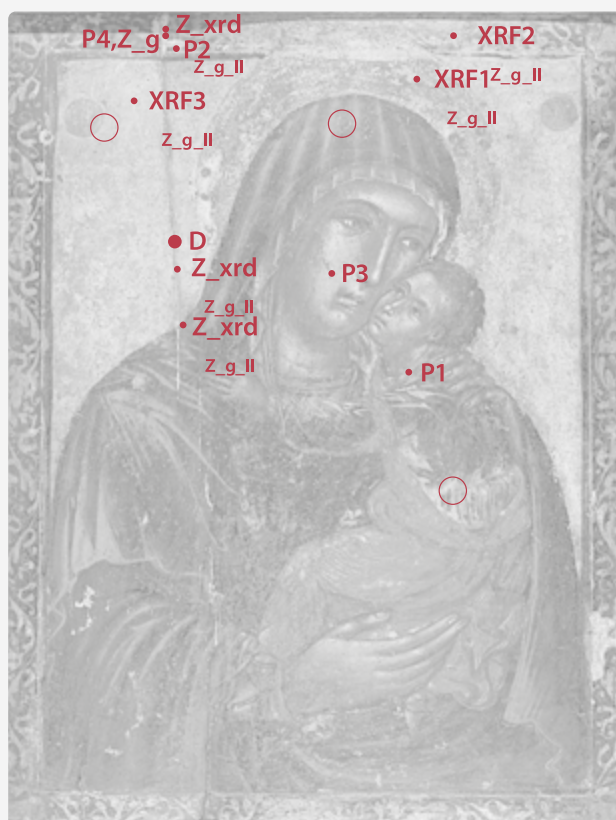
Location of the testing areas for the icon *Descent into Limbo* (Gr. *Anastasis*), MNK XVIII-874; Cat. 34)



49

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Matka Boska Eleusa* (MNK ND-11250, Kat. 21)

Lokalizacja obszarów badawczych dla ikony *Matka Boska Eleusa* (MNK ND-11250, Kat. 21)



5.2

Zestawienie zbiorcze warstw technologicznych ikon Summary of the Technological Layers of the Icons

Dominika Tarsińska-Petruk
Pracownia Konserwacji Malarstwa i Rzeźby
w Pałacu Biskupa Erazma Ciołka
Muzeum Narodowe w Krakowie
Data sporządzenia raportu: 02.08.2017

Dominika Tarsińska-Petruk
Painting and Sculpture Conservation Studio
at The Bishop Erazm Ciołek Palace
The National Museum in Krakow
Date of the report: 02.08.2017

Wykonane poniżej zestawienie ma na celu usystematyzowanie wiedzy na temat składu materiałów użytych do wykonania warstw technologicznych ikon będących przedmiotem Projektu i powstało na podstawie wyników analiz chemicznych [Rap. 3.2; 4.4], fizycznych [Rap. 4.5; 4.7], geologicznych [Rap. 3.1], dendrologicznych [Rap. 2.1] i dendrochronologicznych [Rap. 2.3], a także na podstawie fotografii w świetle widzialnym, światłach analitycznych [Rap. 1.1] i fotografii w dużych powiększeniach [Aneks 7]. W tabeli zostały zacytowane wyniki poszczególnych badań: geologiczne, chemiczne i fizyczne (XRPD, SEM EDS, XRF-punktowe), z kolei analiza tkaninowego wzmocnienia, liczby warstw zaprawy, warstwy przygotowawczej: grawerunków i rysunków przygotowawczych, rozkładu pierwiastkowego warstw zaprawy i warstwy malarskiej (mapy XRF) oraz podsumowanie zostały wykonane przez Dominikę Tarsińską-Petruk. Podsumowanie końcowe zostało wykonane na podstawie całości zgromadzonej dokumentacji oraz obserwacji ikon w dużych powiększeniach (10x–50x)⁷⁶.

The compilation presented on the following pages is aimed at systematizing the knowledge about the composition of the materials used in the production of the technical layers of the icons that are the object of the project. The compendium gathers the results of the chemical [Rep. 3.2; 4.4], physical [Rep. 4.5; 4.7], geological [Rep. 3.1], dendrological [Rep. 2.1], and dendrochronological analyses [Rep. 2.3] and is also based on photographs taken in visible and analytical light [Rep. 1.1], as well as high magnification photographs [Appendix 7]. In the table are quoted the results of individual tests: geological, chemical, and physical (XRPD, SEM EDS, XRF-punctual, respectively). The analysis of the cloth strengthening, number of ground layers, preparatory layer – engravings and preparatory drawings, elemental distribution of the ground layers and paint layer (XRF mapping), as well as the conclusions were made by Dominika Tarsińska-Petruk. The final compilation has been based on the totality of the gathered documentation and the observation of the icons at high magnification (10x–50x)⁷⁶.

⁷⁶ W tabeli zbiorczej nie zostały uwzględnione dodatkowe badania dwóch ikon: MNK XVII-575 oraz MNK XVIII-577, ujęte w następujących raportach: Rap. 2.2; 4.3; 3.3; 4.6, jak również efekty badań ikony *Święci lekarze Kosma i Damian* (MNK XVIII-871) i jej okładu z 2013 r.: Aneks 1 i Aneks 2 (przyp. M.P.K.).

⁷⁶ In the collective table, the examinations of two additional icons, MNK XVII-575 and MNK XVIII-577, were not included, comprised in reports 2.2, 4.3, 3.3, and 4.6, nor the results of the examination of the icon *Physician Saints Cosmas and Damian* (MNK XVIII-871) and its cover from 2013 (Appendix 1 and Appendix 2) (footnote by M.P.K.).

Lp.	Obiekt	Podobrazie - dendrologia - dendrochronologia Rozmiar podobrazia, tkanina wzmacniająca	Zaprawa - rodzaj - analiza skupień nanoplanktonu wapiennego - XRPD - SEM EDS - liczba warstw	Warstwa przygotowawcza: - ryt, - rysunek/podmalowanie, - zmiany kompozycyjne, - cechy charakterystyczne	Warstwa malarska identyfikacja pigmentów/folii SEM EDS
1	Archanioł Michał ze scenami cudów MNK XVIII-3 (Kat. 14)	Drewno: - lipowe (<i>Tilia</i>) Rozmiar podobrazia: - duży Tkanina wzmacniająca: - płótno wzmacniające występuje na całości deski w jednym brycie. Na odwrociu ikony, w miejscu łączenia desek widoczna tkanina, być może wtórna (?)	Zaprawa: - kredowa - 300 kokolitów (pokład: <i>L. quadratus</i>) XRPD: - nie badano SEM EDS: - kreda Liczba warstw: - min. 2 warstwy zaprawy bez wyraźnego podziału między nimi	Ryt: ryt nimbów jest precyzyjnie wykonany, podobnie jak cienki i precyzyjny grawerunek oddziela partie srebrzone od warstwy malarskiej Rysunek/podmalowanie: kompozycję wykonano swobodnie, cienkim okrągłym pędzlem, przy użyciu pigmentu w kolorze czarnym Zmiany kompozycyjne: - nieznaczące Cechy charakterystyczne: - szczegółowość kompozycji - swoboda i sprawność malarska autora	Przekrój 1 (mandorla ze sceny „Sobór św. Archanioła Michała”) „- zaprawa kredowa - warstwa azurytu z wypełniaczem kredowym - werniks/przeklejenie - w warstwie zewnętrznej wykryto związki organiczne, krzem, wapń, ślady pigmentu ziemnego” Przekrój 2 (zielen z tła – dolny fragment obrazu) - brak przekroju Przekrój 3 (zielen z tuniki św. Archanioła Michała, ze sceny „Zjawienie się archanioła prorokowi Danielowi na górze Tyr”) „- przekleciona zaprawa kredowa - cienka warstwa czerni - warstwa bieli ołowiowej z zielonym pigmentem miedziowym oraz wtrąceniami pigmentu ziemnego i czerni kostnej - warstwa czerni lub przeklejenia - w warstwie zewnętrznej wykryto dużą ilość krzemu”
2	Ukrzyżowanie MNK XVIII-4 (Kat. 31)	Drewno: - lipowe (<i>Tilia</i>) Rozmiar podobrazia: - średni Tkanina wzmacniająca: - pojedynczy, szeroki pas płótna precyzyjnie docięty i naklejony w miejscu łączenia desek	Zaprawa: - kredowa - 300 kokolitów (pokład: <i>R. levis</i>) XRPD: - nie badano SEM EDS: - kreda Liczba warstw: - zaprawa wielowarstwowa, min. 5 różnej grubości warstw, bez wyraźnego rozdzielenia	Ryt: - ryt nimbów jest precyzyjny, podobnie jak cienki grawerunek precyzyjnie rozdziela miejsca srebrzone od warstwy malarskiej Rysunek/podmalowanie: - sposób przygotowania kompozycji jest niewidoczny, ale zgodnie z przekrojem poprzecznym 1 mógł zostać wykonany czernią kostną Zmiany kompozycyjne: - nie badano Cechy charakterystyczne: - nie badano	Przekrój 1 (błękit z welonu Marii) „- zaprawa kredowa - podmalowanie czernią kostną - warstwa czerwieni ziemnej z wtrąceniami czerni kostnej - warstwa bieli ołowiowej z wypełniaczem kredowym - warstwa azurytu z wypełniaczem kredowym - werniks” Przekrój 2 (zielen z podszewki płaszczka Marii – przy głowie) „- zaprawa kredowa - warstwa bieli ołowiowej z zielonym pigmentem miedziowym oraz wtrąceniami aury pigmentu, pigmentu ziemnego i czerni kostnej - w jednej części w próbce występuje warstwa pomarańczowa, prawdopodobnie pigment ziemny” Przekrój 3 (błękit z szaty św. Jana) „- zaprawa kredowa - warstwa czerni - w warstwie koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową oraz wypełniacz kredowy - warstwa azurytu z bielą ołowiową”

XRF – makro-skan	μRaman	XRPD	XRF – punktowe	Identyfikacja pigmentów							Podsumowanie
				smalta	ultramaryna	niebieskie pigmenty ^t miedziowe	pigment organiczny/ indygo	zielone pigmenty miedziowe	aurypigment	żółta cynowo-ołowiowa	
<p>Karnacje: - pigmenty żelazowe, biel ołowiowa, cynober (także usta) Partie niebieskie: - pigmenty miedziowe, biel ołowiowa Partie zielone: - pigmenty miedziowe, biel ołowiowa Folie metalowe: - srebro Cechy charakterystyczne: - pigment lub pigmenty miedziowe zostały zastosowane także w partiach brązowego koloru (włosy, skrzydła, góry, płaszcz). Napisy wykonano cynobrem</p>	Nie badano	Nie badano	Nie badano			X azuryt		X			Ikona została namalowana sprawnie i precyzyjnie, w szerokiej gamie kolorystycznej, z użyciem następujących pigmentów: biel ołowiowa, azuryt, zielony pigment lub pigmenty miedziowe, cynober, pigmenty żelazowe (ziemne), czerni kostna. Podmalowanie karnacji jest oliwkowe mimo braku zastosowania pigmentu lub pigmentów miedziowych. Obszar warstwy malarskiej w niektórych fragmentach jest różny od obszaru wyznaczonego grawerunkiem. Folie metalowe – srebro laserowane (tło, nimb, zbroja).
<p>Karnacje: - pigment lub pigmenty miedziowe, żelazowe, cynober, włosy Chrystusa i św. Jana – umbra, biel ołowiowa Partie niebieskie: - w szatach Marii i św. Jana pigment lub pigmenty miedziowe z dodatkiem cynku, biel ołowiowa Partie zielone: - w sukni Marii, pigment lub pigmenty miedziowe z dodatkiem cynku, biel ołowiowa Folie metalowe: - srebro Cechy charakterystyczne: - w miejscach o kolorze brązowym (krzyż) i czarnym (otwory w murze) występują pigmenty miedziowe (w krzyżu z domieszkami cynku), w brązach i czerwieni żelazowej zidentyfikowano zanieczyszczenie tytanem. Cynober jest obecny w czerwonych płaszczach: Marii i św. Jana, napisach i krwi. W płaszczu Matki Boskiej obok cynobru stwierdzono również pigmenty żelazowe. W niebieskich pigmentach miedziowych zaobserwowano niewielki dodatek cynku</p>	Nie badano	Nie badano	Nie badano		X azuryt	X (?)	X	X		Ikona została namalowana sprawnie, w szerokiej gamie kolorystycznej, z użyciem następujących pigmentów: biel ołowiowa, pigment lub pigmenty miedziowe, azuryt, cynober, pigmenty żelazowe, czerni kostna, umbra oraz aurypigment, niebieski pigment organiczny. Rysunek kompozycyjny wykonano czernią kostną, a jego zakres został precyzyjnie wymalowany, tworząc końcową warstwę malarską. Podmalowanie karnacji ma kolor oliwkowy i wykonano go z dodatkiem pigmentu lub pigmentów miedziowych. W obszarze folii metalowych widoczne srebro laserowane.	

Lp.	Obiekt	Podobrazie - dendrologia - dendrochronologia Rozmiar podobrazia, tkanina wzmacniająca	Zaprawa - rodzaj - analiza skupień nanoplanktonu wapiennego - XRPD - SEM EDS - liczba warstw	Warstwa przygotowawcza: - ryt, - rysunek/podmalowanie, - zmiany kompozycyjne, - cechy charakterystyczne	Warstwa malarska identyfikacja pigmentów/folii SEM EDS
3	Św. Jerzy zwyciężający smoka MNK XVIII-5 (Kat. 45)	Drewno: - lipowe (<i>Tilia</i>) Rozmiar podobrazia: - mały Tkanina wzmacniająca: - nie występuje	Zaprawa: - kredowo-gipsowa - 104 kokolity (brak oznaczenia pokładu) XRPD: - kalcyt z domieszkami SEM EDS: - kreda z gipsem Liczba warstw: - min. 2 warstwy zaprawy, przy pobieraniu próbek zaprawa ulegała rozwarstwieniu	Ryt: - mało czytelny ryt jest widoczny jedynie w nimbie i ogólnych zarysach kompozycji Rysunek/podmalowanie: - miejscami widoczne podmalowanie różnej wielkości okrągłymi pędzlami Zmiany kompozycyjne: - niewidoczne Cechy charakterystyczne: - lekkość prowadzenia pędzla - różnorodność kształtów i grubości linii	Przekrój 1 (błękit z zawiniętego ogona smoka) „- zaprawa kredowa - w warstwie koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową - w miejscach koloru szarego wykryto krzem - warstwa organiczna - w cienkiej, zewnętrznej warstwie wykryto krzem, kredę, niewielką ilość pigmentu ziemnego oraz czerni kostnej” Przekrój 3 (tło z pola ikony) „- zaprawa kredowa - w warstwie koloru czerwonego wykryto dużą ilość krzemu oraz węgla i tlenu (związki organiczne) - czerni sadza (?) oraz czerwieni żelazową - gruba warstwa werniksu (?) w jego górnej części wykryto wtrącenie cynobru” Przekrój 4 (brzeg nimbu – obecność także warstw wtórnych) „- zaprawa kredowa - w warstwie koloru czerwonego wykryto dużą ilość krzemu oraz węgla i tlenu (związki organiczne) oraz czerwieni żelazową - gruba warstwa werniksu, przeklejenia - warstwa bieli ołowiowej - w warstwie zewnętrznej wykryto biel cynkową, małą ilość bieli barytowej, pigment ziemny”
4	Św. Mikołaj MNK XVIII-6 (Kat. 47)	Drewno: - lipowe (<i>Tilia</i>) Rozmiar podobrazia: - średni Tkanina wzmacniająca: - nie występuje	Zaprawa: - kredowa - 17 kokolitów (brak oznaczenia pokładu) XRPD: - kalcyt z domieszkami SEM EDS: - kreda oraz kreda z bielą ołowiową Liczba warstw: - niezidentyfikowana (brak właściwej próbki). Pod warstwą malarską występuje wymiennie: warstwa kredy (przekrój 1 – drugi kawałek, i przekrój 3) i warstwa bieli ołowiowej (przekrój 1,2)	Ryt: - niewidoczny Rysunek/podmalowanie: - niewidoczne Zmiany kompozycyjne: - nie badano Cechy charakterystyczne: - nie badano	Przekrój 1 (błękit z szaty św. Mikołaja w cieniu) „- drobina malachitu - warstwa bieli ołowiowej - czerni węglowa - czerwieni ziemna - minia Drugi kawałek: - zaprawa kredowa - w warstwie koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową” Przekrój 2 (żółcień z szaty św. Mikołaja oraz czerwieni z tła) „- warstwa bieli ołowiowej - warstwa czerwieni ziemnej z wtrąceniami czerni - warstwa minii - w zielonej części próbki wykryto: litopon, zielen chromową, pigmenty ziemne oraz żółtą neapolitańską i wtrącenie czerni kostnej” Przekrój 3 (zielen z tła) „- zaprawa kredowa - zielony pigment miedziowy z wtrąceniami czerni kostnej, pigmentu ziemnego oraz aury pigmentu - w kawałku koloru brązowego wykryto: krzem, kredę oraz ślad pigmentu ziemnego”

XRF – makro-skan	µRaman	XRPD	XRF – punktowe	Identyfikacja pigmentów								Podsumowanie
				smalt	ultramaryna	niebieskie pigmenty miedziowe	pigment organiczny/indygo	zielone pigmenty miedziowe	aurypigment	żółta cynowo-olowiowa		
<p>Karnacje: - pigment lub pigmenty miedziowe, żelazowe, cynober, biel ołowiowa</p> <p>Partie niebieskie: - biel ołowiowa</p> <p>Partie zielone: - pigment lub pigmenty miedziowe</p> <p>Folie metalowe: - niewielki fragment srebra w nimbie</p> <p>Cechy charakterystyczne: - w ikonie zastosowano biały i czerwony pigment ołowiowy. Czerwień na klejnie została wykonana minią. Zielonkawe fragmenty stroju namalowano przy użyciu pigmentu lub pigmentów miedziowych, niebieskiego pigmentu organicznego, zaś czerwień (postaci) cynobrem</p>	Nie badano	Nie badano	Nie badano			X (?)	X (?)	X (?)	X		Ze względu na znaczną liczbę przekształceń konserwatorskich (retusze, rekonstrukcje, przemalowania) ikona jest niejednoznaczna w identyfikacji i wymaga dalszych, pogłębionych badań. Namalowana została w następującej paletce kolorystycznej: biel ołowiowa, pigment lub pigmenty miedziowe, cynober, pigmenty żelazowe (w tym czerwień żelazowa), minia, czerń kostna, aurypigment. Została namalowana swobodnie, z miejscowo widocznym podmalowaniem pędzlem. Czarne tło jest efektem przemalowania (w przekroju widoczna warstwa czerwienu [przekrój 3]). Obecny tam pigment żelazowy z dużą ilością krzemu wymaga dalszej analizy. W nimbie można dostrzec obecność laserowanego srebra. Na czerwonym płaszczu światła wykonano aurypigmentem. Ze względu na brak danych nie dokonano rozróżnienia koloru pigmentów miedziowych i zaznaczono zarówno niebieskie, jak i zielone jako dane wyjściowe do dalszych analiz.	
<p>Karnacje: - pigment lub pigmenty miedziowe, żelazowe, cynober (także usta), biel ołowiowa</p> <p>Partie niebieskie: - biel ołowiowa</p> <p>Partie zielone: - pigment lub pigmenty miedziowe</p> <p>Folie metalowe: - srebro (nimb)</p> <p>Cechy charakterystyczne: - w obszarze tła ikony występują warstwy podmalowania wykonane bielą ołowiową i wykończone minią. Cienie na białej stule zostały wykonane pigmentem lub pigmentami miedziowymi. Podszewkę płaszcza namalowano mieszaniną pigmentu lub pigmentów miedziowych z pigmentami żelazowymi i umbrą</p>	Nie badano	Nie badano	Nie badano			X (?)	X	X malachit	X		W ikonie pod warstwą malarską poza zielonym tłem występuje biel ołowiowa. Kolorystyka dzieła została uzyskana poprzez zastosowanie następujących pigmentów: pigment lub pigmenty miedziowe, malachit, pigment lub pigmenty żelazowe (w tym czerwień żelazowa), cynober, biel ołowiowa, minia, umbra, czerń kostna, aurypigment. W przekrojach widoczny jest malachit. Badanymi metodami nie zidentyfikowano pigmentu niebieskiego, chociaż na zdjęciach makro jest on dobrze widoczny. Właściwa identyfikacja winna zostać potwierdzona metodami uzupełniającymi. Aurypigment występuje jedynie na kartach księgi i w mieszaninie z pigmentami zielonymi. W wyciskanim nimbie zastosowano srebro na czarnym pulmencie.	

Lp.	Obiekt	Podobrazie - dendrologia - dendrochronologia Rozmiar podobrazia, tkanina wzmacniająca	Zaprawa - rodzaj - analiza skupień nanoplanktonu wapiennego - XRPD - SEM EDS - liczba warstw	Warstwa przygotowawcza: - ryt, - rysunek/podmalowanie, - zmiany kompozycyjne, - cechy charakterystyczne	Warstwa malarska identyfikacja pigmentów/folii SEM EDS
-----	--------	---	---	---	--

5

Murem jesteś obronnym dla dzievic (XIX strofa Akatystu Bogurodzicy)
MNK XVIII-7 (Kat. 25)

Drewno:
- lipowe (*Tilia*)
Rozmiar podobrazia:
- mały
Tkanina wzmacniająca:
- nie występuje

Zaprawa:
- kreda
- 136 kokolitów
(brak oznaczenia
pokładu)
XRPD:
- dolomit
z kalcytem
SEM EDS:
- kreda
Liczba warstw:
- min. 2 warstwy
zaprawy (przekrój
3), które przy
pobieraniu
próbek uległy
rozwarstwieniu

Ryt:
- ryt cienki i regularny,
widoczny wyraźnie jedynie
w nimbie Marii, pozostałe
grawerunki mało czytelne
Rysunek/podmalowanie:
- widoczny w niewielu
miejscach rysunek
kompozycyjny wykonano
szerokim pędzlem, ogólnie
Zmiany kompozycyjne:
- nie zauważono
Cechy charakterystyczne:
- brak

Przekrój 1

(błękit z sukni Matki Boskiej, bez zabrudzeń)
„- zaprawa kredowa
- w warstwie koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową oraz
śladowe ilości pigmentu ziemnego
- werniks”

Przekrój 2

(zielen z czarnym konturem trawy przy czerwonej
roślinności)
„- zaprawa kredowa
- warstwa malachitu z wtrąceniami czerni kostnej oraz
cynobru. Wykryto również dużą ilość wapnia oraz krzem
- w warstwie zewnętrznej stwierdzono obecność żelaza”

Przekrój 3

(błękit z kopyły budowli, przy srebrnym tle)
„- zaprawa kredowa
- na zaprawie znajduje się folia srebrna. Wykryto ślad bolusu
- w warstwie niebieskiej wykryto biel ołowiową oraz
wtrącenia cynobru”

6

Sąd Ostateczny
MNK XVIII-10
(Kat. 38)

Drewno:
- lipowe (*Tilia*)
Rozmiar podobrazia:
- bardzo duży
Tkanina wzmacniająca:
- nie występuje

Zaprawa:
- kredowa
- 300 kokolitów
(pokład: *L. quadratus*)
XRPD:
- nie badano
SEM EDS:
- kreda
Liczba warstw:
- min. 1 warstwa
zaprawy (na
3 przekrojach
poprzecznych
widoczna gruba,
pojedyncza,
jednorodna
warstwa zaprawy)

Ryt:
- ryt jest bardzo dobrze
widoczny i występuje w 2
wielkościach: grubszy
(okręgi w dolnej części
ikony), cieńszy (szkicowy,
niedokładny, obejmujący
jedynie ogólne zarysy
kompozycji; cieńszy
grawerunek oddziela warstwę
malarską od srebrzeń oraz
wyznacza okręgi w mandorli
Rysunek/podmalowanie:
- widoczne w wielu miejscach
jednakowej grubości linie
rysunku kompozycyjnego,
bez śladów pędzla zostały
wykonane węglem (?)
Zmiany kompozycyjne:
- liczne, widoczne w wielu
miejscach. Zmiany dotyczą
np. tła ołtarza, skrzydeł
aniołów przy kręgach
piekielnych. Inna kompozycja
została też ukazana pod
postaciami w 3. rzędzie
od góry, po prawej stronie
obrazu
Cechy charakterystyczne:
- liczne zmiany kompozycji

Przekrój 1

(błękit z sukni Matki Boskiej)
„- zaprawa kredowa
- w warstwie koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową
z wtrąceniami pigmentu ziemnego
- w warstwie zewnętrznej wykryto ołów (biel ołowiowa),
wapń oraz fosfor (czerni kostna)”

Przekrój 2

(zielen z bestii dwugłowej)
„- zaprawa kredowa
- warstwa aury pigmentu z wypełniaczem kredowym,
ewentualnie gipsowym”

Przekrój 3

(tło w scenie nad piekłem)
„- zaprawa kredowa
- warstwa organiczna z wtrąceniami aury pigmentu”

XRF – makro-skan	μRaman	XRPD	XRF – punktowe	Identyfikacja pigmentów							Podsumowanie
				smalt	ultramaryna	niebieskie pigmenty miedziowe	pigment organiczny/indygo	zielone pigmenty miedziowe	aurypigment	żółta cynowo-olowiowa	
<p>Karnacje: - pigment lub pigmenty miedziowe, żelazowe, cynober (także usta), biel ołowiowa, umbra Partie niebieskie: - biel ołowiowa Partie zielone: - pigment miedziowy Folie metalowe: - srebro Cechy charakterystyczne: - w partiach brązowej architektury użyto pigmentu lub pigmentów żelazowych i m.in. umbry. Płaszcz Marii namalowano m.in. mieszaniną cynobru z pigmentem lub pigmentami żelazowymi. Pozostałe czerwienie (płaszcz inne niż Marii, fragmenty architektury, rośliny) wykonano cynobrem. W partiach ugrów architektury i pod srebrzeniami wykryto potas, który może wskazywać na obecność czerni kostnej</p>	Nie badano	Nie badano	Nie badano								
<p>Karnacje: - pigment lub pigmenty żelazowe, cynober, biel ołowiowa, umbra, aurypigment (także usta) Partie niebieskie: - biel ołowiowa Partie zielone: - aurypigment Folie metalowe: - w nimbach – srebro, retusze cyną Cechy charakterystyczne: - w tle i szatach (szarych, niebieskoszarych, zielonoszarych) oraz skrzydłach aniołów widoczne charakterystyczne skupiska arsenu świadczące o zastosowaniu aurypigmentu. Pod czarnymi konturami podmalowania aurypigmentem (być może są to zmiany autorskie). Czerwone fragmenty dużych płaszczyzn wykonano głównie minią, rzadziej czerwienią żelazową – sceny brzeżne po lewej stronie obrazu. Cynober zastosowany jedynie do namalowania karnacji i drobnych elementów, np. roślinności czy konturów skrzydeł</p>	Przekrój I: „indygo”	Nie badano	Nie badano			X (?)	X	X	X		Ikona została namalowana kryjąco, sprawnie i malarsko przy użyciu następujących pigmentów: biel ołowiowa, malachit, cynober, pigmenty żelazowe, czerń kostna, umbra, niebieski organiczny (?). Sposób malowania dłoni Matki Boskiej i częściowo karnacji jest analogiczny do dłoni i karnacji w postaci św. Mikołaja (MNK-XVIII-6). Miejscami spod zanieczyszczeń widoczny jest żółty pulment i laserowane srebro. Na błękitach drobne światła wykonano aurypigmentem. Obszar zieleni traw wymalowano pigmentem lub pigmentami miedziowymi bez dodatku bieli ołowiowej.
						X	X	X	X		Widoczne w rysunku kompozycyjnym pierwotne założenie ikony wydaje się być odmienne od jej końcowego przedstawienia. Grube ryty mające zobrazować 4 zwierzęta z wizji Daniela zostały ostatecznie zamalowane, a liczne przekształcenia w wielu miejscach mają charakter autorski. W malowidle widoczne są także podwójne konturowania czy charakterystyczne dla niego płaszczyzny podmalowane aurypigmentem. Cienkie i mało precyzyjne ryty sugerują pracę „wprost” na zaprawionej desce i dostosowywanie znanych szablonów do nowych wymagań ikonograficznych. Pod względem malarskim dzieło zostało wykonane w ograniczonej palecie barwnej, z widocznym pominięciem pigmentów miedziowych. Do jego wykonania zastosowano następujące pigmenty: pigmenty żelazowe, cynober, biel ołowiową, minię, umbrę, aurypigment, czerń kostną. Duże skupiska aurypigmentu, świadczące o jego znacznym zastosowaniu, są typowe dla badanej ikony. W tle nimbów występuje srebro z uzupełnieniami cyną.

Lp.	Obiekt	Podobrazie - dendrologia - dendrochronologia Rozmiar podobrazia, tkanina wzmacniająca	Zaprawa - rodzaj - analiza skupień nanoplanktonu wapiennego - XRPD - SEM EDS - liczba warstw	Warstwa przygotowawcza: - ryt, - rysunek/podmalowanie, - zmiany kompozycyjne, - cechy charakterystyczne	Warstwa malarska identyfikacja pigmentów/folii SEM EDS
-----	--------	---	---	---	--

7

Zwiastowanie
MNK XVIII-14
(Kat. 27)

Drewno:
- lipowe (*Tilia*)
Rozmiar podobrazia:
- mały
Tkanina wzmacniająca:
- nie występuje

Ze względu na niejednoznaczny sygnał widoczny na rentgenogramie obecność płótna jest możliwa także w polu ikony

Zaprawa:
- gipsowa
- brak kokolitów (0)
XRPD:
- anhydryt, gips
SEM EDS:
- gips
Liczba warstw:
- min. 1 warstwa zaprawy widoczna na przekrojach poprzecznych jako gruba i jednorodna powierzchnia

Ryt:
- widoczny fragmentarycznie cienki ryt pod postacią Archaniola Gabriela jest dostrzegany jedynie na rentgenogramie
Rysunek/podmalowanie:
- kompozycję wykonano cienkim okrągłym pędzlem (cieniowanie architektury)
Zmiany kompozycyjne:
- niewielkie
Cechy charakterystyczne:
- brak

Przekrój 1

(błękit z sukni Matki Boskiej)
„- zaprawa gipsowa
- w kolejnej warstwie występuje smalta z bielą ołowiową oraz wtrąceniami czerni kostnej
- warstwa organiczna z bielą ołowiową
- w warstwie zewnętrznej stwierdzono obecność pigmentu ziemnego, bieli ołowiowej oraz czerni kostnej”

Przekrój 2

(błękit z promienia mandorli)
„- zaprawa gipsowa
- na zaprawie znajduje się folia, w której wykryto srebro oraz złoto. Zachował się również ślad bolusu
- w kawałku koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową oraz smaltę”

Przekrój 3

(niebieska kopuła budowli w tle, prawa część ikony)
„- zaprawa gipsowa
- warstwa aury pigmentu. Wykryto również śladowe ilości pigmentu żelazowego”

8

Narodzenie Chrystusa
MNK XVIII-15
(Kat. 28)

Drewno:
- lipowe (*Tilia*)
Rozmiar podobrazia:
- mały
Tkanina wzmacniająca:
- płótno wzmacniające występuje na łączeniu desek jako pojedynczy pas precyzyjnie przyklejony od deski i przebiegający od połowy klejmy przez cały kowczeg

Zaprawa:
- gipsowa
- brak kokolitów (0)
XRPD:
- anhydryt, gips
SEM EDS:
- gips
Liczba warstw:
- min. 1 warstwa zaprawy widoczna na przekrojach poprzecznych jako gruba i jednorodna powierzchnia

Ryt:
- cienki i regularny ryt widoczny w nimbach Matki Boskiej i aniołów
Rysunek/podmalowanie:
- kompozycja wstępna wykonana szkicowo, nieprecyzyjnie, przy użyciu średniej wielkości miękkiego pędzla. Rysunek widoczny jedynie fragmentarycznie w miejscach przesunięcia wersji malarskiej ikony (stopy pasterza, obrys czerwonego tła Marii)
Zmiany kompozycyjne:
- nieznaczące
Cechy charakterystyczne:
- brak

Przekrój 1

(zieleń z tła)
„- zaprawa gipsowa
- w kolejnej warstwie wykryto aury pigment oraz wypełniacz gipsowy
- warstwa organiczna. Wykryto również krzem”

Przekrój 2

(błękit z szaty anioła, prawa strona obrazu)
„- zaprawa gipsowa
- w warstwie koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową, niewielką ilość żelaza (pigment ziemny/błękit pruski), dużą ilość krzemu oraz glinu – możliwa ultramaryna
- warstwa organiczna. Wykryto również krzem”

Przekrój 3

(karnacja anioła po prawej stronie obrazu)
„- zaprawa gipsowa
- w warstwie koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową, gips oraz krzem
- w warstwie koloru brązowego z licznymi, czarnymi wtrąceniami wykryto biel ołowiową, węgiel, śladowe ilości miedzi
- w warstwie białej występuje biel ołowiowa
- ciemna warstwa organiczna z wtrąceniami czerwieni (możliwa minia)”



XRF – makro-skan	μRaman	XRPD	XRF – punktowe	Identyfikacja pigmentów							Podsumowanie
				smalta	ultramaryna	niebieskie pigmenty miedziowe	pigment organiczny/indygo	zielone pigmenty miedziowe	aurypigment	żółta cynowo-olowiowa	
<p>Karnacje: - pigmenty żelazowe, umbra, cynober (także usta), biel ołowiowa Partie niebieskie: - biel ołowiowa, smalta Partie zielone: - aurypigment, umbra Folie metalowe: - zarówno na klejnie, jak i w polu ikony widoczne złoto i srebro – dwójnik Cechy charakterystyczne: - czerwienie zostały wykonane przy użyciu 3 pigmentów: minii (duże płaszczyzny tła), minii i pigmentu żelazowego (szaty Archanioła Gabriela i płaszcz Marii), cynobru (brzeg klejny, kręgi nimbów, w architekturze dachy i cienie, księgi, napisy). W partiach żółtych i zielonych widoczny dodatek aurypigmentu</p>	Nie badano	Nie badano	Nie badano	X					X	Ikona jest po historycznych konserwacjach, co utrudnia jej jednoznaczną interpretację. W wielu miejscach widoczne są retusze i rekonstrukcje. Wykonana została w ograniczonej palecie barwnej: pigmenty żelazowe, umbra, cynober, biel ołowiowa, minia, aurypigment, smalta, czerń kostna. Rysunek przygotowawczy widoczny jedynie fragmentarycznie. W obszarze folii metalowych zarówno na kowczegu, jak i w polu ikony zastosowano złoto-srebrny dwójnik. Na przekrojach poprzecznych (1,3) pod warstwą malarską widoczne głębokie przeklejenie, zdecydowanie mniej obecne niż pod złoceniami. Jest to jedna z niewielu ikon w kolekcji, gdzie zastosowano smaltę. Pod czerwieniami w kilku miejscach widoczny sygnał złota.	
<p>Karnacje: - pigmenty żelazowe, biel ołowiowa (być może z niewielką ilością minii) i domieszką cynobru Partie niebieskie: - biel ołowiowa Partie zielone: - aurypigment z dodatkiem umbry Folie metalowe: - zarówno na klejnie, jak i w polu ikony widoczne złoto i srebro – dwójnik Cechy charakterystyczne: - tło w większości wykonane przy użyciu aurypigmentu. Jako biel wykorzystano kolor zaprawy, zaś biel ołowiową użyto jedynie do wykonania świateł (gór), zwierząt, architektury i szat postaci. Płaszcz Matki Boskiej namalowano przy użyciu pigmentu żelazowego, umbry i cynobru. Do pozostałych czerwonych szat oraz tła pod postacią Marii zastosowano głównie cynober</p>	Nie badano	Nie badano	Nie badano	X (?)					X	Ikona została wykonana w ograniczonej palecie barwnej, z zastosowaniem następujących pigmentów: pigmenty żelazowe, umbra, cynober, biel ołowiowa, minia, aurypigment, ultramaryna (?). W partii tła (zielenie/błękity) widać mocne zmiany kolorystyczne utrudniające odczytanie kompozycji i rozpoznanie jej pierwotnej kolorystyki. W podobny sposób odbiór dzieła utrudniają historyczne konserwacje oraz zmiany kolorystyczne pigmentów. Sposób tworzenia przestrzeni barwnej, mimo wielu podobieństw formalnych (tworzenie karnacji, szat), różni się od ikony MNK XVIII-14. Podobieństwa mogą sugerować manierę warsztatową opartą jednak na różnych rozwiązaniach kolorystycznych.	

Lp.	Obiekt	Podobrazie - dendrologia - dendrochronologia Rozmiar podobrazia, tkanina wzmacniająca	Zaprawa - rodzaj - analiza skupień nanoplanktonu wapiennego - XRPD - SEM EDS - liczba warstw	Warstwa przygotowawcza: - ryt, - rysunek/podmalowanie, - zmiany kompozycyjne, - cechy charakterystyczne	Warstwa malarska identyfikacja pigmentów/folii SEM EDS
-----	--------	---	---	---	--

9

Zasnięcie Bogurodzicy
MNK XVIII-19
(Kat. 36)

Drewno:
- lipowe (*Tilia*)
Rozmiar podobrazia:
- mały
Tkanina wzmacniająca:
- nie występuje

Zaprawa:
- kredowa
- 300 kokolitów
(pokład: *L. levis*)
XRPD:
- nie badano
SEM EDS:
- kreda
Liczba warstw:
- cienka,
wielowarstwowa
zaprawa
z widocznymi
podziałami
warstw

Ryt:
- niewidoczny
Rysunek/podmalowanie:
- czarny rysunek
kompozycyjny widoczny
fragmentarycznie i wykonany
szkicowo średniej wielkości
miękkim pędzlem. Jest
on dostrzegalny jedynie
w miejscach przesunięcia
w odniesieniu do warstwy
malarskiej (płaszcz i stopy
Marii, mandorla)
Zmiany kompozycyjne:
- niewielkie, widoczne
w obrębie szczegółów
kompozycji, np. przesunięty,
wydłużony bądź skrócony
fałd szat
Cechy charakterystyczne:
- szkicowy sposób
naniesienia rysunku
- podobieństwa do ikony
MNK XVIII-15

Przekrój 1

(błękit ze skrzydła anioła – prawa strona obrazu)
„- zaprawa kredowa
- w kolejnej warstwie wykryto biel ołowiową, wtrącenia
zieleni (pigment ziemny) oraz czerni kostnej
- warstwa bieli ołowiowej
- warstwa organiczna z wtrąceniami aury pigmentu

Przekrój 2 – brak**Przekrój 3**

(zielen z szaty anioła u dołu obrazu)
„- wielowarstwowa, mocno przeklejona zaprawa kredowa
- w warstwie koloru zielonego wykryto pigment miedziowy,
wtrącenia czerni kostnej
- w kolejnej warstwie wykryto biel ołowiową oraz związki
organiczne
- werniks”

10

Św. Paraskewa i św. Teodozja
MNK XVIII-20
(Kat. 49)

Drewno:
- lipowe (*Tilia*)
Rozmiar podobrazia:
- duży
Tkanina wzmacniająca:
- nie występuje

Zaprawa:
- kredowo-
gipsowa
- 101 kokolitów
(brak oznaczenia
pokładu)
XRPD:
- kalcyt,
anhydryt, kwarc
SEM EDS:
- kreda, gips
Liczba warstw:
- min. 1 warstwa
zaprawy
o znacznej
grubości

Ryt:
- widoczne jedynie główne
grawerunki kompozycji
oddzielające malowidło od
złoconego tła
Rysunek/podmalowanie:
- cienkie i ostre linie
kompozycji wykonano
najprawdopodobniej węglem
(lewa dłoń św. Teodozji)
Zmiany kompozycyjne:
- liczne
- zdjęcie w rentgenogramie
ujawnia zmiany
kompozycyjne w obrębie
postaci św. Paraskewy
i obejmuje twarz świętej,
która jest umiejscowiona
poniżej pierwotnej (oczy, nos,
usta), kompozycję płaszcza
(z lewego ramienia na prawe)
oraz wielkość dłoni
Cechy charakterystyczne:
- zmiany kompozycyjne
- widoczne różne sposoby
przygotowania wzoru:
cienkie i grube linie,
miejscowe rytzy, rysunek
węglem

Przekrój 1

(zielen/błękit z welonu św. Paraskewy)
„- zaprawa gipsowa lub gipsowo-kredowa
- cienka warstwa czerni (rysunek?), wykryto węgiel
- gruba warstwa przeklejenia lub pierwotnego werniksu
- w warstwie koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową oraz
niewielką ilość żelaza (być może błękit pruski lub pigment
ziemny)
- werniks (?)”

Przekrój 3

(przemalowania w obszarze welonu św. Paraskewy)
„- zaprawa gipsowa z wtrąceniami pigmentu ziemnego
- w warstwie koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową oraz
żelazo (być może błękit pruski lub pigment ziemny)
- w kolejnej warstwie wykryto biel ołowiową oraz wtrącenia
azurytu
- w warstwie werniksu wykryto wtrącenie czerwieni
żelazowej”

Przekrój 5

(zielona suknia św. Paraskewy)
„- zaprawa gipsowa lub gipsowo-kredowa
- warstwa zieleni miedziowej z wypełniaczem kredowym
oraz wtrąceniami czerni kostnej. W obszarze 1–3 wykryto
również wtrącenie czerni kostnej, pigment żelazowy oraz
prawdopodobnie smaltę
- w warstwie zewnętrznej wykryto czerwień żelazową i/lub
minię oraz krzem”

Lp.	Obiekt	Podobrazie - dendrologia - dendrochronologia Rozmiar podobrazia, tkanina wzmacniająca	Zaprawa - rodzaj - analiza skupień nanoplanktonu wapiennego - XRPD - SEM EDS - liczba warstw	Warstwa przygotowawcza: - ryt, - rysunek/podmalowanie, - zmiany kompozycyjne, - cechy charakterystyczne	Warstwa malarska identyfikacja pigmentów/folii SEM EDS
-----	--------	---	---	---	--

11

Sąd Ostateczny
MNK XVIII-25
(Kat. 37)

Drewno:
- lipowe (*Tilia*)
Rozmiar podobrazia:
- bardzo duży
Tkanina wzmacniająca:
- pokrywa całą powierzchnię desek.
Występuje w 3 brytach: pierwszy, przyklejony porzecznie, znajduje się w górnej części deski, zajmując ¼ wysokości od góry. Dwa pozostałe pionowe bryty zajmują po połowie pozostałą powierzchnię. Na odwrociu przy górnej i dolnej krawędzi naklejono (wtórnie?) dodatkowe wzmocnienia w postaci poprzecznych pasów po ok. 10–15 cm każdy.
W miejscach łączenia drewnianych paneli umieszczono dodatkowo kołki stabilizujące (ten sam sposób łączenia występuje w ikonie MNK XVIII-57)

Zaprawa:
- kredowa
- 300 kokolitów (pokład: *L. levis*)
XRPD:
- nie badano
SEM EDS:
- kreda
Liczba warstw:
- zaprawa występuje najczęściej w 2 znacznej grubości warstwach, choć widoczny jest także (próbka 2) układ 4 bardzo cienkich warstw mocno przeklejonej zaprawy

Ryt:
- średniej wielkości, nieprecyzyjny grawerunek widoczny jedynie w nimbach
Rysunek/podmalowanie:
- rysunek kompozycji wykonano średniej wielkości miękkim pędzlem (lub węglem drzewnym utrwalonym spoiwem). W wielu miejscach kompozycja została wykonana szkicowo, w sposób laserunkowy.
Warstwa malarska zasadniczo pokrywa się z rysunkiem, choć nie zawsze.
Podrysowanie wykonano mało precyzyjne, w celu ogólnego rozmieszczenia elementów ikonograficznych.
Karnacje (z włosami) zostały podmalowane ugiem
Zmiany kompozycyjne:
- niewielkie
Cechy charakterystyczne:
- swobodny i nieprecyzyjny rysunek kompozycyjny

Przekrój 1

(błękit z sukni Matki Boskiej)
„- zaprawa kredowa
- w warstwie koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową oraz azuryt
- w warstwie zewnętrznej wykryto biel ołowiową, kredę, czerń kostną oraz ilości śladowe pigmentu ziemnego”

Przekrój 2

(zielen z sukni postaci po lewej stronie ikony, 4. rząd od góry, 2. grupa od lewej)
„- zaprawa kredowa
- w warstwie koloru zielonego wykryto malachit oraz biel ołowiową
- w kolejnej warstwie wykryto związki organiczne”

Przekrój 3

(błękit z tła kręgu dolnego)
„- dwie warstwy zaprawy kredowej
- podmalowanie bielą ołowiową
- w warstwie koloru niebieskiego wykryto kredę, biel ołowiową oraz azuryt
- w warstwie zewnętrznej wykryto związki organiczne”

12

Św. Jan Chrzciciel i św. Paweł (z rządu Deesis)
MNK XVIII-26
(Kat. 10)

Drewno:
- lipowe (*Tilia*)
Rozmiar podobrazia:
- duży
Tkanina wzmacniająca:
- płótno występuje w postaci pojedynczych, podobnej szerokości pasów naklejonych na pionowym łączeniu desek (2 pasy) oraz horyzontalnych, przyklejonych wzdłuż górnej i dolnej krawędzi ikony

Zaprawa:
- kredowa
- 300 kokolitów (pokład: *L. levis*)
XRPD:
- nie badano
SEM EDS:
- kreda
Liczba warstw:
- zaprawa wielowarstwowa, min. 4 cienkie warstwy zaprawy

Ryt:
- rytę wyznaczają główne granice kompozycji oraz oddzielają partie srebrzonego tła od warstwy malarskiej.
Są widoczne jako odrębne, nieprecyzyjne, poziome i pionowe linie
Rysunek/podmalowanie:
- sposób przygotowania kompozycji jest widoczny fragmentarycznie jako odrębne, szkicowe podmalowanie wykonane miękkim pędzlem w sposób laserunkowy
Zmiany kompozycyjne:
- nieznaczne
Cechy charakterystyczne:
- nieprecyzyjnie rytę
- brak szczegółów
- duża sprawność malarska autora/autorów

Przekrój 1

(błękit z futra Jana Chrzciciela)
„- zaprawa kredowa
- w warstwie koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową.
Możliwa ultramaryna
- warstwa bieli ołowiowej
- w warstwie zewnętrznej wykryto biel ołowiową, kredę, związki organiczne”

Przekrój 2

(zielen z płaszcza Jana Chrzciciela)
„- zaprawa kredowa
- warstwa aury pigmentu z wypełniaczem kredowym oraz krzemem i wtrąceniami pigmentu żelazowego
- warstwa bieli ołowiowej
- w kolejnej warstwie wykryto związki organiczne”

Przekrój 3

(karnacja z dłoni Jana Chrzciciela)
„- zaprawa kredowa
- w warstwie koloru pomarańczowego wykryto pigment ziemny
- warstwa bieli ołowiowej i/lub minii z wtrąceniami cynobru
- w warstwie zewnętrznej wykryto biel ołowiową, kredę, pigment ziemny oraz wtrącenia czerni kostnej”

XRF – makro-skan	µRaman	XRPD	XRF – punktowe	Identyfikacja pigmentów						Podsumowanie	
				smalt	ultramaryna	niebieskie pigmenty miedziowe	pigment organiczny/indygo	zielone pigmenty miedziowe	aurypigment	żółta cynowo-olowiowa	
<p>Karnacje: - pigmenty żelazowe, dodatek cynobru, biel ołowiowa Partie niebieskie: - biel ołowiowa, pigmenty miedziowe z cynkiem, miejscami aurypigment Partie zielone: - biel ołowiowa, pigmenty miedziowe Folie metalowe: - złoto Cechy charakterystyczne: - ikonę charakteryzuje duża ilość aurypigmentu, użytego w tle, niezłoczonych nimbach, ornamentach (płaszcz Marii) oraz ciemnoniebieskich obszarach, w których występuje także pigment miedziowy. Cynober jest obecny we fragmentach jasnoczerwonych (m.in. napisy) i wybiórczo w brązach (postaci zwierząt). Cynk jest widoczny w błękitach, zieleniach, ciemnych czerwieniach i razem z umbrą w brązach. Minia może występować także w mieszaninie z cynobrem</p>	Przekrój 1 „indygo”	<p>Próbka proszkowa 1: „Analiza [...] jednoznacznie wskazuje, że składnikami zidentyfikowanymi w badanej próbce są kalcyt, ankeryt i tlenek żelaza (III)” Próbka proszkowa 2: „Głównym składnikiem badanej próbki jest azuryt. W próbce występuje także hydrocerusyt oraz cerusyt. W uzyskanym obrazie dyfrakcyjnym znajdują się nieliczne maksima dyfrakcyjne o małej intensywności pochodzące od domieszek”</p>	Nie badano	X	X	X	X	X		Ikona została namalowana w szerokiej gamie barwnej: biel ołowiowa, azuryt, malachit, cynober, pigmenty żelazowe (ziemne), czerń kostna, aurypigment, umbra, być może minia (?). Rysunek przygotowawczy został wykonany nieprecyzyjnie. Podmalowanie karnacji, mimo braku zastosowania pigmentu miedziowego, jest chłodne w tonacji. W ikonie wyróżnia się duże zastosowanie aurypigmentu. Na fotografiach zobrazowano ziarna aurypigmentu widoczne w całej ikonie, a szczególnie w gładkim tle. W kolistym tle Matki Boskiej widoczne podmalowanie bielą ołowiową. Na wypukłych nimbach i żółtym pulmencie założono złoto.	
<p>Karnacje: - pigmenty żelazowe, cynober, biel ołowiowa, aurypigment, umbra, cynober (usta) i aurypigment Partie niebieskie: - biel ołowiowa Partie zielone: - aurypigment Folie metalowe: - srebro Cechy charakterystyczne: - ikonę charakteryzuje duża ilość aurypigmentu występującego w zielonych fragmentach obrazu oraz w karnacjach. W zieleniach (z dodatkiem aurypigmentu) jako biel wykorzystano kolor zaprawy. Do wykonania czerwonej księgi użyto minii</p>	Przekrój 1 „indygo”	Nie badano	W badaniu potwierdzono obecność srebrnej folii w tle „Ag (36,4 ± 1,2%)”	X (?)	X	X	X	X		Ikona została namalowana szybko i sprawnie, miejscami laserunkowo, bez dbałości o detal. W tle, na czarnym pulmencie zastosowano srebro. Warstwa malarska została wykonana miękkimi, okrągłymi pędzlami w ograniczonej gamie barwnej, z użyciem następujących pigmentów: pigmenty żelazowe, cynober, biel ołowiowa, aurypigment, umbra, ultramaryna (?), minia, czerń kostna i indygo. Charakterystyczne dla badanej ikony jest duże zastosowanie aurypigmentu oraz brak pigmentów miedziowych w błękitach i zieleniach, jak również wykorzystanie koloru zaprawy kredowej jako bieli. Obszary z aurypigmentem nie zawierają bieli ołowiowej.	

Lp.	Obiekt	Podobrazie - dendrologia - dendrochronologia Rozmiar podobrazia, tkanina wzmacniająca	Zaprawa - rodzaj - analiza skupień nanoplanktonu wapiennego - XRPD - SEM EDS - liczba warstw	Warstwa przygotowawcza: - ryt, - rysunek/podmalowanie, - zmiany kompozycyjne, - cechy charakterystyczne	Warstwa malarska identyfikacja pigmentów/folii SEM EDS
-----	--------	---	---	---	--

13

Chrystus Pantokrator z archaniołami (z rządu Deesis)
MNX XVIII-27
(Kat. 9)

Drewno:
- lipowe (*Tilia*)
Rozmiar podobrazia:
- duży
Tkanina wzmacniająca:
- płótno występuje
w postaci pojedynczych,
podobnej szerokości
pasów naklejonych na
pionowym łączeniu
desek (3 pasy) oraz
horyzontalnych
przyklejonych wzdłuż
górną i dolną krawędzi
ikony

Zaprawa:
- kredowa
- 107 kokolitów
(brak oznaczenia
pokładu)
XRPD:
- kalcyt, kwarc,
weddellit
SEM EDS:
- kreda
z dodatkiem
krzemu
Liczba warstw:
- zaprawa
wielowarstwowa,
min. 4 cienkie
warstwy kruszej
zaprawy (próbki
łatwo ulegają
rozwarstwieniu)

Ryt:
- odręczne, nieprecyzyjne
ryty oddzielają partie
srebrzonego tła od warstwy
malarskiej i wyznaczają
zasadnicze części kompozycji.
Postać Chrystusa zaznaczona
z detalami twarzy (powieki,
usta, dół nosa)
Rysunek/podmalowanie:
- odręczny rysunek
przygotowawczy jest dobrze
widoczny i został wykonany
sprawnie, malarsko miękkim,
okrągłym pędzlem w sposób
laserunkowy
Zmiany kompozycyjne:
- nieznaczne
Cechy charakterystyczne:
- ogólne ryty
- postać Chrystusa
opracowana z detalami (ryty
twarzy)
- sprawne i wykonane z dużą
lekkością podmalowanie pod
całością kompozycji

Przekrój 1
(błękit z sukni Chrystusa)
„- zaprawa kredowa z krzemem
- w warstwie malarskiej wykryto kredę, aury pigment,
pigment ziemny oraz związku krzemu
- werniks”
Przekrój 3
(zielona szata postaci po lewej stronie, warstwa z bielą
w świetle)
„- warstwa aury pigmentu z wypełniaczem kredowym oraz
krzemem
- warstwa bieli ołowiowej
- w kolejnej warstwie wykryto związki organiczne
- w warstwie zewnętrznej wykryto krzem, kredę, pigment
ziemny, ewentualnie czerni roślinną”
Przekrój 6
(skrzydło postaci po prawej)
„- wielowarstwowa zaprawa kredowa z krzemem
- warstwa aury pigmentu z wypełniaczem kredowym oraz
związkami krzemu
- cienka warstwa bieli ołowiowej z wtrąceniami czerni kostnej
- werniks (?)”

14

Hodegetria w otoczeniu archaniołów, apostołów oraz Joachima i Anny
MNX XVIII-28
(Kat. 19)

Drewno:
- lipowe (*Tilia*)
Rozmiar podobrazia:
- duży
Tkanina wzmacniająca:
- nie występuje

Zaprawa:
- gipsowa
- brak
kokolitów (0)
XRPD:
- anhydryt
SEM EDS:
- gips
Liczba warstw:
- min. 1 warstwa
zaprawy do 1 mm
grubości, o różnej
strukturze
(gładka oraz
z wtrąceniami)

Ryt:
- widoczne 2 rodzaje rytów:
płytkie (kompozycja) oraz
głębokie (wzór nimbów).
Cienkie ryty wyznaczają
ogólną kompozycję (układ
szat, rozmieszczenie
poszczególnych elementów
ikonograficznych). W nimbie
Matki Boskiej widoczna
zmiana jego kompozycji
- pierwotnie 3 cienkie
okręgi zmieniono na grubo
rytowany wzór
Rysunek/podmalowanie:
- rysunek przygotowawczy
wykonano precyzyjnie
cienkim pędzlem.
Miejscowo widoczne cienkie
i laserunkowe pociągnięcia
pędzla
Zmiany kompozycyjne:
- nieliczne, widoczne
w nimbie
Cechy charakterystyczne:
- precyzja w wykonaniu
rytów (nimby)
- graficzny sposób
podmalowania

Przekrój 1
(zielone tło kręgow z apostołami)
„- zaprawa gipsowa
- w warstwie malarskiej wykryto biel ołowiową, azuryt, czerni
kostną oraz aury pigment
- w warstwie zewnętrznej wykryto związki organiczne”
Przekrój 2
(welon Matki Boskiej)
„- warstwa bieli ołowiowej z azurytem oraz wtrąceniami
pigmentu żelazowego
- warstwa bieli ołowiowej
- werniks”
Przekrój 3
(zielen z szaty Archanioła Gabriela w światłach)
„- zaprawa gipsowa
- warstwa malachitu, krzemionki z wtrąceniami czerni
kostnej oraz cynobru. Ślad pigmentu żelazowego
- cienka warstwa bieli ołowiowej”

XRF – makro-skan	μRaman	XRPD	XRF – punktowe	Identyfikacja pigmentów				Podsumowanie		
				smalta	ultramaryna	niebieskie pigmenty miedziowe	pigment organiczny/indygo	zielone pigmenty miedziowe	aurypigment	żółta cynowo-olowiowa
<p>Karnacje: - pigmenty żelazowe, cynober, biel ołowiowa, aurypigment, umbra, cynober i aurypigment (usta) Partie niebieskie: - biel ołowiowa Partie zielone: - aurypigment Folie metalowe: - srebro Cechy charakterystyczne: - w ikonie widoczna duża, charakterystyczna ilość aurypigmentu występującego w karnacjach, tle oraz zielonych partiach obrazu. W skrzydłach i fragmentach różu możliwe zastosowanie minii</p>	Nie badano	Nie badano	W badaniu potwierdzono obecność srebrnej folii w tle oraz bieli ołowiowej lub minii w najbliższym otoczeniu: „1. Ag (18.8 ± 0.7%) Pb (41.4 ± 0.6%) 2. Ag (35.1 ± 1.0%) Pb (11.0 ± 0.5%) 3. Ag (31.6 ± 1.2%) Pb (10.4 ± 0.5%)”							
<p>Karnacje: - pigment lub pigmenty miedziowe, żelazowe, aurypigment, cynober (usta i linia nosa Marii), biel ołowiowa, umbra Partie niebieskie: - biel ołowiowa, pigment lub pigmenty miedziowe Partie zielone: - biel ołowiowa, pigment lub pigmenty miedziowe Folie metalowe: - złoto Cechy charakterystyczne: - czarne linie (cieni/światła) na płaszczy Matki Boskiej wykonano farbą z dużą zawartością pigmentu lub pigmentów miedziowych z domieszką cynku. W partii pomarańczowego tła i sukni Chrystusa zastosowano minię w mieszaninie z bielą ołowiową i umbrą lub mieszaninę bieli ołowiowej z pigmentem organicznym. Ciemne napisy zostały wykonane z użyciem pigmentu lub pigmentów miedziowych. Cynober użyto jedynie w partiach czerwonych napisów, szat i ust</p>	<p>Próbki proszkowe 1, 2: Analiza wykazała obecność: „kupryt, [...] azuryt, [...] hematyt, [...] ziemie zielone”</p>	<p>Próbka proszkowa 1: „Analiza uzyskanych danych, [...] jednoznacznie wskazuje, że składnikami zidentyfikowanymi w badanej próbce są kalcyt oraz azuryt”</p>	Nie badano	X azuryt	X (?)	X malachit	X	X	<p>Styl wykonania, technologia oraz cechy charakterystyczne ikony są analogiczne do przedstawienia MNK XVIII-26. Nasuwa się przypuszczenie wykonania wspomnianych obiektów przez jeden warsztat lub autora. Srebrzenia, podobnie jak w ikonie MNK XVIII-26, zostały wykonane na czarnym pulmencie.</p> <p>Obraz jest malowany sprawnie, w bogatej palecie kolorystycznej: pigmenty miedziowe, żelazowe, aurypigment, cynober, biel ołowiowa, umbra, azuryt, malachit, czerni kostna, minia (?), czerwien żelazowa, ziemia zielona. Prócz znacznego zastosowania aurypigmentu, w niektórych partiach zieleni użyto malachitu zarówno w połączeniu z bielą ołowiową, jak i bez rozbielenia (szaty Archanioła Gabriela). W ikonie występują 2 rodzaje rytów: płytkie i głębokie (w nimbach), oraz precyzyjny rysunek przygotowawczy, wykonany także laserunkowo cienkim pędzlem. Do złocenia nimbów użyto złotej folii płatkowej. W pigmentach miedziowych obecna jest domieszka cynku.</p>	

Lp.	Obiekt	Podobrazie - dendrologia - dendrochronologia Rozmiar podobrazia, tkanina wzmacniająca	Zaprawa - rodzaj - analiza skupień nanoplanktonu wapiennego - XRPD - SEM EDS - liczba warstw	Warstwa przygotowawcza: - ryt, - rysunek/podmalowanie, - zmiany kompozycyjne, - cechy charakterystyczne	Warstwa malarska identyfikacja pigmentów/folii SEM EDS
-----	--------	---	---	---	--

15

Narodzenie i Zasięgnięcie Bogurodzicy
MNK XVIII-29
(Kat. 26)

Drewno:
- lipowe (*Tilia*)
Rozmiar podobrazia:
- duży
Tkanina wzmacniająca:
- płótno wzmacniające
występuje w postaci
2 pasów średniej
szerokości przyklejonych
do podobrazia na łączeniu
desek. Pas lewy występuje
na całej wysokości desek,
a prawy na ¾ wysokości
od góry

Zaprawa:
- kredowa
- 300 kokolitów
(pokład: *L. levis*)
XRPD:
- nie badano
SEM EDS:
- kreda
Liczba warstw:
- min. 1–2
warstwy zaprawy.
Na przekrojach
widoczna
gruba warstwa
przeklejenia
i podmalowanie
bielą ołowiową
oraz warstwa
czerni węglowej
z podrysowania
(?)

Ryt:
- w ikonie widoczne
zróżnicowanie rytów, które
obejmuje grawerunki główne:
głębokie i nieprecyzyjne
o nierównej i falującej linii,
oddzielające obszary złożone
od malarskich; głębokie,
geometryczne określające
kształt nimbów; płytkie
i precyzyjne rytły wewnątrz
powierzchni nimbów. Rysunek/
podmalowanie:
- rysunek przygotowawczy
wykonany szkicowo cienkim,
miejscami grubszym sztyftem
z węgla drzewnego. Kreski i linie
stawiano sztywno, graficznie
(w partiach niektórych szat),
powtarzając je wielokrotnie
w kierunku pionowym.
Pozostawione ślady pozbawione
są płynności linii
Zmiany kompozycyjne:
- liczne
Cechy charakterystyczne:
- różnorodność rytów
(zewnątrzne i wewnętrzne)
- brak precyzji wykonania rytów
ogólnych
- precyzja i geometria
w tworzeniu kształtu nimbów
- rysunek wykonany węglem
drzewnym, niewprawny,
z wielokrotnymi powtórzeniami
(szczególnie 1 postać)

Przekrój 1
(płaszcz św. Anny)
„- zaprawa kredowa, przeklejona
- podmalowanie bielą ołowiową
- w warstwie koloru zielononiebieskiego występuje kreda,
pigment miedziowy oraz domieszka smalty
- werniks (?)”
Przekrój 2
(błękit z tła z apostołami)
„- zaprawa kredowa
- w czarnej warstwie obserwuje się duży pik węgla (czerni
węglowa lub związki organiczne)
- warstwa niebieskiego pigmentu miedziowego z bielą
ołowiową oraz wypełniaczem kredowym przechodzący
w warstwę bieli ołowiowej
- werniks”
Przekrój 3
(suknia Matki Boskiej w cieniu)
„- zaprawa kredowa
- warstwa azurytu z wypełniaczem kredowym”

16

Hodegetria w otoczeniu archaniołów, proroków oraz Joachima i Anny
MNK XVIII-30
(Kat. 17)

Drewno:
- lipowe (*Tilia*)
Rozmiar podobrazia:
- duży
Tkanina wzmacniająca:
- występuje na
całości deski w 2
brytach łączonych
na wysokości twarzy
Chrystusa. Dodatkowy
fragment doklejony jest po
prawej stronie obrazu na
połowie szerokości pola
z prorokami

Zaprawa:
- kredowa
- 153 kokolitów
(pokład: *L. levis*)
XRPD:
- kalcyt
SEM EDS:
- kreda
Liczba warstw:
- min. 3 warstwy
zaprawy różnej
grubości, w tym
warstwa pod
malowidłem jest
najmniejszej
grubości

Ryt:
- cienki, ogólny ryt oddziela
pokryte folią tło od części
malarskiej. W scenie głównej
grawerowanie wykonane
precyzyjnie, zaś w scenach
bocznych szkicowo. W wielu
miejscach warstwa malarska
nie pokrywa się z jego
kształtem. Nimby wykonane
precyzyjnie i geometrycznie
Rysunek/podmalowanie:
- w scenie głównej rysunek
mało widoczny, zaś w scenach
bocznych wykonany bardzo
subtelnie, prawdopodobnie
cienkim pędzlem. Widoczne
kreski jednej grubości
o różnym natężeniu
Zmiany kompozycyjne:
- liczne (widoczne zmiany
układu szat)
Cechy charakterystyczne:
- 2 rodzaje rytów: swobodne
- w scenach bocznych,
i precyzyjne – w scenie
głównej

Przekrój 1
(niebieski rękaw postaci – dolny rząd, 3. postać od lewego
brzegu ikony)
„- podmalowanie bielą ołowiową
- w warstwie koloru niebieskiego występuje azuryt z bielą
ołowiową oraz kreda i wtrącenia pigmentu żelazowego
- werniks (?)”
Przekrój 2
(welon Matki Boskiej przy lewym uchu; w zaprawie widoczne
włókna tkaninowe)
„- w następnej warstwie koloru niebieskiego występuje biel
ołowiowa. Nie stwierdzono obecności nieorganicznego
pigmentu niebieskiego
- warstwa azurytu z bielą ołowiową i wtrąceniami pigmentu
zimnego oraz aury pigmentu
- werniks (?)”
Przekrój 3
(zielen rękawa płaszcza; prawa strona obrazu, 2. postać od
góry)
„- w następnej warstwie występuje zielony pigment
miedziowy, biel ołowiowa oraz wtrącenia czerni kostnej
- w warstwie zewnętrznej wykryto biel ołowiową z żółtą
cynowo-ołowiową”

XRF – makro-skan	µRaman	XRPD	XRF – punktowe	Identyfikacja pigmentów						Podsumowanie	
				smalta	ultramaryna	niebieskie pigmenty miedziowe	pigment organiczny/indygo	zielone pigmenty miedziowe	aurypigment	żółta cynowo-olowiowa	
<p>Karnacje:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pigment lub pigmenty miedziowe, żelazowe, niewielki dodatek aurypigmentu, cynober (także usta), biel ołowiowa, umbra Partie niebieskie: <ul style="list-style-type: none"> - biel ołowiowa, pigment lub pigmenty miedziowe Partie zielone: <ul style="list-style-type: none"> - biel ołowiowa, pigment lub pigmenty miedziowe Folie metalowe: <ul style="list-style-type: none"> - złoto Cechy charakterystyczne: <ul style="list-style-type: none"> - w ikonie dominują pigmenty miedziowe (z charakterystycznym dodatkiem cyny) poza partiami w kolorze czerwonym, białym i częściowo jasnobrązowym. Miedź jest obecna także w błękitach, zieleniach i częściowo w ugrach. W jednej z postaci kobiecych wykryto także cynę, mogącą wskazywać na zastosowanie żółtej cynowo-olowiowej. W warstwach pigmentów żelazowych występuje bar i tytan. Cynobrem namalowano płaszczyzny jasnoczerwone, napisy, okręgi nimbów, płaszcz, przedmioty oraz cienie sukni wykonanej żółtą cynowo-olowiową 	<p>Próbka proszkowa 1: „Dokonując analizy spektralnej oraz porównując położenia pasm na uśrednionym widmie próbki MNK XVIII-29 z widmem standardowym⁵, należy potwierdzić obecność żółtej cynowo-olowiowej typu I”</p>	<p>Próbka proszkowa 2: „Analiza uzyskanych danych, wykonana z wykorzystaniem bazy danych dyfrakcyjnych PDF-4+, jednoznacznie wskazuje, że składnikami zidentyfikowanymi w badanej próbce są kalcyt, azuryt oraz hydrocerusyt”</p>	Nie badano	X	X	X	X	X	X	X	<p>Ikony wykonano w bogatej gamie kolorystycznej, z ozdobnym roślinnym obramieniem, przy zastosowaniu następujących pigmentów: pigmenty miedziowe, azuryt, smalta, żółta cynowo-olowiowa typu I, pigmenty żelazowe, aurypigment, cynober, biel ołowiowa, umbra, czerni węgłowa. W ikonie do wykonania rysunku użyto prawdopodobnie sztyftu węglowego, którego ślady można dostrzec jako sztywne, graficzne i wielokrotnie powtarzające się kreski. Zgodnie z mapami XRF całość tła pokrywa złota folia. Na zdjęciach w dużych powiększeniach widoczna jest folia złoto-srebrna (dwójnik) ułożona na czerwonym pulmencie. W nimbach widoczne złoto na czerwonym pulmencie. Opisywana ikona jest jedną z nielicznych w badanej grupie, w której występuje żółta cynowo-olowiowa, a obok azurytu i malachitu użyto smaltę. Na uwagę zasługuje także fakt występowania cynku w pigmentach miedziowych.</p>
<p>Karnacje:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pigment lub pigmenty żelazowe, cynober (silny sygnał w partii ust), biel ołowiowa, umbra Partie niebieskie: <ul style="list-style-type: none"> - pigment lub pigmenty miedziowe, biel ołowiowa Partie zielone: <ul style="list-style-type: none"> - pigment lub pigmenty miedziowe, biel ołowiowa Folie metalowe: <ul style="list-style-type: none"> - złoto, srebro na asystach i skrzydłach aniołów – nie można wykluczyć użycia srebra w stopie z miedzią w miejscach uzupełnień. Do jednoznacznego określenia składu konieczne jest wykonanie badań uzupełniających Cechy charakterystyczne: <ul style="list-style-type: none"> - w ikonie dominują pigmenty żelazowe z dodatkiem umbr, szczególnie w płaszczu Matki Boskiej. W partiach czerwonych o odcieniu różu zastosowano cynober, biel ołowiową, być może z dodatkiem barwnika naturalnego. W cieniach na sukience Dzieciątka widoczne zastosowanie pigmentów miedziowych 	<p>Przeźrój 3: „W próbce [...] stwierdzono obecność żółtej cynowo-olowiowej typu I”</p>	Nie badano	Nie badano	X	X	X	X	X	X	X	<p>Ikona została poddana pełnej konserwacji wraz z licznymi rekonstrukcjami, które utrudniają jednoznaczną analizę pierwotnej warstwy malarskiej. Malowidło wykonano precyzyjnie, w bogatej kolorystyce, z zastosowaniem następujących pigmentów: żelazowych, miedziowych, bieli ołowiowej, cynobru, umbr, aurypigmentu, azurytu, żółtej cynowo-olowiowej typu I oraz czerni kostnej. Karnacje namalowano w oparciu o pigmenty żelazowe oraz biel ołowiową, umbrę i cynober. Partie niebieskie i zielone otrzymano z pigmentów miedziowych (błękity z azurytu) w połączeniu z bielą ołowiową. Miejscowo w obrazie widoczne są także wtrącenia aurypigmentu. Charakterystyczne dla ikony są tu pigmenty miedziowe, których użyto do wykonania cieni na sukience Dzieciątka.</p>

Lp.	Obiekt	Podobrazie - dendrologia - dendrochronologia Rozmiar podobrazia, tkanina wzmacniająca	Zaprawa - rodzaj - analiza skupień nanoplanktonu wapiennego - XRPD - SEM EDS - liczba warstw	Warstwa przygotowawcza: - ryt, - rysunek/podmalowanie, - zmiany kompozycyjne, - cechy charakterystyczne	Warstwa malarska identyfikacja pigmentów/folii SEM EDS
-----	--------	---	---	---	--

17

Sąd Ostateczny
MNK XVIII-32
(Kat. 39)

Drewno:
- lipowe (*Tilia*)
Rozmiar podobrazia:
- bardzo duży (fragment)
Tkanina wzmacniająca:
- płótno wzmacniające
występuje na pionowym
łączeniu desek w postaci
pojedynczego pasa
złożonego z kilku
sklejonych ze sobą płócien
o różnej szerokości
i długości. Tkanina
została naklejona
niestarannie, ze ścinków

Zaprawa:
- kredowa
- 200 kokolitów
(pokład: *L. levis*)
XRPD:
- kalcyt, kwarc,
domieszki
SEM EDS:
- kreda
Liczba warstw:
- min. 2 warstwy
zaprawy o różnej
granulacji
wypełniacza.
Warstwy leżące
poniżej mają
grubsze ziarna,
warstwa bliżej lica
- drobniejsze

Ryt:
- mało widoczny ryt,
podkreśla ogólne zarysy
kompozycji wraz z nimbami.
Został wykonany odręcznie
i nieprecyzyjnie. Widoczne
są tu liczne zmiany układu –
postać Archaniola Michała –
lewa strona przy tronie, kręgi
(carstwa) po lewej stronie
obrazu
Rysunek/podmalowanie:
- rysunek dobrze widoczny,
w związku z czym
dostrzegalne są zmiany
pierwotnego układu
kompozycyjnego (np. ręka
postaci u dołu po prawej
stronie obrazu). Szkiełko
wykonano laserunkowo
z zachowaniem detali,
pędzlami różnej wielkości
i kształtu (miękkimi,
okrągłymi i płaskimi).
Zwraca uwagę duża
sprawność malarska
i swoboda w wykonaniu
podmalowania
Zmiany kompozycyjne:
- liczne
Cechy charakterystyczne:
- mało widoczne ryt
- ryt płytkie, ogólne
- malarskość i bogactwo
warsztatowe na etapie
przygotowania
- liczne zmiany układu

Przekrój 2

(fragment niebieskiego tła z mandorli Boga Ojca)
„- w warstwie koloru niebieskiego występuje biel ołowiowa
oraz kreda. Nie stwierdzono obecności nieorganicznego
pigmentu niebieskiego.
- w warstwie czerwonej wykryto dużą ilość ołowiu,
prawdopodobnie jest to minia
- w warstwie zewnętrznej wykryto wapń, krzem oraz ślady
pigmentu ziemnego”

Przekrój 3

(błękit z bielą z okręgów z przestawieniami carstw)
„- w warstwie podmalowania żółtego wykryto biel ołowiową
oraz aury pigment
- w warstwie koloru niebieskiego występuje biel ołowiowa
oraz kreda i wtrącenia czerni kostnej. Nie stwierdzono
obecności nieorganicznego pigmentu niebieskiego
- warstwa bieli ołowiowej
- werniks (?)”

Przekrój 8

(błękit z okrycia Jana Chrzyciela)
„- w warstwie spodniej wykryto biel ołowiową,
glinokrzemiany oraz wtrącenia cynobru
- w środkowej, niejednorodnej warstwie wykryto kredę, biel
ołowiową, biel barytową, wtrącenia minii oraz pigmentu
ziemnego
- w warstwie koloru pomarańczowego stwierdzono obecność
bieli barytowej, bieli ołowiowej oraz wtrącenia minii
i pigmentu ziemnego”

18

Hodegetria w otoczeniu archaniołów
MNK XVIII-45
(Kat. 15)

Drewno:
- lipowe (*Tilia*)
Rozmiar podobrazia:
- duży
Tkanina wzmacniająca:
- nie występuje

Zaprawa:
- kredowa
- 300 kokolitów
(pokład: *L. levis*)
XRPD:
- nie badano
SEM EDS:
- kreda ze
związkami
krzemu
Liczba warstw:
- min. 1 warstwa
(przekroje
poprzeczne
uniemożliwiają
dokonanie
precyzyjnej
analizy)

Ryt:
- ryt dobrze widoczny
w nimbach oddziela folie
metalowe od warstwy
malarskiej. W jego obszarze
został wykonany głęboko,
geometrycznie i precyzyjnie.
W pozostałych miejscach
grawerunek niewidoczny
Rysunek/podmalowanie:
- rysunek przygotowawczy
wykonano bardzo
precyzyjnie, cienkim pędzlem
zróżnicowanymi liniami –
cieńszymi i grubszy, także
poprzez lawowanie. Rysunek
w większości pokrywa się
z malowidłem. Zmiany
dotyczą głównie układu
fałdów na płaszczu Marii
Zmiany kompozycyjne:
- brak, z wyjątkiem zmian
kompozycyjnych w płaszczu
Marii
Cechy charakterystyczne:
- duża precyzja wykonania
- głębokie, geometryczne
i precyzyjne ryt
- brak zmian
kompozycyjnych

Przekrój 1

(niebieskozielone tło)
„- w warstwie koloru niebieskiego występuje pigment
miedziowy, biel ołowiowa oraz wtrącenia pigmentu
żelazowego, czerni kostnej i aury pigmentu
- werniks (?)”

Przekrój 2 (zielona/niebieska suknia archanioła po lewej stronie)

„- w warstwie zewnętrznej występuje azuryt, żółta
neapolitańska, aury pigment, biel ołowiowa oraz wtrącenia
pigmentu żelazowego i czerni kostnej”

Przekrój 3

(welon Matki Boskiej)
„- warstwa azurytu z bielą ołowiową i wtrąceniami pigmentu
żelazowego, ewentualnie minii
- werniks (?)”

XRF – makro-skan	µRaman	XRPD	XRF – punktowe	Identyfikacja pigmentów						Podsumowanie	
				smalt	ultramaryna	niebieskie pigmenty miedziowe	pigment organiczny/indygo	zielone pigmenty miedziowe	aurypigment	żółta cynowo-olowiowa	
<p>Karnacje: - pigmenty żelazowe, cynober, biel ołowiowa, umbra Partie niebieskie: - biel ołowiowa Partie zielone: - brak jednoznacznych obszarów zieleni (zabrudzenia) Folie metalowe: - nie stwierdzono Cechy charakterystyczne: - w ikonie jest dostrzegalne zastosowanie aurypigmentu, szczególnie w partii tła oraz czarnych linii kompozycyjnych (np. rysunek wagi dusz). Cynober znajduje zastosowanie jedynie w karnacjach, pozostałe fragmenty czerwieni zostały wykonane przy użyciu minii</p>	<p>Przekrój 2: „W granatowych wtrąceniach oznaczonych na zdjęciu nr 2 zidentyfikowano skupiska indygo, [...] Podczas pomiaru liniowego w miejscu oznaczonym nr 3 w niebieskim wtrąceniu wykryto pigment ultramaryny [...]”</p>	Nie badano	Nie badano	X	X	X	X	X	<p>Zabrudzenia na powierzchni ikony utrudniają jednoznaczną interpretację pierwotnej kolorystyki. Malowidło wykonano z dużą swobodą, laserunkowo, w ograniczonej gamie barwnej z przewagą ugrów, brązów, błękitów i ceglanych czerwieni. Efekty te uzyskano przy użyciu m.in. następujących pigmentów: pigmenty żelazowe, biel ołowiowa, minia, cynober, indygo, ultramaryna (?), aurypigment, umbra, czern kostna. Widocznie w obrazie błękity zostały wykonane głównie dzięki mieszaninie indyga i bieli ołowiowej. W nimbach występuje folia metalowa w kolorze srebrnym (nie zidentyfikowana metodą XRF). W partiach przypominających kolorystycznie zieleni widoczne ziarna aurypigmentu w połączeniu z pigmentem niebieskim.</p>		
<p>Karnacje: - pigment lub pigmenty miedziowe (?) – bardzo słaby sygnał, pigmenty żelazowe, niewielki dodatek aurypigmentu, cynober (karnacja i usta), biel ołowiowa, umbra Partie niebieskie: - pigment lub pigmenty miedziowe, biel ołowiowa Partie zielone: - pigment lub pigmenty miedziowe, biel ołowiowa Folie metalowe: - w nimbach Matki Boskiej i Chrystusa srebro, w nimbach archaniołów – złoto Cechy charakterystyczne: - w ikonie widoczne zmiany kompozycyjne w obszarze ołowiu (minia, biel ołowiowa) oraz miedzi (pigmenty miedziowe) – prawa strona Dzieciątka. Cynober poza obszarami jasnoczerwonymi występuje także w mieszaninach z ochrami i brązami (szaty Marii i Dzieciątka oraz skrzydła archaniołów). Aurypigment wykorzystano do wykonania ornamentów płaszcza Marii, asystek Dzieciątka i skrzydeł archaniołów. W polu pigmentów miedziowych zaobserwowano także występowanie cynku</p>				<p>Przekrój 2: „We wskazanych złotych punktach zidentyfikowano obecność masykoty [...]. Nie znaleziono śladów żółtej neapolitańskiej [...] W niektórych miejscach natrafiono również na ślady ultramaryny [...] Może świadczyć o obecności ołowionej (Pb₃O₄) [...]”</p>	<p>Próbka proszkowa 1: „głównym zidentyfikowanym składnikiem próbki jest azuryt. W badanej próbce występuje także domieszka hydrocerusytu”</p>	X	X	azuryt		X	X

Lp.	Obiekt	<p>Podobrazie - dendrologia - dendrochronologia Rozmiar podobrazia, tkanina wzmacniająca</p>	<p>Zaprawa - rodzaj - analiza skupień nanoplanktonu wapiennego - XRPD - SEM EDS - liczba warstw</p>	<p>Warstwa przygotowawcza: - ryt, - rysunek/podmalowanie, - zmiany kompozycyjne, - cechy charakterystyczne</p>	<p>Warstwa malarska identyfikacja pigmentów/folii</p> <p>SEM EDS</p>
19	<p>Św. Paraskewa ze scenami żywota i pasji MNK XVIII-57 (Kat. 48)</p>	<p>Drewno: - lipowe (<i>Tilia</i>) Rozmiar podobrazia: - duży Tkanina wzmacniająca: - płótno wzmacniające zakrywa całość podobrazia. Górny pas wykonany z 2 fragmentów tkaniny, a dolny z 1 fragmentu. W miejscach łączenia drewnianych paneli zastosowano dodatki wzmocnienia w postaci szerokich poprzecznych kołków (ten sam sposób łączenia występuje w ikonie XVIII-25)</p>	<p>Zaprawa: - kredowo- gipsowa - brak kokolitów (0) XRPD: - kalcyt, kwarc, gips SEM EDS: - kreda oraz kreda z dużą zawartością krzemionki Liczba warstw: - min. 1 warstwa zaprawy o znacznej grubości, mocno przeklejona pod warstwą malarską; na 3 przekrojach widoczna zaprawa z wtrąceniami o różnej wielkości i kształcie wypełniacza (nieznacznie podobna do ikony MNK XVIII-28, przekrój 1)</p>	<p>Ryt: - niewidoczny Rysunek/podmalowanie: - rysunek przygotowawczy zgodny z końcową wersją ikony. Został wykonany pędzłami o różnej wielkości, graficznie i malarsko. Sposób wykonania analogiczny do linii konturów i widoczny w warstwie malarskiej Zmiany kompozycyjne: - brak Cechy charakterystyczne: - brak czytelnego rozdzielenia warstwy podmalowania od warstwy malarskiej. Obydwie warstwy wydają się przenikać wzajemnie</p>	<p>Przekrój 1 (zieleń z sukni św. Paraskewy w scenie ścięcia – u dołu obrazu) „- w warstwie koloru zielonego występują malachit, biel ołowiowa oraz wtrącenia pigmentu żelazowego i czerni kostnej. Wykryto również niewielką ilość baru (biel barytowa?)” - w warstwie zewnętrznej występują głównie związki organiczne oraz wapń, krzem i ślady żelaza” Przekrój 2 (zieleń ze skały w scenie przepiłowywania) „- w warstwie koloru zielonego wykryto zielony pigment miedziowy oraz wtrącenia żółtej cynowo-ołowiowej, czerni kostnej i pigmentów ziemnych - w warstwie zewnętrznej występują głównie związki organiczne oraz wapń, krzem i ślady żelaza” Przekrój 3 (welon św. Paraskewy) „- cienka warstwa podmalowania – pigmenty ziemne - w warstwie koloru zielononiebieskiego wykryto pigment miedziowy oraz wtrącenia czerni, zawierającej żelazo i czerni kostnej. Wykryto również niewielką ilość baru (biel barytowa?)”</p>
20	<p>Św. Jerzy zwyciężający smoka MNK XVIII-58 (Kat. 44)</p>	<p>Drewno: - lipowe (<i>Tilia</i>) Rozmiar podobrazia: - średni Tkanina wzmacniająca: - nie występuje</p>	<p>Zaprawa: - kredowa - 300 kokolitów (pokład: <i>L. maastrichtensis</i>) XRPD: - nie badano SEM EDS: - kreda, glinokrzemiany i żelazo Liczba warstw: - min. 2 warstwy jednorodnej zaprawy o znacznej grubości, nad którymi znajduje się niejednorodna z licznymi wtrąceniami żelazowymi w kolorze ugrowym (przeklejenie lub impregnat)</p>	<p>Ryt: - niewidoczny Rysunek/podmalowanie: - niejednoznaczny. Z nielicznych fragmentów można wnioskować, że został namalowany miękkim pędzlem, półkryjąco, jako ogólny zarys kompozycji Zmiany kompozycyjne: - nieliczne poza niewielkimi zmianami kompozycyjnymi (dach architektury po prawej od głowy św. Jerzego) Cechy charakterystyczne: - brak</p>	<p>Przekrój 1 (fragment architektury) „- zaprawa niejednorodna – wykryto glinokrzemiany oraz niewielką ilość żelaza - w kolejnej warstwie wykryto biel ołowiową, kredę, związki krzemu oraz niewielką ilość żelaza - werniks (?)” Przekrój 3 (czerwień z tła) „- zaprawa kredowa - niejednorodna warstwa, w której wykryto glinokrzemiany oraz niewielką ilość żelaza - czerwona warstwa minii” Przekrój 4 (karnacja z twarzy) „- zaprawa kredowa, barwiona związkami żelaza - w kolejnej warstwie występuje biel ołowiowa z minią. Warstwa przechodzi w biel ołowiową - w warstwie zewnętrznej wykryto pigmenty ziemne, biel ołowiową oraz czerni kostną”</p>

XRF – makro-skan	µRaman	XRPD	XRF – punktowe	Identyfikacja pigmentów							Podsumowanie
				smalt	ultramaryna	niebieskie pigmenty miedziowe	pigment organiczny/indygo	zielone pigmenty miedziowe	aurypigment	żółta cynowo-ołowiowa	
<p>Karnacje:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pigment lub pigmenty żelazowe, umbra, cynober (też karnacja, usta), biel ołowiowa (minia) <p>Partie niebieskie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pigment miedziowy, biel ołowiowa <p>Partie zielone:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pigment lub pigmenty miedziowe, biel ołowiowa <p>Folie metalowe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - brak <p>Cechy charakterystyczne:</p> <ul style="list-style-type: none"> - w tłach scen (głównej i bocznych) widoczny aurypigment. W obszarach jaskrawoczerwonych (napisy, nimby, szaty i architektura) zastosowano cynober. W pozostałych miejscach połączono go z pigmentami żelazowymi. W obszarze pigmentów miedziowych widoczne także występowanie cynku 	Przekrój 2: W próbie MNK XVIII-57 „nie zidentyfikowano żółtej cynowo-ołowiowej”	<p>Nie badano</p> <p>Próbka proszkowa 1: „wskazuje na obecność azurytu [...]” i „domieszek niezidentyfikowanej fazy”</p> <p>Próbka proszkowa 3: „wskazuje [...] kalcyt oraz azuryt” i „domieszek niezidentyfikowanej fazy”</p>	Nie badano	X	azuryt						<p>Obraz pierwotnie wykonano w odmiennej kolorystyce niż widoczna, zniekształcona przez warstwę pociemniałego werniksu. Zgodnie z przekrojem 1. warstwa podmalowania została wykonana pigmentami ziemnymi, bez folii metalowych, w ograniczonej gamie barwnej, z zastosowaniem następujących pigmentów: pigmenty miedziowe, w tym malachit i azuryt, pigmenty żelazowe, w tym czerwień żelazowa, umbra, biel ołowiowa, cynober, minia (?), czerni kostna, żółta cynowo-ołowiowa (?). Malowidło zbudowano schematycznie i prosto. W zieleniach widoczne duże ziarna aurypigmentu oraz w tle sceny głównej i bocznych.</p>
<p>Karnacje:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pigment lub pigmenty żelazowe, biel ołowiowa (być może również minia) <p>Partie niebieskie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - brak obszarów <p>Partie zielone:</p> <ul style="list-style-type: none"> - brak obszarów <p>Folie metalowe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - brak <p>Cechy charakterystyczne:</p> <ul style="list-style-type: none"> - paleta wyjątkowo ograniczona, oparta na pigmentach ołowiowych i żelazowych, niemająca analogii w badanym zestawie ikon 	Nie badano	Nie badano									<p>Ikona zdecydowanie różni się od pozostałej części kolekcji, zarówno pod względem kolorystycznym, jak i sposobu wykonania. Bardziej przypomina malowidło ściennie niż sztalugowe. Trudno znaleźć analogię do innej ikony pod względem technologicznym. Widoczna jest tu gama barwna, w której dominują czerwienie uzyskane z minii i pigmentów żelazowych, biel ołowiowa, pigmenty ziemne, kreda. Brak natomiast błękitów i zieleni.</p>

Lp.	Obiekt	Podobrazie - dendrologia - dendrochronologia Rozmiar podobrazia, tkanina wzmacniająca	Zaprawa - rodzaj - analiza skupień nanoplanktonu wapiennego - XRPD - SEM EDS - liczba warstw	Warstwa przygotowawcza: - ryt, - rysunek/podmalowanie, - zmiany kompozycyjne, - cechy charakterystyczne	Warstwa malarska identyfikacja pigmentów/folii SEM EDS
-----	--------	---	---	---	--

21

Deesis: Chrystus Pantokrator z Matką Boską, św. Janem Chrzcicielem i archaniołami
MNK XVIII-62
(Kat. 8)

Drewno:
- świerkowe (*Picea*);
Datowanie dendrochronologiczne:
- lata 80. XVI w.
Rozmiar podobrazia:
- duży
Tkanina wzmacniająca:
- nie występuje

Zaprawa:
- kredowa
- 300 kokolitów (pokład: *L. levis*)
XRPD:
- nie badano
SEM EDS:
- kreda
Liczba warstw:
- zaprawa wielowarstwowa, min. 4 bardzo cienkie warstwy o różnej kolorystyce, z niewielkimi wtrąceniami ugrowymi. Raczej jednorodna zaprawa, różni się jednak wysokością oraz układem warstw w różnych miejscach malowidła

Ryt:
- ryt są wykonane nieprecyzyjnie i oddzielają srebrzone tło od warstwy malarskiej, która została wykonana z przesunięciem pierwotnej kompozycji zaznaczonej rytowaniem
Rysunek/podmalowanie:
- rysunek przygotowawczy widoczny jedynie w dolnej części szaty Chrystusa (tam też widoczna zmiana kompozycyjna), wykonany cienkim pędzlem, choć nie można wykluczyć także sztyftu węglowego.
Jednoznaczne określenie techniki wymaga dalszych analiz
Zmiany kompozycyjne:
- nieliczne
Cechy charakterystyczne:
- brak

Przekrój 2

(płaszcz Matki Boskiej z czarnym konturem)
„- zaprawa kredowa
- w warstwie koloru czerwonego wykryto biel ołowiową. Nie wykryto nieorganicznego pigmentu czerwonego. W tym wypadku, ze względu na obraz mikroskopowy, sygnał od ołowiu pochodzi prawdopodobnie z bieli ołowiowej, a nie z minii
- w następnej cienkiej, ciemnej warstwie wykryto związki organiczne, biel ołowiową oraz pigment ziemny
- w warstwie zewnętrznej wykryto krzemionkę, niewielką ilość bieli ołowiowej oraz kredę”

Przekrój 3

(płaszcz Chrystusa)
„- zaprawa kredowa
- następnie występuje warstwa koloru niebieskiego, w której wykryto biel ołowiową. Nie wykryto nieorganicznego pigmentu niebieskiego
- w czerwonej warstwie wykryto czerwień żelazową z wtrąceniami czerni kostnej oraz bieli ołowiowej
- werniks (?)”

Przekrój 4

(płaszcz archaniola przy lewej dłoni Chrystusa)
„- zaprawa kredowa
- w warstwie koloru jasnozielonego wykryto aury pigment, kredę, krzem oraz ślad żelaza

Przekrój 6

(zielone tło – trawa)
- zaprawa kredowa
- następnie występuje warstwa koloru niebieskiego, w której wykryto biel ołowiową. Nie wykryto nieorganicznego pigmentu niebieskiego. W czarnym wtrąceniu wykryto żelazo, krzem oraz węgiel
- w ciemnej warstwie wykryto związki organiczne oraz śladowe ilości pigmentu ziemnego
- w warstwie zewnętrznej wykryto związki organiczne, biel ołowiową oraz krzem”

Przekrój 7

(suknia Matki Boskiej)
„- zaprawa kredowa
- na warstwie przeklejenia znajdują się pozostałości bolusu (pigment ziemny) oraz srebrna folia
- w warstwie zewnętrznej wykryto gips, czerń kostną oraz niewielką ilość pigmentu ziemnego”

Przekrój 1

(błękit z brązem – oko archaniola)
„- zaprawa kredowa
- następnie występuje warstwa koloru niebieskiego, w której wykryto biel ołowiową. Nie wykryto nieorganicznego pigmentu niebieskiego
- w następnej cienkiej warstwie koloru brązowego wykryto biel ołowiową oraz pigment ziemny
- w warstwie zewnętrznej wykryto gips, niewielką ilość bieli ołowiowej oraz aury pigment”

Przekrój 2

(czerwień z tła)
„- zaprawa kredowa
- następnie występuje warstwa koloru czerwonego – wykryto cynober oraz wypełniacz kredowy
- warstwa zewnętrzna – organiczna”

Przekrój 3

(błękit z mandorli przy postaci św. Marka)
„- zaprawa kredowa
- następnie występuje warstwa koloru niebieskiego, w której wykryto biel ołowiową. Nie wykryto nieorganicznego pigmentu niebieskiego”

22

Chrystus Pantokrator w Chwale
MNK XXIII-64
(Kat. 4)

Drewno:
- lipowe (*Tilia*)
Rozmiar podobrazia:
- duży
Tkanina wzmacniająca:
- płótno wzmacniające mało widoczne. Występuje w postaci pojedynczych średniej szerokości pasów na pionowym łączeniu desek oraz na ich pęknięciu (1 pas). Lewy pas równomiernie przyklejono do podobrazia na całej długości, zaś prawy jest widoczny częściowo, co utrudnia jednoznaczne określenie jego zasięgu

Zaprawa:
- kredowa
- 300 kokolitów (pokład: *L. levis*)
XRPD:
- nie badano
SEM EDS:
- kreda
Liczba warstw:
- min. 1 warstwa zaprawy o znacznej grubości i zróżnicowanej granulacji

Ryt:
- cienki i mało widoczny ryt występuje w miejscach oddzielających tło od malowidła. Ryt nimbów i grawerunki na ramie są zdecydowanie głębiej i szerzej wykonane, a także bardziej widoczne od pozostałych
Rysunek/podmalowanie:
- niewidoczny. Mógł też zostać wykonany końcowa warstwa malarska może dokładnie powtarzać jego układ, a tym samym uniemożliwić jego obserwację
Zmiany kompozycyjne:
- nie badano
Cechy charakterystyczne:
- nie badano

Lp.	Obiekt	Podobrazie - dendrologia - dendrochronologia Rozmiar podobrazia, tkanina wzmacniająca	Zaprawa - rodzaj - analiza skupień nanoplanktonu wapiennego - XRPD - SEM EDS - liczba warstw	Warstwa przygotowawcza: - ryt, - rysunek/podmalowanie, - zmiany kompozycyjne, - cechy charakterystyczne	Warstwa malarska identyfikacja pigmentów/folii SEM EDS
-----	--------	---	---	---	--

23

Mandylion – Oblicze Chrystusa na chuście, obraz „Nie ręką uczyniony”
(gr. *Acheiropoietos*) z archaniołami Michałem i Gabrielem (?)
MNK XVIII-68 (Kat. 2)

Drewno:
- lipowe (*Tilia*)
Rozmiar podobrazia:
- średni
Tkanina wzmacniająca:
- została naklejona jako pojedynczy pas płótna na poziomym łączeniu desek. Jest on średniej wielkości i przykrywa ¼ powierzchni ikony od lewej krawędzi. Na końcu płótno zostało rozdarte, a następnie niedbale wklejone

Zaprawa:
- kredowa
- 300 kokolitów (pokład: *L. maastrichtensis*)
XRPD:
- nie badano
SEM EDS: kreda
Liczba warstw:
- min. 2 jednorodne warstwy zaprawy

Ryt:
- występuje jedynie w nimbie Chrystusa
Rysunek/podmalowanie:
- niewidoczne
Zmiany kompozycyjne:
- nie badano
Cechy charakterystyczne:
- nie badano

Przekrój 1

(zieleń z górnej, prawej listwy)
„- zaprawa kredowa z wtrąceniami czerni kostnej
- w warstwie koloru zielonego wykryto biel ołowiową, miedź oraz arsen. Prawdopodobnie zastosowano malachit i/lub zieleń szwajfurcką; ewentualnie występuje połączenie malachitu i aury pigmentu. Wykryto również ślad srebra”
Przekrój 2
(kontur skrzydła Archaniola Gabriela po prawej stronie)
„- zaprawa kredowa
- następnie występuje warstwa koloru czerwonego – wykryto cynober oraz minię i/lub biel ołowiową z licznymi wtrąceniami czerni węglowej
- w warstwie werniksu, żywicy lub podobnej
- w warstwie zewnętrznej wykryto kredę, krzemionkę oraz pigment ziemny”

Przekrój 3

(zieleń z Archaniola Michała po lewej stronie – z oliwą)
„- zaprawa kredowa
- w kolejnej warstwie wykryto biel ołowiową
- w warstwie koloru zielonego wykryto biel ołowiową, miedź oraz arsen. Prawdopodobnie zastosowano malachit i/lub zieleń szwajfurcką; ewentualnie występuje połączenie malachitu i aury pigmentu
- w cienkiej warstwie wykryto kredę, krzemionkę oraz pigment ziemny
- zewnętrzna warstwa organiczna”

24

Mandylion – Oblicze Chrystusa na chuście, obraz „Nie ręką uczyniony”
(gr. *Acheiropoietos*) z archaniołami Urielem i Rafałem
MNK XV III-71 (Kat. 1)

Drewno:
- lipowe (*Tilia*)
Rozmiar podobrazia:
- średni
Tkanina wzmacniająca:
- płótno zostało precyzyjnie przyklejone na całości podobrazia w 1 brycie, z zachowaniem kierunków wątku i osnowy

Zaprawa:
- kredowa
- 121 kokolitów (pokład: *L. levis*)
XRPD:
- nie badano
SEM EDS:
- kreda
Liczba warstw:
- min. 2 jednorodne warstwy zaprawy

Ryt:
- ryt są widoczne jedynie w nimbach i rozdzielają warstwę folii metalowej od warstwy malarskiej. Zostały precyzyjnie wygrawerowane na niewielką głębokość, z zachowaniem zasad geometrii. Ornamenty roślinne poprowadzono „z ręki”, o czym świadczą nierówne krawędzie i kształty oraz punce
Rysunek/podmalowanie:
- rysunek przygotowawczy wykonano prawdopodobnie przy użyciu czerni węglowej w formie farby lub sztyftu węglowego utrwalonego spoiwem (przekrój 2b oraz 4). Wzór w większości jest zgodny z wersją końcową przedstawienia, z wyjątkiem czerwonej szaty Uriela (wykonanej szkicowo i ogólnie), w której widać niewielkie zmiany
Zmiany kompozycyjne:
- nieliczne
Cechy charakterystyczne:
- nie badano

Przekrój 1

(brzeg chusty po prawej stronie obrazu – niebieski cień)
„- zaprawa kredowa
- w kolejnej, ciemniej warstwie wykryto kredę, srebro (trudno jednoznacznie stwierdzić, czy jest to folia) oraz folię złotą
- warstwa bieli ołowiowej
- azuryt”

Przekrój 2a

(zielona suknia Archaniola Rafała)
„- zaprawa kredowa
- w warstwie spodniej wykryto biel ołowiową
- w kolejnej warstwie wykryto biel ołowiową z pigmentem miedziowym oraz wtrąceniami czerni kostnej
- w warstwie koloru czerwonego stwierdzono obecność cynobru, bieli ołowiowej i/lub minii
- w półprzezroczystej warstwie o zabarwieniu zielonym wykryto pigment miedziowy, biel ołowiową, pigment ziemny, wypełniacz kredowy. Stwierdzono również dużą ilość arsenu, ale nie stwierdzono obecności odpowiedniej ilości siarki, co mogłoby wskazywać na aury pigment. Prawdopodobnie jest to zieleń szwajfurcka lub zieleń Scheelego”

Przekrój 2b

(zielona suknia Archaniola Rafała)
„- zaprawa kredowa
- warstwa podmalowania/rysunku – prawdopodobnie węgiel
- warstwa bieli ołowiowej
- w kolejnej warstwie wykryto biel ołowiową z zielonym pigmentem miedzianym i wtrąceniami aury pigmentu
- warstwa azurytu/malachitu”

Przekrój 4

(chusta ze zdobnikami czerwonymi i czarnymi)
„- warstwa podmalowania/rysunku – prawdopodobnie węgiel
- warstwa bieli ołowiowej
- warstwa podmalowania/przeklejenia
- minia
- werniks”

XRF – makro-skan	µRaman	XRPD	XRF – punktowe	Identyfikacja pigmentów							Podsumowanie
				smalt	ultramaryna	niebieskie pigmenty miedziowe	pigment organiczny/indygo	zielone pigmenty miedziowe	aurypigment	żółta cynowo-olowiowa	
<p>Karnacje:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pigment lub pigmenty miedziowe, żelazowe, biel ołowiowa, cynober (także usta i rumieńce na policzkach), umbra <p>Partie niebieskie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - brak obszarów <p>Partie zielone:</p> <ul style="list-style-type: none"> - biel ołowiowa, pigment lub pigmenty miedziowe <p>Folie metalowe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - srebro <p>Cechy charakterystyczne:</p> <ul style="list-style-type: none"> - partie czerwonego tła wykonano przy użyciu minii. Do szat archaniołów, karnacji (w tym ust i policzków), liter, nimbu oraz skrzydeł użyto cynobru. W obszarach zieleni i karnacji Chrystusa widoczne zastosowanie pigmentu lub pigmentów miedziowych, którym towarzyszy obecność cynku 	Nie badano	Nie badano	Nie badano								<p>Ikona powstała na srebrnej folii laserowanej, w sposób zakrywający ryty lub z ich pominięciem (poza nimbem Chrystusa), z wykorzystaniem następujących pigmentów: pigmenty miedziowe, pigmenty żelazowe, biel ołowiowa, cynober, umbra, czerń węglowa, minia (?), pigment lub pigmenty ziemne, niewielki dodatek aurypigmentu. W pozostałych obszarach nie zauważono wyraźnych ziaren aurypigmentu. W światłach karnacji i zieleniach widoczne ziarna cynobru. Ze względu na znaczne ingerencje konserwatorskie (retusze) istnieje prawdopodobieństwo zanieczyszczenia próbki (zieleni szwajfurcka). W celu wyjaśnienia obecności XIX-wiecznego pigmentu należy wykonać badania uzupełniające.</p>
<p>Karnacje:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pigment lub pigmenty miedziowe, żelazowe, biel ołowiowa, cynober (także usta i wybrane światła), umbra <p>Partie niebieskie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pigment lub pigmenty miedziowe, biel ołowiowa <p>Partie zielone:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pigment lub pigmenty miedziowe, biel ołowiowa <p>Folie metalowe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - złoto i srebro – dwójnik <p>Cechy charakterystyczne:</p> <ul style="list-style-type: none"> - cynober występuje jedynie w napisach, nimbie krzyżowym, obramowaniu chusty i szatach Archanioła Uriela. Pozostałe partie w kolorze czerwonym – pasy chusty, zdobienia na szatach archaniołów, obramowanie wykonano przy użyciu minii. Cienie na chuście namalowano pigmentem lub pigmentami miedziowymi. W obszarze pigmentów miedziowych zaobserwowano także występowanie cynku 	Nie badano	Nie badano	Nie badano	X	azuryt			X		X	<p>Ikona została namalowana sprawnie i szybko, miejscami kryjąco, ale też w sposób laserunkowy, zdradzając w ten sposób kompozycję rysunkową. Centralny fragment (twarz Chrystusa) jest wystudiowany, postaci archaniołów natomiast zostały wykonane swobodnie, ujawniając warsztat artysty. Paleta kolorystyczna zawiera następujące pigmenty: zielone pigmenty miedziowe, pigmenty żelazowe, biel ołowiowa, cynober, umbrę, azuryt, czerń kostną, minię, pigment lub pigmenty ziemne, aurypigment (niewielki dodatek). W karnacjach postaci aniołów widoczne są charakterystyczne czerwone podkreślenia. Podmalowania czernią wizualnie przypominają czarne ozdobne pasy na chuście. Dla właściwej analizy i rozróżnienia poszczególnych warstw czerni należy wykonać badania uzupełniające. W złoceniach na ikonie widoczne jest zastosowanie podwójnej folii złoto-srebrnej – dwójnika (przekrój 1).</p>

Lp.	Obiekt	Podobrazie - dendrologia - dendrochronologia Rozmiar podobrazia, tkanina wzmacniająca	Zaprawa - rodzaj - analiza skupień nanoplanktonu wapiennego - XRPD - SEM EDS - liczba warstw	Warstwa przygotowawcza: - ryt, - rysunek/podmalowanie, - zmiany kompozycyjne, - cechy charakterystyczne	Warstwa malarska identyfikacja pigmentów/folii SEM EDS
-----	--------	---	---	---	--

25

Trójca Święta
MNK XVIII-87
(Kat. 40)

Drewno:
- lipowe (*Tilia*)
Rozmiar podobrazia:
- duży
Tkanina wzmacniająca:
- płótno wzmacniające
występuje jako
3 pojedyncze pasy
zakrywające poziome
łączenia desek. Dwa
krótsze umieszczone
na dolnym łączeniu
desek, zaś 1 dłuższy – na
górnym. Wielkość płótna
wydaje się być dobrana
przypadkowo, a sposób
przyklejenia szybki i mało
precyzyjny

Zaprawa:
- kredowa
- 300 kokolitów
(pokład: *L. levis*)
XRPD:
- nie badano
SEM EDS:
- kreda
Liczba warstw:
- zaprawa wielowarstwowa,
widoczna w jednej
z próbek jako
5 warstw z cha-
rakterystycznymi
czarnymi wtrące-
niami

Ryt:
- ogólne ryty oddzielają
warstwę malarską od
złoconego tła. Wykonane
nieprecyzyjnie, a warstwa
malarska w wielu miejscach
nie naśladuje ich kształtów.
W nimbach grawerunki
wykonane geometrycznie,
precyzyjnie i płytko
Rysunek/podmalowanie:
- charakterystyczny
rysunek przygotowawczy
jest widoczny w miejscach
niezasłoniętych warstwą
malarską. Został on
wykonany cienkim
pędzlem analogicznie do
konturowania widocznego
na ikonie
Zmiany kompozycyjne:
- liczne. Przesunięcia
i zmiany kompozycji są
dostrzegalne szczególnie
w obszarach tła, architektury
i szat
Cechy charakterystyczne:
- liczne zmiany
kompozycyjne
- delikatny i precyzyjny
rysunek

Przekrój 1

(błękit z tła mandorli)
„- wielowarstwowa zaprawa kredowa
- na warstwie bolusu (pigmenty ziemne) wykryto folię złotą
- w kolejnej warstwie wykryto pigment miedziowy,
wypełniacz kredowy. Stwierdzono również dużą ilość arsenu,
ale nie stwierdzono obecności odpowiedniej ilości siarki, co
mogłoby wskazywać na aury pigment. Prawdopodobnie jest
to zieleń szwajfurcka lub zieleń Scheelego, chociaż również
w średniowieczu stosowano, w malarstwie włoskim, azuryt
zawierający arsen
- zewnętrzna warstwa organiczna”

Przekrój 2

(szata Chrystusa z asystkami)
„- zaprawa kredowa
- w kolejnej warstwie wykryto azuryt z bielą ołowiową, na
której wykryto srebro
- warstwa organiczna”

Przekrój 3

(błękit z szaty Boga Ojca)
„- w kolejnej warstwie wykryto azuryt z krzemionką
- warstwa folii złotej
- werniks”

26

Trójca Święta / Matka Boska Znaku
MNK XVIII-110
(Kat. 41)

Drewno:
- lipowe (*Tilia*)
Datowanie dendrochronolo-
giczne:
- „W wyniku kalibracji
można wyznaczyć cztery
najbardziej prawdopodobne
przedziały czasu, z których
pochodzi analizowane
drewno (prawdopodobień-
stwo 95.4%): 1493–1602
(46,2%), 1615–1670 (41,8%),
1780–1799 (7%) lub 1945–
1948 (0,2%). Przyjmując
kryterium 68,2% praw-
dopodobieństwa, wynik
datowania powinien zawie-
rać się w jednym z trzech
przedziałów: 1524–1570
(29,7%), 1631–1665 (34,9%)
lub 1786–1793 (3,6%)”
Rozmiar podobrazia:
- średni
Tkanina wzmacniająca:
- płótno wzmacniające
występuje na całości
podobrazia w 1 brycie
i jest przyklejone zgodnie
z układem wątku i osnowy.
Na rentgenogramie ikon
MNK XVIII-57, XVIII-25,
XVIII-402, XVIII-3,
XVIII-192, XVIII-111
można dostrzec analogicz-
ny sposób przygotowania
podobrazia

Zaprawa:
- kredowa
- 300 kokolitów
(pokład: *L. maastrichtiensis*)
XRPD:
- nie badano
SEM EDS:
- kreda
Liczba warstw:
- min. 1 warstwa
zaprawy znacznej
grubości
z widocznymi
pęcherzami
powietrza

Ryt:
- w scenie „Trójca Święta”
ryty wyznaczają ogólną
kompozycję wraz z nimbami
i światłami. W scenie
z Matką Boską „Znak”
ryty o nierównej, falującej
i cienkiej linii wykonano
odręcznie. Owalne i płytkie
puncy różnią się od punc-
y występujących w pozostałych
badanych ikonach
Rysunek/podmalowanie:
- niewidoczne
Zmiany kompozycyjne:
- nie badano
Cechy charakterystyczne:
- nie badano

Przekrój 1

(„Znak” – welon Matki Boskiej)
„- zaprawa kredowa
- w kolejnej warstwie koloru niebieskiego wykryto
biel ołowiową oraz wtrącenia pigmentu ziemnego. Nie
stwierdzono obecności nieorganicznego pigmentu
niebieskiego
- w kolejnej warstwie (niewidocznej na zdjęciu) wykryto
pigment miedziowy
- warstwa organiczna
- w warstwie zewnętrznej wykryto gips oraz wtrącenia
pigmentu ziemnego”

Przekrój 2

(„Trójca Święta” – zieleń z drzewa)
„- warstwa zaprawy kredowej
- warstwa koloru zielonego – wykryto krzemiany, zielony
pigment miedziowy, warstwę bieli ołowiowej
- na granicy warstw wykryto niewielką ilość srebra
- w warstwie zewnętrznej wykryto gips”

Przekrój 3

(„Trójca Święta” – zieleń z sukni anioła)
„- zaprawa kredowa
- warstwa koloru zielonego – wykryto krzemiany, pigment
ziemny oraz wtrącenia bieli ołowiowej i czerwieni żelazowej
- warstwa bieli ołowiowej z wtrąceniami pigmentu
miedziowego i pigmentów ziemnych
- werniks”

XRF – makro-skan	μRaman	XRPD	XRF – punktowe	Identyfikacja pigmentów							
				smalt	ultramaryna	niebieskie pigmenty miedziowe	pigment organiczny/indygo	zielone pigmenty miedziowe	aurypigment	żółta cynowo-olowiowa	
<p>Karnacje: - pigmenty żelazowe, biel ołowiowa, cynober Partie niebieskie: - pigment lub pigmenty miedziowe, biel ołowiowa; w szatach postaci: pigment miedziowy bez dodatku bieli ołowiowej Partie zielone: - pigment lub pigmenty miedziowe, w partiach trawy razem z umbrą; w szatach: pigment miedziowy (bez bieli ołowiowej); w tłach: pigment miedziowy w mieszaninie z bielą ołowiową Folie metalowe: - złoto Cechy charakterystyczne: - cynober występuje na czerwonym obramieniu. W mieszaninach sygnał rtęci dostrzegalny w partiach karnacji, napisach, czerwonych elementach architektury (dachy) i szatach Trójcy Świętej. Charakterystyczne jest tu występowanie pigmentów miedziowych w połączeniu z bielą ołowiową i bez jej dodatku oraz zastosowanie pigmentu miedziowego w tłach (góry i architektura). W obszarze pigmentów miedziowych zaobserwowano także dodatek cynku</p>	Nie badano	Nie badano	W badaniu potwierdzono obecność folii złotej w tle „Au - (61.4 ± 0.8%)”								Pierwotna kolorystyka ikony jest niewidoczna ze względu na warstwę pociemniałego werniksu (np. błękitny w mandorli, szatach Boga Ojca czy Chrystusa w Tronie Łaski). Z tego powodu właściwa interpretacja kolorystyczna ikony jest utrudniona. Obraz został namalowany sprawnie, precyzyjnie, malarsko. Miejscami spod warstwy folii widoczny jest żółty pulment, potwierdzony w przekroju 1. W ikonie wykorzystano folie złotą (asystki w szacie Boga Ojca – przekrój 3) i srebrną (asystki w szacie Chrystusa – przekrój 2). Malowidło wykonano z użyciem m.in. następujących pigmentów: pigmenty żelazowe, biel ołowiowa, cynober, zielony lub zielone pigmenty miedziowe, azuryt, umbra i aurypigment (?). Charakterystyczne są tu czerwone podkreślenia w konturach twarzy, szkicowy i pospieszny sposób wykonania karnacji, ukazujący dużą wprawę autora i jego swobodne podejście do kompozycji wstępnej. Dominującą cechą jest obecność pigmentu miedziowego w całym obrazie z wyjątkiem karnacji.
<p>Karnacje: - pigmenty żelazowe, biel ołowiowa, umbra Partie niebieskie: - pigment lub pigmenty miedziowe, biel ołowiowa Partie zielone: - pigment lub pigmenty miedziowe, biel ołowiowa Folie metalowe: - złoto Cechy charakterystyczne: - w ikonie zwraca uwagę ograniczona paleta pigmentów zastosowanych w karnacjach. Cynober użyto jedynie do namalowania czerwonego obramowania, czerwonych szat aniołów, nimbu krzyżowego, napisów oraz płaszczka Marii jako uzupełnienie pigmentu lub pigmentów żelazowych i umbr. Charakterystyczna jest tu obecność pigmentu miedziowego zastosowanego w bieli światła („Trójca Święta”). W badanej grupie ikon analogiczne połączenie pigmentów nie występuje. W obszarze pigmentów miedziowych zaobserwowano także występowanie cynku</p>	Nie badano	Nie badano	W badaniu potwierdzono obecność folii złotej w tle „Au – awers (69.3 ± 0.9%); rewers (63.2 ± 0.8%)”			X	X (?)	X			Ikona malowana dwustronnie, w nieco innym zestawie pigmentów od strony <i>Trójcy Świętej</i> i <i>Matki Boskiej Znaku</i> . Od strony <i>Trójcy Świętej</i> ikona jest trudna w identyfikacji ze względu na duży rozmiar destruktu. Sposób wykonania rytowanego grawerunku zdecydowanie różni się od pozostałych badanych ikon. Obraz został namalowany z użyciem następujących pigmentów: niebieskie i zielone pigmenty miedziowe, pigmenty żelazowe, biel ołowiowa, umbra, cynober, pigmenty ziemne, w tym czerwień żelazowa. W karnacjach zwraca uwagę wąska paleta pigmentów: pigment lub pigmenty żelazowe, biel ołowiowa, umbra, czerni kostna (?). Folia złota została ułożona na żółtym (<i>Matka Boska Znaku</i>) i czerwonym pulmencie (<i>Trójca Święta</i>). Ponadto brak tu widocznego rysunku przygotowawczego, a ikona sposobem wykonania różni się od pozostałych poddawanych analizom.

Lp.	Obiekt				
		Podobrazie - dendrologia - dendrochronologia Rozmiar podobrazia, tkanina wzmacniająca	Zaprawa - rodzaj - analiza skupień nanoplanktonu wapiennego - XRPD - SEM EDS - liczba warstw	Warstwa przygotowawcza: - ryt, - rysunek/podmalowanie, - zmiany kompozycyjne, - cechy charakterystyczne	Warstwa malarska identyfikacja pigmentów/folii SEM EDS
27	Archanioł Gabriel i św. Piotr (z rzeźby Deesis) MNK XVIII-111 (Kat. 7)	Drewno: - jodłowe (<i>Abies</i>) Datowanie dendrochronologiczne: koniec 1. lub pocz. 2. dziesięciolecia XVI w. Rozmiar podobrazia: - średni/fragment Tkanina wzmacniająca: - płótno wzmacniające występuje na całości podobrazia w 1 brycie. Tkaninę przyklejono z wielką uwagą, o czym świadczy równomierny układ wątku i osnowy. Analogiczny sposób przygotowania podobrazia widoczny jest w ikonach MNK XVIII-57, XVIII-25, XVIII-402, XVIII-3, XVIII-192	Zaprawa: - kredowa - 300 kokolitów (pokład: <i>L. levis</i>) XRPD: - nie badano SEM EDS: - kreda z dodatkiem krzemu Liczba warstw: - min. 3 warstwy zaprawy o znacznej grubości, z wtrąceniami analogicznymi do widocznych w ikonie <i>Trójcy Świętej</i> (MNK XVIII-87)	Ryt: - cienki i geometryczny grawerunek widoczny jedynie w nimbach Rysunek/podmalowanie: - rysunek kompozycyjny wykonany miękkim pędzlem, delikatnie i malarsko, szkicowo, jakby artysta dopiero tworzył kompozycję Zmiany kompozycyjne: - liczne, dostrzegalne w wielu miejscach, np. układ dłoni Cechy charakterystyczne: - lekkość wykonania - swoboda malarska	Przekrój 1 (błękit z sukni św. Piotra) „- zaprawa kredowa z dodatkiem krzemu - cienka warstwa podmalowania – pigment ziemny - w kolejnej warstwie wykryto azuryt/malachit - warstwa organiczna – werniks” Przekrój 2 (zielen trawy) „- warstwa niejednorodnej, mocno przklejonej zaprawy kredowej - warstwa koloru pomarańczowego – pigmenty ziemne, wypełniacz kredowy, wtrącenia czerni kostnej - malachit - zewnętrzna warstwa organiczna” Przekrój 3 (zielen z sukni Archanioła Gabriela) - brak próbki
28	Prorok Eliasza MNK XVIII-112 (Kat. 42)	Drewno: - lipowe (<i>Tilia</i>) Rozmiar podobrazia: - mały Tkanina wzmacniająca: - nie występuje	Zaprawa: - kredowa - 300 kokolitów (pokład: <i>L. mastrichtiensis</i>) XRPD: - nie badano SEM EDS: - kreda z wtrąceniami krzemu i pigmentu żelazowego Liczba warstw: - zaprawa wielowarstwowa, min. 3–4 jednorodne warstwy o znacznej grubości i porowatości z miejscowymi zanieczyszczeniami koloru pomarańczowego i czarnego	Ryt: - brak widocznego grawerunku Rysunek/podmalowanie: - dobrze widoczny rysunek przygotowawczy, wykonany grubym pędzlem laserunkowo, w celu wydobycia ogólnej kompozycji, i cienkim okrągłym, podkreślającym detale Zmiany kompozycyjne: - liczne, szczególnie widoczne w postaci św. Eliasza (zmiana układu szat i sposobu budowy formy) Cechy charakterystyczne: - precyzja wykonania rysunku przygotowawczego (szczegóły kompozycyjne) - brak grawerunku lub grawerunek niewidoczny - brak zmian układu w obszarze karnacji	Przekrój 1 (zielone tło) „- zaprawa kredowa z dodatkiem krzemu - w warstwie zielonożółtej wykryto kredę, aury pigment, możliwa ultramaryna oraz ślady pigmentu ziemnego - zewnętrzna warstwa organiczna” Przekrój 2 (błękit z dołu szaty św. Eliasza) „- zaprawa kredowa z wtrąceniami pigmentu ziemnego koloru pomarańczowego - w dwóch następnych warstwach koloru ciemno- oraz jasnoniebieskiego wykryto jedynie biel ołowiową. Nie stwierdzono obecności niebieskiego pigmentu nieorganicznego - zewnętrzna warstwa organiczna” Przekrój 3 (karnacja) „- zaprawa kredowa - w kolejnej warstwie wykryto biel ołowiową oraz pigmenty ziemne - następnie występuje biel ołowiową z wtrąceniami minii - zewnętrzna warstwa organiczna”

XRF – makro-skan	μRaman	XRPD	XRF – punktowe	Identyfikacja pigmentów							Podsumowanie	
				smalt	ultramaryna	niebieskie pigmenty miedziowe	pigment organiczny/indygo	zielone pigmenty miedziowe	aurypigment	żółta cynowo-olowiowa		
<p>Karnacje:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pigment lub pigmenty miedziowe, żelazowe, biel ołowiowa, cynober (także usta i uszy [światła]), umbra Partie niebieskie: - pigment lub pigmenty miedziowe Partie zielone: - pigment lub pigmenty miedziowe Folie metalowe: - złoto <p>Cechy charakterystyczne:</p> <ul style="list-style-type: none"> - w kremowym tle występuje charakterystyczny dodatek aurypigmentu. W badanym materiale analogiczne tła występują w ikonach MNK XVIII-25 czy MNK XVIII-57. Fragmenty czerwonego obramowania wykonano pigmentem żelazowym, zaś cynober występuje jedynie w napisach, brzegach nimbów, karnacjach oraz różowej sukni Archanioła Gabriela. Niewielki dodatek tego pigmentu można zauważyć także jako składnik mieszaniny w partii włosów, skrzydeł i zieleni. Pigmentom miedziowym w większości nie towarzyszy biel ołowiowa 	Nie badano	Nie badano	Nie badano			X	azuryt		X	malachit	X	Ikona napisana lekko i malarsko, w wybranych miejscach laserunkowo. Okrągłe i owalne punce wybito na różną głębokość. Rozbieżności pomiędzy przygotowanym rysunkiem a malowidłem końcowym dowodzą swobodnego podejścia malarza do obowiązyującego wzoru. Ikonę namalowano w oparciu o pełną paletę malarską, w tym zielone i niebieskie pigmenty miedziowe, takie jak azuryt czy malachit, pigmenty żelazowe, biel ołowiową, cynober, umbrę, pigmenty ziemne, czerń kostną. W powyższym zestawieniu pigmenty miedziowe nie zostały zmodyfikowane bielą ołowiową. W tle widoczna obecność aurypigmentu, typowa dla niektórych grup badanych malowideł.
<p>Karnacje:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pigmenty żelazowe, biel ołowiowa, umbra Partie niebieskie: - biel ołowiowa Partie zielone: - aurypigment Folie metalowe: - srebro <p>Cechy charakterystyczne:</p> <ul style="list-style-type: none"> - w ikonie zwraca uwagę ograniczona paleta pigmentów zastosowanych w karnacjach, zaś w zieleniach widoczny jest znaczny dodatek aurypigmentu. Czerwone szaty archaniołów, obramienie oraz brzeg nimbu św. Eliasza namalowano minią. W obszarach ciemnobrązowego podmalowania zastosowano pigmenty żelazowe, w tym umbrę i pigment miedziowy w czerniach (także konturów) 	Nie badano	Nie badano	Nie badano	X (?)		X (?)			X		X	Ikona została namalowana swobodnie, kryjąco (szczególnie w światłach i karnacjach) oraz miejscami laserunkowo w ograniczonej palecie kolorystycznej: błękitów, zieleni, jasnych i ciemnych brązów i bieli. Powstała w oparciu o następujące pigmenty: pigmenty miedziowe, żelazowe, biel ołowiową, umbrę, aurypigment, minię, pigmenty ziemne i być może ultramarynę (?). W ikonie rytę są niewidoczne, co nie jest jednoznaczne z ich brakiem. Rysunek przygotowawczy natomiast jest dobrze widoczny i został wykonany różnymi pędzlami zarówno w sposób kryjący, jak i laserunkowy.

Lp.	Obiekt	Podobrazie - dendrologia - dendrochronologia Rozmiar podobrazia, tkanina wzmacniająca	Zaprawa - rodzaj - analiza skupień nanoplanktonu wapiennego - XRPD - SEM EDS - liczba warstw	Warstwa przygotowawcza: - ryt, - rysunek/podmalowanie, - zmiany kompozycyjne, - cechy charakterystyczne	Warstwa malarska identyfikacja pigmentów/folii SEM EDS
-----	--------	---	---	---	--

29

Hodegetria w otoczeniu archaniołów, proroków, Joachima i Anny
oraz hymnografów
MNK XVIII-123 (Kat. 18)

Drewno:
- lipowe (*Tilia*)
Rozmiar podobrazia:
- duży
Tkanina wzmacniająca:
- płótno wzmacniające
występuje w postaci
zróżnicowanej wielkości
pasów jedynie na
pionowym łączeniu desek.
Sklejono je niestarannie,
ze ścinków

Zaprawa:
- kredowa
- 300 kokolitów
(pokład:
L. quadratus)
XRPD:
- nie badano
SEM EDS:
- kreda
- z dodatkiem
krzemu
Liczba warstw:
- zaprawa
wielowarstwowa,
min. 9 cienkich
warstw zaprawy
o podobnej
grubości

Ryt:
- mało widoczny ryt
występuje jedynie w nimbie
Matki Boskiej
Rysunek/podmalowanie:
- rysunek kompozycyjny
niewidoczny. W przekroju 1
zaznaczono obecność cienkiej
warstwy koloru czarnego,
która mogłaby wskazywać
na podmalowanie czernią,
jednak należy wykonać
badania uzupełniające w celu
potwierdzenia hipotezy.
Zmiany kompozycyjne:
- nie badano
Cechy charakterystyczne:
- nie badano

Przekrój 1

(błękit z welonu Matki Boskiej)
„- wielowarstwowa zaprawa kredowa z dodatkiem krzemu
- cienka warstwa koloru czarnego – węgiel?
- warstwa bieli z wtrąceniami koloru niebieskiego – wykryto
biel ołowiową, nie wykryto nieorganicznego pigmentu
niebieskiego
- zewnętrzna warstwa o charakterze organicznym”

Przekrój 2'

(zielen z tła postaci proroków)
„- w zielonej warstwie malarskiej wykryto malachit,
z wtrąceniami pigmentu ziemnego oraz aury pigmentu i bieli
ołowiowej. Ewentualnie biel ołowiowa istnieje jako oddzielna,
cienka warstwa
- gruba warstwa werniksu (?)
- w warstwie zewnętrznej wykryto związki organiczne oraz
pigment ziemny”

Przekrój 3 i 3'

(błękit z szaty postaci w lewym rzędzie, 3. od góry)
„- w warstwie jasnoniebieskiej wykryto biel ołowiową
z wtrąceniami cynobru oraz pigmentów ziemnych.
Nie stwierdzono obecności nieorganicznego pigmentu
niebieskiego.
Natomiast w próbce nr 3', w obszarze 2–6 wykryto niebieski
pigment miedziowy”

30

Godne jest (tetraptyk)
MNK XVIII-130
(Kat. 24)

Drewno:
- lipowe (*Tilia*)
Rozmiar podobrazia:
- mały
Tkanina wzmacniająca:
- nie występuje

Zaprawa:
- kredowa
- odwrocio:
kreda –
300 kokolitów
(brak oznaczenia
pokładu)
lico: kreda –
38 kokolitów
(brak oznaczenia
pokładu)
XRPD:
- lico: kalcyt
z domieszkami
SEM EDS:
- kreda
Liczba warstw:
- min. 1 warstwa
jednorodnej
zaprawy

Ryt:
- niewidoczny
Rysunek/podmalowanie:
- niewidoczny
Zmiany kompozycyjne:
- nie badano
Cechy charakterystyczne:
- nie badano

Przekrój 1

(130d – krawędź sukni Matki Boskiej)
„- zaprawa kredowa
- w warstwie niebieskiej wykryto biel ołowiową oraz
wtrącenia ultramaryny. Wydaje się, że dodatkowo występuje
tu organiczny pigment niebieski
- gruba warstwa zewnętrzna – wykryto związki organiczne
oraz ewentualnie wtrącenia minii”

Przekrój 2

(130b – błękit z mandorli)
„- w warstwie spodniej wykryto biel ołowiową, pigment
ziemny oraz wtrącenia czerni kostnej
- warstwa bieli ołowiowej
- gruba warstwa zewnętrzna – związki organiczne”

Przekrój 4

(130d – brąz z płaszczka Matki Boskiej)
„- na grubej warstwie o charakterze organicznym znajduje
się warstwa czerwonego bolusu (ziemny pigment żelazowy),
pozostałości folii złotej
- w warstwie koloru czerwonego wykryto również cynober.
W ilku miejscach stwierdzono gips”

XRF – makro-skan	μRaman	XRPD	XRF – punktowe	Identyfikacja pigmentów						Podsumowanie	
				smalt	ultramaryna	niebieskie pigmenty miedziowe	pigment organiczny/indygo	zielone pigmenty miedziowe	aurypigment	żółta cynowo-olowiowa	
<p>Karnacje: - pigmenty żelazowe, biel ołowiowa, cynober (także usta) Partie niebieskie: - biel ołowiowa, pigment lub pigmenty miedziowe Partie zielone: - aurypigment, pigment lub pigmenty miedziowe Folie metalowe: - srebro Cechy charakterystyczne: - jasnoczerwone obszary, także niewidoczne w świetle VIS (napisy) oraz szaty namalowano cynobrem. Pigmentu tego użyto również w mieszaniach do wykonania karnacji oraz płaszczy Marii i Chrystusa</p>	Nie badano	Nie badano	<p>W badaniu potwierdzono obecność „cynobru – Hg, pigmentu lub pigmentów miedziowych – Cu (61.3 ± 0.3%) z bielą ołowiową – Pb (19.0 ± 0.3%), bieli ołowiowej Pb (12.4 ± 0.6%) z pigmentami żelazowymi – Fe (30.2 ± 0.6%), miedzi Cu (7.0 ± 0.3%)”. W badaniu nie potwierdzono obecności folii srebrnej</p>	X	X	X (?)	X	malachit	X	<p>Ikona w bardzo złym stanie zachowania, z licznymi ubytkami, zabrudzeniami i pociemniałą oliwą (?), które utrudniają interpretację sposobu jej wykonania. W zachowanej części obrazu trudno o jednoznaczną interpretację rysunku przygotowawczego. Warstwa malarska została wykonana w oparciu o następujące pigmenty: pigmenty żelazowe, biel ołowiową, cynober, malachit, pigmenty ziemne, aurypigment, niebieskie i zielone pigmenty miedziowe. W ikonie zastosowano srebrną folię.</p>	
<p>Karnacje: - pigmenty żelazowe, biel ołowiowa, cynober Partie niebieskie: - biel ołowiowa Partie zielone: - trudne do określenia Folie metalowe: - złoto Cechy charakterystyczne: - cynober jest widoczny w karnacjach, obramowaniu, czerwonych tłach i szatach oraz jako dodatek w partiach brązów i ugrów. Występowanie zielonych i niebieskich pigmentów miedziowych jest trudne do zinterpretowania ze względu na duże zmiany optyczne spowodowane grubym i pociemniałym werniksem na warstwie malarskiej. Być może są to partie czerni lub błękitu (?). Na klejnie obecny jest pigment (lub pigmenty żelazowe) z dodatkiem umbr i być może czerni</p>	Nie badano	Nie badano	Nie badano	X	X (?)	X (?)	X	<p>Ikona niewielkich rozmiarów, namalowana schematycznie, w kolorystyce trudnej do jednoznacznej interpretacji ze względu na grubą warstwę pożąłkłego werniksu. Zgodnie z opisem przekroju 1 w partiach niebieskich wykryto wtrącenia ultramaryny. Rozróżnienie pigmentów zielonych i niebieskich jest trudne, co uniemożliwia ich jednoznaczną interpretację. Z tego powodu analiza została wykonana jedynie na podstawie interpretacji badań SEM. Malowidło powstało w oparciu o następujące pigmenty: pigment lub pigmenty żelazowe, biel ołowiową, cynober, umbrę, ultramarynę, minię (?), pigment lub pigmenty ziemne, czerń kostną. Złocenia wykonano folią złotą na czerwonym pulmencie.</p>			

Lp.	Obiekt	Podobrazie - dendrologia - dendrochronologia Rozmiar podobrazia, tkanina wzmacniająca	Zaprawa - rodzaj - analiza skupień nanoplanktonu wapiennego - XRPD - SEM EDS - liczba warstw	Warstwa przygotowawcza: - ryt, - rysunek/podmalowanie, - zmiany kompozycyjne, - cechy charakterystyczne	Warstwa malarska identyfikacja pigmentów/folii SEM EDS
-----	--------	---	---	---	--

31

Wniebowstąpienie Pańskie
MNK XVIII-183
(Kat. 35)

Drewno:
- lipowe (*Tilia*)
Rozmiar podobrazia:
- mały
Tkanina wzmacniająca:
- nie występuje

Zaprawa:
- gipsowa
- kokolitów (2)
XRPD:
- anhydryt, gips
z domieszkami
SEM EDS:
- gips z dużą
ilością strontu
Liczba warstw:
- min. 1 warstwa
zaprawy

Ryt:
- głębokie ryty, widoczne
z detalami, w obszarze
postaci Chrystusa,
w pozostałej części ikony
grawerunek ogólny,
wyznaczający jedynie
kompozycję. W dolnej części
ikony, poniżej mandorli
ryty mało widoczne, nimby
geometryczne
Rysunek/podmalowanie:
- precyzyjny rysunek
kompozycyjny wykonany
pędzlem i analogiczny do
konturowania w warstwie
malarskiej
Zmiany kompozycyjne:
- nieliczne, w jednej postaci
widoczne przesunięcia
kompozycyjne (można
dostrzec grubsze i bardziej
jednolite linie)
Cechy charakterystyczne:
- grubo grawerowane ryty
w górnej części ikony (postać
Chrystusa)
- malarskość i precyzja
podmalowania
- zgodność warstwy
malarskiej z rysunkiem
kompozycyjnym

Przekrój 1

(ciemny błękit z mandorli)
„- zaprawa gipsowa. Punktowo wykryto również dużą ilość
strontu (charakterystyka złoża?)
- w ciemnej warstwie zewnętrznej występują związki
nieorganiczne oraz wtrącenia pigmentów ziemnych i białej
ołowiowej”

Przekrój 2

(niebieska suknia Matki Boskiej [światła])
„- zaprawa gipsowa
- warstwa koloru jasnoniebieskiego – wykryto biel
ołowiową z wtrąceniami cynobru oraz ślad aury pigmentu.
Nie wykryto niebieskiego pigmentu nieorganicznego”

Przekrój 3

(błękit z mandorli, zewnętrzny krag)
„- zaprawa gipsowa. Punktowo wykryto również dużą ilość
strontu (charakterystyka złoża?)
- żółta warstwa podmalowania – pigment ziemny
- grubsza, ciemna warstwa podmalowania lub przklejenia
- warstwa koloru jasnoniebieskiego – wykryto biel
ołowiową. Nie wykryto niebieskiego pigmentu
nieorganicznego
- w warstwie zewnętrznej wykryto związki organiczne oraz
aury pigment”

32

Narodzenie Chrystusa
MNK XVIII-186
(Kat. 29)

Drewno:
- lipowe (*Tilia*)
Rozmiar podobrazia:
- średni
Tkanina wzmacniająca:
- nie występuje

Zaprawa:
- kredowa
- 300 kokolitów
(pokład:
L. maastrichtensis)
XRPD:
- nie badano
SEM EDS:
- kreda
z dodatkiem
krzemu
Liczba warstw:
- min. 1 warstwa
przeklejonej
zaprawy
o znacznej
grubości,
z widocznymi
pęcherzykami
powietrza

Ryt:
- ryt widoczny jedynie
w nimbach jako
geometryczny, bardzo płytki
grawerunek w kształcie
regularnego okręgu
Rysunek/podmalowanie:
- kompozycja wstępna
niewidoczna
Zmiany kompozycyjne:
- nie badano
Cechy charakterystyczne:
- nie badano

Przekrój 1

(fragment błękitu z dolnego fragmentu obrazu)
„- zaprawa kredowa z dodatkiem krzemu
- warstwa pomarańczowożółta, wykryto biel ołowiową,
pigmenty ziemne oraz wtrącenia czerni kostnej
- następnie występuje warstwa czerni – prawdopodobnie
węgiel
- na warstwie koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową. Nie
wykryto niebieskiego pigmentu nieorganicznego
- zewnętrzna warstwa werniksu”

Przekrój 2 (fragment zielonego tła)

„- zaprawa kredowa z dodatkiem krzemu
- warstwa bieli ołowiowej z wtrąceniami pigmentu
miedziowego oraz czerni kostnej”

Przekrój 3 (fragment ciemnozielonego tła, owca)

„- zaprawa kredowa z dodatkiem krzemu
- warstwa koloru zielonego – wykryto zielony pigment
miedziowy, aury pigment oraz czern kostną
- ciemna warstwa podmalowania lub przklejenia, związki
organiczne lub węgiel
- warstwa bieli ołowiowej
- w warstwie zewnętrznej występują związki organiczne,
wykryto również cynk”

XRF – makro-skan	μRaman	XRPD	XRF – punktowe	Identyfikacja pigmentów							Podsumowanie
				smalt	ultramaryna	niebieskie pigmenty miedziowe	pigment organiczny/indygo	zielone pigmenty miedziowe	aurypigment	żółta cynowo-olowiowa	
<p>Karnacje: - pigmenty żelazowe, biel ołowiowa, cynober (tylko usta)</p> <p>Partie niebieskie: - miejscami aurypigment</p> <p>Partie zielone: - nie wykryto</p> <p>Folie metalowe: - nie wykryto</p> <p>Cechy charakterystyczne: - w brązowym płaszczu Matki Boskiej występuje czern kostna, zaś cynober można dostrzec jedynie w partiach jasnoczerwonych szat, fragmentach mandorli i ustach postaci</p>	Nie badano	Nie badano	Nie badano				X				<p>Ikona w dużym stopniu zniszczenia, o bogatej i subtelnej kolorystyce, wykonana bardzo malarsko, „wrażeniowo”, ze srebrną, laserowaną folią w tle, na mandorli i na szacie Chrystusa, położoną na żółtym pulmencie (próbka nr 3). Folia srebrna występuje także w asystkach, spoiwo nie zostało jednak zbadane. Szata Chrystusa została precyzyjnie wygrawerowana. W wielu miejscach obraz pokrywa gruba warstwa werniksu, która utrudnia rozpoznanie pierwotnej kolorystyki. Ikona została wykonana przy użyciu następujących pigmentów: pigmenty żelazowe, biel ołowiowa, cynober, pigmenty ziemne, aurypigment.</p>
<p>Karnacje: - pigment lub pigmenty miedziowe, żelazowe</p> <p>Partie niebieskie: - nie zidentyfikowano</p> <p>Partie zielone: - pigment lub pigmenty miedziowe</p> <p>Folie metalowe: - srebro</p> <p>Cechy charakterystyczne: - okręgi nimbów oraz obszary w kolorze czerwonym wykonano przy użyciu cynobru, z wyjątkiem obramowania, namalowanego przypuszczalnie minią. Pigmenty miedziowe widoczne są w zieleniach tła i jasnych brązach. Aurypigment zidentyfikowano jedynie w znikomej ilości - brak mapy bieli ołowiowej</p>	Nie badano	Nie badano	Nie badano			X (?)	X	X			<p>Ikone namalowano bardzo sprawnie, swobodnie. Na żółtym pulmencie wykonano srebrzenie z zastosowaniem srebrnej folii laserowanej. Obraz wykonano z użyciem następujących pigmentów: pigmenty miedziowe, żelazowe, biel ołowiowa (?) (brak mapy), pigmenty ziemne, czern kostna, czern węglowa (?), aurypigment. Wybrane ornamenty wykonano aurypigmentem z bielą ołowiową (?), natomiast czarny kontur miejscami przypomina wtórną warstwę malarską, różną od pierwotnie brązowego podkreślenia.</p>

Lp.	Obiekt	Podobrazie - dendrologia - dendrochronologia Rozmiar podobrazia, tkanina wzmacniająca	Zaprawa - rodzaj - analiza skupień nanoplanktonu wapiennego - XRPD - SEM EDS - liczba warstw	Warstwa przygotowawcza: - ryt, - rysunek/podmalowanie, - zmiany kompozycyjne, - cechy charakterystyczne	Warstwa malarska identyfikacja pigmentów/folii SEM EDS
-----	--------	---	---	---	--

33

Św. Mikołaj ze scenami żywota i cudów
MNK XVIII-192
(Kat. 46)

Drewno:
- lipowe (*Tilia*)
Rozmiar podobrazia:
- duży
Tkanina wzmacniająca:
- płótno wzmacniające
występuje na całości
podobrazia w 2 brytach.
Poziome łączenie
występuje mniej więcej
na 1/3 wysokości ikony
od góry. Tkaninę
wzmacniającą przyklejono
z wielką uwagą, o czym
świadczy regularny
układ wątku i osnowy.
Analogiczny sposób
przygotowania podobrazia
widoczny jest w ikonach
MNK XVIII-57, XVIII-25,
XVIII-402, XVIII-3,
XVIII-111

Zaprawa:
- kredowa
- 300 kokolitów
(pokład:
L. maastrichtensis)
XRPD:
- kalcyt
i kwarc
SEM EDS:
- kreda
z dodatkiem
krzemu
Liczba warstw:
- min. 3 warstwy
zaprawy
o znacznej
grubości,
przeplecione pod
warstwą malarską

Ryt:
- ogólny ryt postaci wraz
z nimbem (jednak bez detali)
widoczny dookoła całej
postaci św. Mikołaja
Rysunek/podmalowanie:
- dobrze widoczna
kompozycja
została precyzyjnie
wymalowana. W sposobie
wykonania można dostrzec
analogię do konturowania
widocznego w warstwie
malarskiej
Zmiany kompozycyjne:
- liczne, widoczne
w załamaniu szat przy
stopach św. Mikołaja,
oblamowaniu płaszczka,
architekturze oraz w scenach
bocznych
Cechy charakterystyczne:
- podmalowanie dobrze
widoczne
- rysunek/podmalowanie
wykonane pędzlem i czarnym
pigmentem (węgiel?)

Przekrój 1

(błękit groty – scena 1. po prawej w dolnym rzędzie)
„- zaprawa kredowa z dodatkiem krzemu
- warstwa przeklejenia
- następnie występuje warstwa bieli ołowiowej z wtrąceniami
niebieskiego pigmentu miedziowego
- przeklejenie lub werniks
- w warstwie zewnętrznej wykryto pigment ziemny oraz gips”

Przekrój 2

(zielen sukni postaci – scena 2. z lewej w dolnym rzędzie)
„- na zaprawie kredowej znajduje się warstwa koloru czarnego
- prawdopodobnie węgiel
- w kolejnej warstwie wykryto azuryt z wtrąceniami
aury pigmentu
- zewnętrzna warstwa organiczna”

Przekrój 3

(zielony krzyż z płaszczka św. Mikołaja)
„- zaprawa kredowa z dodatkiem krzemu
- warstwa bieli ołowiowej
- w kolejnej warstwie wykryto azuryt z wtrąceniami
aury pigmentu oraz śladami pigmentu ziemnego”

34

Narodzenie Chrystusa
MNK XVIII-245
(Kat. 30)

Drewno:
- lipowe (*Tilia*)
Rozmiar podobrazia:
- mały
Tkanina wzmacniająca:
- płótno wzmacniające
naklejono w miejscu
pionowego łączenia
desek, w formie
pasa wykonanego
z niestaranie sklejonych
ze sobą ścinków tkaniny
różnej wielkości. Sposób
wykonania analogiczny do
ikony MNK XVIII-32

Zaprawa:
- kredowa
- 300 kokolitów
(pokład: *L. levis*)
XRPD:
- nie badano
SEM EDS:
- kreda
Liczba warstw:
- min. 2 warstwy
zaprawy

Ryt:
- widoczny jedynie cienki
grawerunek nimbu Marii
Rysunek/podmalowanie:
- kompozycja wykonana
pędzlami różnej wielkości,
w sposób ogólny,
miejscami też korygowany
i uszczegóławiany
Zmiany kompozycyjne:
- nieliczne
Cechy charakterystyczne:
- widoczna duża sprawność
manualna autora
- zdecydowane pociągnięcia
pędzla uwidaczniające
kierunek, natężenie i sposób
prowadzenia linii

Przekrój 1

(błękit w miejscu światła – archanioł po lewej stronie ikony)
- brak próbki

Przekrój 2

(zielen tła – prawa dolna część obrazu)
„- zaprawa kredowa
- gruba warstwa przeklejenia
- warstwa koloru pomarańczowego, w której wykryto
pigmenty ziemne oraz aury pigment, miesza się z warstwą
zieleni – malachitem. Wykryto również wtrącenia czerni
kostnej”

Przekrój 3'

(archanioł po lewej stronie ikony, ciemny błękit)
„- zaprawa kredowa
- w warstwie koloru niebieskiego nie wykryto niebieskiego
pigmentu nieorganicznego, a jedynie biel ołowiową oraz
krzem
- w kolejnej warstwie wykryto kredę oraz domieszkę
pigmentu miedziowego
- w warstwie zewnętrznej wykryto biel ołowiową”

XRF – makro-skan	μRaman	XRPD	XRF – punktowe	Identyfikacja pigmentów							Podsumowanie
				smalta	ultramaryna	niebieskie pigmenty miedziowe	pigment organiczny/indygo	zielone pigmenty miedziowe	aurypigment	żółta cynowo-olowiowa	
<p>Karnacje: - pigment lub pigmenty miedziowe, żelazowe, biel ołowiowa, cynober (także usta) Partie niebieskie: - pigment lub pigmenty miedziowe, biel ołowiowa Partie zielone: - pigment lub pigmenty miedziowe, aurypigment Folie metalowe: - złoto w nimbie św. Mikołaja, dwójnik w nimbach scen bocznych Cechy charakterystyczne: - do wykonania pomarańczowego tła zastosowano minię lub minię z bielą ołowiową, a do kremowego – aurypigment. Występuje on także w mieszaninach zieleni i błękitu. W obszarze pigmentów miedziowych zaobserwowano także występowanie cynku</p>	Nie badano	<p>Próbka proszkowa 1: „Głównym składnikiem badanej próbki jest malachit. W próbce występuje także cynober. [...] znajdują się [również] nieliczne maksima dyfrakcyjne o małej intensywności pochodzące od domieszek” Próbka proszkowa 2: „wskazuje, że głównym składnikiem zidentyfikowanym w badanej próbce jest azuryt. Zidentyfikowano również kalcyt i niewielką ilość hydrocerusytu”</p>	Nie badano		X azuryt						<p>Ikonę namalowano sprawnie, z dopracowanymi detalami. Warstwa pociemniałego werniksu znacznie utrudnia właściwą ocenę pierwotnej kolorystyki, mimo to widoczna jest jej bogata paleta barwna. W scenie głównej św. Mikołaj został wykonany z dbałością o detal. W scenach bocznych widać dużo większą swobodę malarską ujawniającą warsztat artysty. W dwóch scenach bocznych (górną – pierwszą po prawej, oraz dolną – pierwszą po lewej) zwracają uwagę czerwone konturowanie nosa i ucha, które są charakterystyczne dla pewnej grupy ikon. Dobrze widoczny rysunek przygotowawczy zdradza liczne przesunięcia kompozycyjne. Nimby wykonano, stosując złoto oraz złoto-srebrną (dwójnik) folię metalową. Paleta malarska została opracowana przy użyciu następujących pigmentów: zieleni i niebieski pigment miedziowy, w tym malachit i azuryt, pigmenty żelazowe, biel ołowiowa, cynober, minia, aurypigment, pigment ziemny, węgiel.</p>
<p>Karnacje: - pigment lub pigmenty miedziowe, żelazowe, biel ołowiowa, cynober (także usta) Partie niebieskie: - biel ołowiowa Partie zielone: - pigment lub pigmenty miedziowe, pigmenty żelazowe, umbra Folie metalowe: - srebro Cechy charakterystyczne: - do wykonania całości zielonego tła zastosowano pigment lub pigmenty miedziowe. Biel ołowiowa występuje w mieszaninie z innymi pigmentami w niebieskich, żółtych i różowych obszarach kolorystycznych oraz niektórych zdobieniach (z aurypigmentem), a samodzielnie jedynie w miejscu świateł i „białych” postaciach zwierząt. W obszarze pigmentów miedziowych zaobserwowano także występowanie cynku</p>	Nie badano	Nie badano	Nie badano		X	X (?)	X malachit	X		<p>Obraz został namalowany sprawnie, w bogatej gamie kolorystycznej zieleni, różów, żółci, błękitów i czerwieni, uzyskanej m.in. przy zastosowaniu następujących pigmentów: zieleni lub zielone pigmenty miedziowe, malachit, niebieskie pigmenty miedziowe (?), pigmenty żelazowe, biel ołowiowa, cynober, aurypigment, czerni kostna i być może indygo (?), którego obecność należy potwierdzić. W tle i nimbach zastosowano folię srebrną laserowaną. Karnacje zostały wykonane sprawnie, malarsko. W płaszczyźnie zielonego tła widoczne są wtrącenia różnych pigmentów łącznie z aurypigmentem. Partie błękitne i czerwone zostały wykonane gładko, również laserunkowo. Ornamenty na czerwonym płaszczu Marii wykonano aurypigmentem i bielą ołowiową (?)</p>	

Lp.	Obiekt	Podobrazie - dendrologia - dendrochronologia Rozmiar podobrazia, tkanina wzmacniająca	Zaprawa - rodzaj - analiza skupień nanoplanktonu wapiennego - XRPD - SEM EDS - liczba warstw	Warstwa przygotowawcza: - ryt, - rysunek/podmalowanie, - zmiany kompozycyjne, - cechy charakterystyczne	Warstwa malarska identyfikacja pigmentów/folii SEM EDS
35	Matka Boska z <i>Emmanuellem</i> (fragment) MNK XVIII-337 (Kat. 22)	Drewno: - lipowe (<i>Tilia</i>) Rozmiar podobrazia: - średni/fragment Tkanina wzmacniająca: - nie występuje	Zaprawa: - kredowa - 300 kokolitów (pokład: <i>L. maastrichtensis</i>) XRPD: - nie badano SEM EDS: - kreda Liczba warstw: - min. 1 warstwa mocno przelejonej jednorodnej zaprawy	Ryt: - grawerunek widoczny jedynie w obrębie nimbów Matki Boskiej i Dzieciątka Rysunek/podmalowanie: - niewidoczny. W kilku miejscach dostrzegalne pomalowanie sugerujące rysunek przygotowawczy. Zostało ono wykonane okrągłymi pędzlami różnej wielkości poprzez lawowanie i szrafowanie Zmiany kompozycyjne: - nie badano Cechy charakterystyczne: - nie badano	Przekrój 1 (zieleń/czerń/błękit ramy) „- zaprawa kredowa. W zaprawie wykryto również srebro metaliczne - na podmalowaniu koloru żółtego (żółty pigment ziemny) występuje folia srebrna - malachit z wtrąceniami żółtej cynowo-olowiowej - warstwa werniksu lub podobna” Przekrój 2 (koszulka Chrystusa) „- zaprawa kredowa - warstwa azurytu z wtrąceniami cynobru oraz czerni kostnej - zewnętrzna warstwa organiczna” Przekrój 3 (welon Matki Boskiej) - brak próbkki
36	Ukrzyżowanie MNK XVIII-346 (Kat. 32)	Drewno: - lipowe (<i>Tilia</i>) Rozmiar podobrazia: - duży Tkanina wzmacniająca: - nie występuje	Zaprawa: - gipsowa - brak kokolitów (0) XRPD: - gips SEM EDS: - gips Liczba warstw: - zaprawa wielowarstwowa, min. 4 warstwy jednorodnej i gładkiej zaprawy, w tym 1 z licznymi pęcherzami powietrza mocno przelejonej bezpośrednio pod malowidłem	Ryt: - wszystkie grawerunki wykonano z detalami. Ryt postaci ukrzyżowanego Chrystusa jest wyraźny, średniej wielkości, ryty w medalionach cienkie i nierówne Rysunek/podmalowanie: - niewidoczne Zmiany kompozycyjne: - liczne, w scenie głównej i bocznych. Warstwa malarska mocno przesunięta w stosunku do pierwotnego rytu Cechy charakterystyczne: - zamiast rysunku widoczny jedynie bardzo precyzyjny grawerunek kompozycji - liczne zmiany i przesunięcia kompozycji rytu i warstwy malarskiej	Przekrój 1 (zieleń szaty św. Mateusza) „- zaprawa gipsowa - gruba warstwa bolusu – wykryto czerwień żelazową - folia złota ze śladem srebra - azuryt” Przekrój 2 (zieleń z dolnej części tła w prawym medalionie) „- zaprawa gipsowa - warstwa bolusu (częściowo zanikająca), wykryto czerwień żelazową - folia złota ze śladem srebra - warstwa aury pigmentu z niewielką ilością bieli ołowiowej - warstwa bieli ołowiowej z wtrąceniami czerni kostnej; możliwa obecność smalty” Przekrój 3 (błękit z rzeźbionego ornamentu) „- zaprawa gipsowa z wtrąceniem pigmentu ziemnego. Wykryto również fosfor (czerń kostna?) - w warstwie zewnętrznej wykryto smaltę”

XRF – makro-skan	μRaman	XRPD	XRF – punktowe	Identyfikacja pigmentów							Podsumowanie	
				smalta	ultramaryna	niebieskie pigmenty miedziowe	pigment organiczny/indygo	zielone pigmenty miedziowe	aurypigment	żółta cynowo-olowiowa		
<p>Karnacje: - biel ołowiowa, cynober (także usta), pigmenty żelazowe Partie niebieskie/zielone – określenie kolorystyki jest trudne ze względu na zmiany kolorystyczne w ikonie: ornament roślinny widoczny jako czernie oraz sukienka Dzieciątka: - pigment lub pigmenty miedziowe Folie metalowe: - rama: srebro - scena główna: złoto Cechy charakterystyczne: - biel ołowiowa została zastosowana głównie do namalowania karnacji, napisów na czarnym tle oraz światła na sukience Dzieciątka. Z kolei cynobrem wykonano czerwone obramienie, sukienkę Dzieciątka i płaszcz Marii (tu: razem z umbrą i pigmentem żelazowym)</p>	<p>Nie badano Przekrój I: „W otrzymanych widmach próbki MNK XVIII-337 natrafiono na ślad spektralny malachitu, [...] Nie udało się potwierdzić obecności żółtej cynowo-olowiowej”</p>	Nie badano	Nie badano									
<p>Interpretacja pierwiastkowa obiektu jest niepełna ze względu na ograniczenia pomiaru (mapę XRF wykonano na fragmencie) Karnacje: - cynober, biel ołowiowa, pigmenty żelazowe Partie niebieskie: - w zakresie skanu – brak Partie zielone: - pigment lub pigmenty miedziowe, aurypigment Folie metalowe: - złoto Cechy charakterystyczne: - Perizonium Chrystusa zostało wmodelowane pigmentem lub pigmentami miedziowymi. W dolnej części, u podstawy krzyża, w obszarze zieleni widoczny dodatek aurypigmentu</p>		Nie badano	W badaniu potwierdzono obecność folii złotej „Au (48.9 ± 0.5%)”									
				X								
					azuryt							
						X azuryt						
									X	malachit		
											X (?)	
												Ikona zachowana fragmentarycznie (jedynie jej prawa część). Ponadto warstwa malarska uległa widocznym zmianom kolorystycznym, szczególnie w obszarach błękitów i zieleni, które przypominają czerń lub zielen. Obraz wykonany w pełnej gamie kolorystycznej, przy ograniczonej palecie pigmentów, m.in. takich jak: biel ołowiowa, cynober, pigmenty żelazowe, umbra, czerń kostna, zielone i niebieskie pigmenty miedziowe (w tym azuryt, malachit), żółta cynowo-olowiowa (?). Zgodnie z przekrojem poprzecznym nr 1, na ramie srebrzenia laserowane na złoto wykonano na żółtej glince bolusowej, a przestrzenie między ornamentem roślinnym wypełniono mieszaniną m.in. malachitu i żółtej cynowo-olowiowej (?). W scenie głównej nimby wyzłocono, podobnie jak asystki na szacie Dzieciątka. Obraz został wykonany w charakterystyczny sposób, widoczny m.in. w sposobie kształtowania karnacji.
												Ikona została wykonana w ograniczonej gamie barwnej, z dominantą brązów, zieleni, złota, zrównoważonych chłodną karnacją ciała Chrystusa. Namalowano ją przy użyciu następujących pigmentów, m.in.: pigmentów żelazowych, bieli ołowiowej, cynobru, pigmentu lub pigmentów miedziowych, azurytu, aurypigmentu, czerwieni żelazowej, czerni kostnej, smalty. Złoto płatkowe (miejscami ze śladami srebra) ułożono na czerwonym pulmencie. Charakterystyczne dla ikony są precyzyjne ryty i warstwa malarska wykonana ze znacznym przesunięciem w stosunku do wygrawerowanej kompozycji. Na fotografiach widoczny sposób wykonania karnacji oraz czerwienie i zielen (pigmentu miedziowego).

Lp.	Obiekt	Podobrazie - dendrologia - dendrochronologia Rozmiar podobrazia, tkanina wzmacniająca	Zaprawa - rodzaj - analiza skupień nanoplanktonu wapiennego - XRPD - SEM EDS - liczba warstw	Warstwa przygotowawcza: - ryt, - rysunek/podmalowanie, - zmiany kompozycyjne, - cechy charakterystyczne	Warstwa malarska identyfikacja pigmentów/folii SEM EDS
-----	--------	---	---	---	--

37

Optakwanie
MNK XVIII-366¹*

Drewno:
- lipowe (*Tilia*)
Rozmiar podobrazia:
- mały
Tkanina wzmacniająca:
- nie występuje

Zaprawa:
- kredowa
- 159 kokolitów
(pokład: *L. maastrichtiensis*)
XRPD:
- kalcyt
z domieszkami
SEM EDS:
- kreda
Liczba warstw:
- zaprawa
wielowarstwowa,
min. 3 warstwy
mocno
przeklejonej
zaprawy.
W ostatniej
warstwie
widoczne
domieszki
i pęcherze
powietrza

Ryt:
- grawerunek jest dobrze
widoczny i wyznacza ogólne
zarysy kompozycji, w tym
także układ szat
Rysunek/podmalowanie:
- rysunek przygotowawczy
wykonany pędzlem, zgodny
z wersją końcową malowidła
Zmiany kompozycyjne:
- liczne, kompozycja
w wielu miejscach odbiega
od grawerunków i jest
korygowana poprzez
podmalowanie pędzlem.
Być może w ten sposób
dostosowywano posiadany
wzór do rozmiarów podłoża
Cechy charakterystyczne:
- praca wykonana etapowo
- swobodne podejście do
pierwotnego szkicu
- liczne zmiany kompozycji

Przekrój 1

(zielone tło z prawej strony obrazu przy podstawie budowli)
„- wielowarstwowa, przeklejona zaprawa kredowa
- w zewnętrznej, ciemnej warstwie wykryto: gips, niewielkie
ilości pigmentów ziemnych oraz węgiel”

Przekrój 2

(róż z dachu budowli, prawa strona obrazu)
„- zaprawa kredowa
- w warstwie pomarańczowej wykryto biel ołowiową oraz
cynober
- w ciemnej warstwie zewnętrznej wykryto dużą ilość żelaza
(pigment zielony, czerni?)”

Przekrój 3

(czerni, okno po lewej stronie obrazu)
„- wielowarstwowa zaprawa kredowa
- warstwa bieli ołowiowej
- w warstwie zewnętrznej występują związki organiczne”

38

Święta rozmowa (łac. *Sacra conversatio*)
MNK XVIII-396 (Kat. 20)

Drewno:
- topolowe (*Populus*)
Rozmiar podobrazia:
- mały
Tkanina wzmacniająca:
- nie występuje

Zaprawa:
- gipsowa
- brak kokolitów
(0)
XRPD:
- gips
SEM EDS:
- gips
Liczba warstw:
- min. 1 (próbka
podczas
pobierania
ulega silnemu
rozwarstwianiu)

Ryt:
- niewidoczny
Rysunek/podmalowanie:
- rysunek przygotowawczy
o jednakowej linii
i graficznym charakterze
wykonano precyzyjnie, bez
detali, przy użyciu cienkiego
pędzla
Zmiany kompozycyjne:
- nieliczne, widoczne
jedynie w twarzach postaci
(przesunięcia oczu św.
Katarzyny, ust Marii, oczu
i brody św. Rocha oraz oczu
i ust Dzieciątka)
Cechy charakterystyczne:
- wyraźny brak rytów
- ogólny rysunek wykonany
cienkim pędzlem
- graficzne podejście
w sposobie wykonania
rysunku

Przekrój 2

(rękaw św. Rocha – błękit ze złotem)
„- na warstwie organicznej (werniks, brud?) znajduje się gruba
warstwa azurytu z wtrąceniami bieli ołowiowej i cynobru”

Przekrój 2'

(rękaw św. Rocha – błękit ze złotem)
„- zaprawa gipsowa
- pomarańczowa warstwa bolusu (pigment żelazowy), na
której znajduje się folia złota. W innym kawałku tej próbki
wykryto azuryt z wtrąceniami pigmentu żelazowego”

Przekrój 4

(zieleń z płaszcza Marii)
„- warstwa mocno przeklejonej zaprawy gipsowej
- warstwa czerni – duża zawartość węgla, niewielka ilość
czerni kostnej
- w warstwie zielonej wykryto zielony pigment miedziowy,
biel ołowiową oraz wtrącenia aury pigmentu
- zewnętrzna warstwa organiczna”

¹ Ikona ta nie została uwzględniona w Katalogu zamieszczonym w tomie I niniejszej publikacji. Badania wykonane częściowo ze względu na uznanie ikony w trakcie projektu za dzieło XVII-wieczne – wyniki zestawiono dla celów porównawczych.

* Oznaczenie gwiazdką wskazuje na potrzebę dalszych badań w celu uściślenia wyniku, a przypisanie do grupy kolorystycznej jest jedynie uogólnieniem odnoszącym się do wrażenia wizualnego. Ten sposób opisu nie wyklucza natomiast powstania zielonej płaszczyzny kolorystycznej na podstawie mieszanych pigmentów niebieskich i żółtych.

XRF – makro-skan	μRaman	XRPD	XRF – punktowe	Identyfikacja pigmentów							Podsumowanie
				smalta	ultramaryna	niebieskie pigmenty miedziowe	pigment organiczny/indygo	zielone pigmenty miedziowe	aurypigment	żółta cynowo-olowiowa	
<p>Karnacje: - biel ołowiowa, dodatek umbry, pigmenty żelazowe, aurypigment Partie niebieskie: - pigment lub pigmenty miedziowe, biel ołowiowa Niebieskoszary: - smalta Partie zielone: - widoczna jedynie zaprawa kredowa Folie metalowe: - złoto Cechy charakterystyczne: - mapy rozkładu pierwiastków wapnia, ołowiu i rtęci ukazują sposób wykorzystania bieli zaprawy w malowidle. Obecność bieli ołowiowej widoczna jedynie we fragmentach architektury, perizonium, inskrypcji, szatach i światłach. Czerwienie wykonano cynobrem</p>	Nie badano	Nie badano	Nie badano	X	X				X	Ikona wykonana w palecie barwej z zastosowaniem takich pigmentów, jak m.in.: pigment lub pigmenty miedziowe, żelazowe, biel ołowiowa, aurypigment, smalta, pigmenty ziemne, cynober. Pierwotnie, przed zagruntowaniem, deska była osadzona w ramie, o czym świadczą brzęgi uniesione powyżej poziomu lica i fragmenty niezagruntowanego drewnianego podobrazia. Kompozycję przygotowywano etapowo. Końcowa warstwa malarska jest przesunięta w stosunku do grawerunku pierwotnej kompozycji. Tło pokryte złotem płatkowym na czerwonym bolusie. Malarskie karnacje wykonano, nakładając cienką warstwę ugrowego podmalowania, bładoróżowe i białe światła oraz czarny kontur.	
<p>Karnacje: - biel ołowiowa, cynober (też w ustach), pigmenty żelazowe Partie niebieskie: - pigment lub pigmenty miedziowe Partie zielone: - pigment lub pigmenty miedziowe Folie metalowe: - złoto Cechy charakterystyczne: - w ikonie dominują pigmenty żelazowe i miedziowe (suknia, podszewka płaszcza i kamienie w koronie św. Katarzyny, ornamenty na pasku Dzieciątka oraz na podszewce płaszcza, pasku i welonie Marii czy też podszewce płaszcza i lamówce pod szyją św. Rocha). Do wykonania karnacji zastosowano analogiczne do ikony MNK XVIII-366 pigmenty, wzbogacając je jedynie o aurypigment. Cynober występuje z dodatkiem czerni kostnej (płaszczki Marii i św. Katarzyny) oraz samodzielnie (fragmenty nimbu krzyżowego oraz inicjały Marii po lewej stronie jej głowy). Widoczne w cieniach włosów laserunki zostały wykonane umbrą</p>	Nie badano	Nie badano	W badaniu potwierdzono obecność folii złotej: pkt 1: „Au (63.7 ± 0.9%)”, pkt 2: „Au (62.1 ± 0.9%)”	X	X azuryt			X	X	Ikona fragmentami jest zmieniona kolorystycznie, co utrudnia właściwą ocenę pierwotnej kolorystyki. Obraz został namalowany sprawnie, w bogatej gamie barwej uzyskanej z pigmentów, tj.: bieli ołowiowej, cynobru, pigmentów żelazowych, azurytu, zielonych pigmentów miedziowych, aurypigmentu, czerni kostnej i być może węglowej (?). W tle (na pomarańczowej glince bolusowej) i na asystach położono złoto płatkowe. Rysunek przygotowawczy naniesiono cienkim pędzlem. Koronę św. Katarzyny ozdobiono drogocennymi kamieniami namalowanymi pigmentami miedziowymi i czerwonym pigmentem organicznym. Zielone oblamowanie welonu Marii zostało wykonane pigmentem lub pigmentami miedziowymi. Na ugrowym podkładzie namalowano precyzyjnie karnacje (bielą ołowiową z cynobrem i ugiem w światłach) oraz usta (górną wargę cynobrem, dolną zaś bielą ołowiową z jego niewielkim dodatkiem).	

Lp.	Obiekt	Podobrazie - dendrologia - dendrochronologia Rozmiar podobrazia, tkanina wzmacniająca	Zaprawa - rodzaj - analiza skupień nanoplanktonu wapiennego - XRPD - SEM EDS - liczba warstw	Warstwa przygotowawcza: - ryt, - rysunek/podmalowanie, - zmiany kompozycyjne, - cechy charakterystyczne	Warstwa malarska identyfikacja pigmentów/folii SEM EDS
-----	--------	---	---	---	--

39

Chrystus Pantokrator
MNK XVIII-402
(Kat. 5)

Drewno:
- lipowe (*Tilia*)
Rozmiar podobrazia:
- duży
Tkanina wzmacniająca:
- płótno wzmacniające
występuje na całości
podobrazia. Zakłócenia
sygnału uniemożliwiają
precyzyjne określenie
wielkości tkaniny

Zaprawa:
- kredowa
- 300 kokolitów
(pokład:
L. maastrichtensis)
XRPD:
- nie badano
SEM EDS:
- kreda
Liczba warstw:
- wielowarstwowa,
min. 5 warstw
zaprawy

Ryt:
- grawerunek w tle jest
głęboki i dobrze widoczny,
w pozostałej części malowidła
niewidoczny
Rysunek/podmalowanie:
- rysunek przygotowawczy
wykonany przy użyciu
cienkiego pędzla
Zmiany kompozycyjne:
- liczne, w obszarze
niebieskiego płaszcza
Chrystusa (zmiana kształtu
i układu draperii)
Cechy charakterystyczne:
- zmiany kompozycji szaty

Przekrój 1

(kontur prawego rękawa niebieskiej szaty Chrystusa)
„- w warstwie zaprawy wykryto kredę oraz krzem
- na czerwonej warstwie bolusu znajduje się folia – wykryto
srebro oraz złoto
- w warstwie koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową,
kredę, a także dużą ilość krzemu i niewielką ilość żelaza oraz
kobaltu (możliwa smalta)”

Przekrój 2

(karnacja – prawa dłoń)
„- wielowarstwowa zaprawa kredowa
- następnie występuje warstwa koloru czerwonego – minia
z bielą ołowiową, wtrącenia aury pigmentu, cynobru oraz
pigmentu ziemnego”

Przekrój 3

(zielony laserunek z oblamowania pod szyją)
„- warstwa mocno przklejonej zaprawy kredowej
- w warstwie brązowej wykryto związki organiczne, ślady
miedzi oraz warstwę folii srebrnej i złotej”

40

Mandylion – Oblicze Chrystusa na chustce, obraz „Nie ręką uczyniony”
(gr. *Acheiropoietos*) z archaniołami Gabrielem i Michałem
MNK XVIII-452 (Kat. 3)

Drewno:
- lipowe (*Tilia*)
Rozmiar podobrazia:
- średni
Tkanina wzmacniająca:
- nie występuje

Zaprawa:
- kredowa
- 300 kokolitów
(pokład:
L. maastrichtensis)
XRPD:
- nie badano
SEM EDS:
- kreda
Liczba warstw:
- 3 warstwy
zaprawy –
1. o połowie
grubości
kolejnych

Ryt:
- grawerunek widoczny
jedynie w miejscach
oddzielających fragmenty
malarskie od złocień.
W nimbach jest on średniej
głębokości rytym z puncami
wykonanymi okrągłym
narzędziem, prostopadłe
i miejscami skośnie do
płaszczyzny
Rysunek/podmalowanie:
- kompozycja wykonana
szkicowo i laserunkowo
miękkim pędzlem średniej
wielkości
Zmiany kompozycyjne:
- liczne, widoczne w obszarze
draperii, szat archaniołów
oraz włosów Chrystusa po
prawej stronie obrazu, u dołu
Cechy charakterystyczne:
- lekkie i szkicowe, malarski
rysunek przygotowawczy

Przekrój 2

(błękitna szata Archanioła Gabriela)
„- w warstwie zaprawy wykryto kredę oraz krzem
- zewnętrzną warstwę tworzy azuryt z wtrąceniem pigmentu
żelazowego”

Przekrój 4

(czerni tła pod inskrypcją u dołu ikony)
„- w warstwie zaprawy wykryto kredę oraz krzem
- następnie występuje warstwa koloru zielonego, w której
wykryto biel ołowiową oraz pigment ziemny
- warstwa zewnętrzna - związki organiczne”

Przekrój 6

(folia złota przy inskrypcji z literami)
„- warstwa zaprawy kredowej
- cienka warstwa podmalowania koloru żółtego – pigment
ziemny
- warstwa folii – wykryto srebro oraz złoto”

XRF – makro-skan	μRaman	XRPD	XRF – punktowe	Identyfikacja pigmentów							Podsumowanie
				smalta	ultramaryna	niebieskie pigmenty miedziowe	pigment organiczny/indygo	zielone pigmenty miedziowe	aurypigment	żółta cynowo-olowiowa	
<p>Karnacje: - aurypigment, cynober, biel ołowiowa, pigmenty żelazowe</p> <p>Partie niebieskie: - biel ołowiowa, smalta</p> <p>Partie zielone: - pigment lub pigmenty miedziowe</p> <p>Folie metalowe: - srebro, złoto (dwójnik?)</p> <p>Cechy charakterystyczne: - brak</p>	Nie badano	Nie badano	Nie badano	X				X	X	Ikona w bardzo złym stanie zachowania pierwotnej warstwy malarskiej, po wielu konserwatorskich przekształceniach historycznych oraz przemalowaniach. Namalowano ją w ograniczonej palecie barwnej, z zastosowaniem m.in. następujących pigmentów: aurypigmentu, cynobru, bieli ołowiowej, pigmentów żelazowych, smalty, minii, pigmentu lub pigmentów miedziowych. W tle widoczne głębokie rytowania i zdobienie wykonane na czerwonym pulmencie z zastosowaniem srebrnej i złotej folii metalowej – dwójnika). Miejscowo nałożono także laserunki wykonane pigmentem miedziowym oraz czerwienią organiczną. Karnacje namalowano przy użyciu aurypigmentu, cynobru, bieli ołowiowej, pigmentu żelazowego i minii. Na ikonie widoczne liczne przemalowania (np. czerwone zapięcie książki zostało przemalowane na brąz) i łączenia warstw pierwotnych z wtórnymi, na czarnym konturze). Płaszcz Chrystusa pierwotnie był wykonany najprawdopodobniej smaltą, na co wskazuje lekko szary kolor na fotografiach.	
<p>Karnacje: - biel ołowiowa, pigment lub pigmenty miedziowe, pigmenty żelazowe, cynober (także usta), umbra</p> <p>Partie niebieskie: - umbra, pigment lub pigmenty miedziowe, pigmenty żelazowe, biel ołowiowa</p> <p>Partie zielone: - nie zidentyfikowano obszarów</p> <p>Folie metalowe: - złoto, srebro – dwójnik</p> <p>Cechy charakterystyczne: - wszystkie czerwone fragmenty zostały wykonane cynobrem. W podmalowaniach karnacji i obszarów niebieskich widoczny znaczny udział pigmentów żelazowych. W obszarze pigmentów miedziowych zaobserwowano także występowanie cynku inne niż w ubytkach, gdzie cynk pochodzi z uzupełnień kolorystycznych wykonanych podczas konserwacji</p>	Nie badano	Próbka proszkowa „Analiza [...] wskazuje, że głównym składnikiem zidentyfikowanym w badanej próbce jest azuryt. W badanej próbce występuje także domieszka masykotu”	Nie badano	X azuryt			X		Ikony wykonano gładko, kryjąco, w ograniczonej gamie barwnej, z zastosowaniem następujących pigmentów: biel ołowiowa, azuryt, pigment lub pigmenty miedziowe, pigmenty żelazowe, cynober, umbra, pigmenty ziemne, masykot. W tle polerowaną i matową złoto-srebrną folię metalową (dwójnik) ułożono na żółtym bolusie, a w nimbach wykonano rytę średniej grubości. Karnacje archaniołów namalowano szkicowo (w przeciwieństwie do twarzy Chrystusa, na której widać wtrącenia zielonego pigmentu miedziowego. W partiach ciemnych (czarnych) dostrzegalne są zmiany koloru azurytu oraz pigmenty żelazowe.		

Lp.	Obiekt	Podobrazie - dendrologia - dendrochronologia Rozmiar podobrazia, tkanina wzmacniająca	Zaprawa - rodzaj - analiza skupień nanoplanktonu wapiennego - XRPD - SEM EDS - liczba warstw	Warstwa przygotowawcza: - ryt, - rysunek/podmalowanie, - zmiany kompozycyjne, - cechy charakterystyczne	Warstwa malarska identyfikacja pigmentów/folii SEM EDS
-----	--------	---	---	---	--

41

Ewangelista św. Jan i św. Łukasz (skrzydło bramy królewskiej ikonostasu)
MNK XVIII-533
(Kat. 12)

Drewno:
- lipowe (*Tilia*)
Rozmiar podobrazia:
- duży
Tkanina wzmacniająca:
- płótno wzmacniające
widoczne w ikonie
w postaci pionowego
pasa na łączeniu desek
oraz fragmentarycznie
na kowczegu. Można
domniemywać, że
zastosowano go w różnych
obszarach i wielkościach
lub pod całością deski (?)

Zaprawa:
- gipsowo-
kredowa
- 146 kokolitów
(pokład:
L. maastrichtensis)
XRPD:
- anhydryt
z gipsem
SEM EDS:
- próbka 1,2b, 5
- gips, próbki 1', 2
- kreda
Liczba warstw:
- 2 warstwy
zaprawy, dolna
zaprawa drobna
i jednorodna,
górną (pod
warstwą
malarską)
charakteryzuje
się licznymi
pęcherzami
powietrza
(próbka 5)

Ryt:
- nie występuje
Rysunek/podmalowanie:
- rysunek przygotowawczy
wykonano szybko i szkicowo
średniej wielkości pędzlem,
w sposób zróżnicowany
(różnej wielkości linie
z wyraźnym początkiem,
środkiem i zakończeniem)
Zmiany kompozycyjne:
- niewielkie
Cechy charakterystyczne:
- brak

Przekrój 1
(ciemne tło w górnej części ikony)
„- w warstwie zaprawy wykryto gips
- cienkie podmalowanie koloru żółtego – wykryto pigment
ziemny
- w warstwie zielonej wykryto pigment ziemny oraz czerń
kostną”

Przekrój 2
(roślinność na skale po lewej stronie obrazu)
„- zaprawa kredowa
- jasna warstwa brązowa – wykryto biel ołowiową
z wtrąceniami pigmentu ziemnego
- następnie występuje ciemna warstwa koloru zielonego
z licznymi wtrąceniami czerni – wykryto pigment ziemny
oraz czerń kostną
- w warstwie koloru niebieskiego stwierdzono obecność
bieli ołowiowej, nie wykryto natomiast nieorganicznego
pigmentu niebieskiego
- zewnętrzna warstwa – związki organiczne”

Przekrój 2'a
(roślinność na skale po lewej stronie obrazu)
„- występuje silnie przeklejona zaprawa kredowa
- warstwa bieli ołowiowej
- w kolejnej warstwie koloru brązowego wykryto biel
ołowiową, pigment ziemny oraz wtrącenia czerni
- w warstwie koloru niebieskiego stwierdzono obecność
bieli ołowiowej, nie wykryto natomiast nieorganicznego
pigmentu niebieskiego
- w warstwie zewnętrznej można zauważyć ślady warstwy
pomarańczowej – wykryto pigment ziemny, gips, biel
ołowiową, ślady cynku oraz tytanu”.

Przekrój 2'b
(roślinność na skale po lewej stronie obrazu)
„- w białej, spodniej warstwie wykryto biel ołowiową
- następnie występuje gruba, niejednorodna warstwa koloru
brązowego, prawdopodobnie o charakterze organicznym,
w której wykryto również wtrącenia minii i/lub bieli
ołowiowej
- we wtrąceniu zielonym wykryto pigmenty ziemne oraz
czerń kostną
- w warstwie zewnętrznej wykryto biel ołowiową (możliwe
również wtrącenia minii) oraz ślady bieli barytowej”

Przekrój 5
(rama po lewej stronie obrazu)
„- zaprawa gipsowa
- w grubej, nieregularnej warstwie koloru pomarańczowego
wykryto pigment ziemny oraz gips
- w kolejnej warstwie koloru pomarańczowego wykryto
pigment ziemny, biel ołowiową i/lub wtrącenia minii
- w kolejnej warstwie wykryto biel ołowiową z wtrąceniem
pigmentu ziemnego”

XRF – makro-skan	μRaman	XRPD	XRF – punktowe	Identyfikacja pigmentów							Podsumowanie
				smalta	ultramaryna	niebieskie pigmenty miedziowe	pigment organiczny/indygo	zielone pigmenty miedziowe	aurypigment	żółta cynowo-olowiowa	
Karnacje: - biel ołowiowa, pigmenty żelazowe, niewielki dodatek cynobru Partie niebieskie: - niewidoczne Partie zielone: - partie widoczne jako ciemnooliwkowe: aurypigment, smalta, pigment lub pigmenty miedziowe, pigmenty żelazowe, biel ołowiowa Folie metalowe: - złoto Cechy charakterystyczne: - cynober został użyty do wykonania czerwonego obramowania kwater, nimbów oraz napisów w kwaterach. W niewielkim stopniu posłużył on także do wykonania pomarańczowego koloru (szaty, trony, postaci ewangelistów). Pigmentem lub pigmentami żelazowymi wykonano natomiast większą część ikony oraz tło pomiędzy kwaterami. Pigment lub pigmenty miedziowe widoczne są w miejscach oliwkowych i czarnych	Nie badano	Nie badano	Nie badano	X		X (?)	X	X		Właściwa interpretacja ikon jest utrudniona ze względu na zmiany kolorystyczne widoczne w obrębie wybranych obszarów (czernie i oliwkowe zielenie). Występujące analogie techniczne i technologiczne pozwalają przypisać omawiane dzieła jednemu autorowi lub warsztatowi. Ikony zostały wykonane w ciepłej paletce barwnej, z zastosowaniem m.in. następujących pigmentów: bieli ołowiowej, pigmentów miedziowych, cynobru, pigmentów żelazowych, smalty, aurypigmentu, pigmentów ziemnych, czerni kostnej, niebieskiego barwnika organicznego (?), którego rozpoznanie wymaga dalszych badań. W asystkach zastosowano złoto, a w tle kwater kowczegu i nimbach – biel ołowiową z niewielkim dodatkiem aurypigmentu, na którym znajduje się również złota folia. We wstępnej kompozycji rytzy są niedostrzegalne, a rysunek wykonano okrągłym, średnim pędzlem. Kształty zostały namalowane liniami o różnej wielkości i natężeniu. Zniszczenia i retusze widoczne są częściowo na fotografiach IR, RTG oraz mapach XRF wapnia (Ca). Zmiany w układzie poszczególnych warstw technologicznych (przemalowania) są zobrazowane na przekrojach poprzecznych, np. przekrój 1 w ikonie MNK XVIII-533 czy przekrój 2 i 3 w ikonie MNK XVIII-534, gdzie (w MNK XVIII-534) zmiany dotyczą nimbów i czerwonego obramowania. W przekroju 3 widoczne są 2 czerwone warstwy malarskie o różnym uziarnieniu, przedzielone warstwą bieli ołowiowej.	

Lp.	Obiekt	Podobrazie - dendrologia - dendrochronologia Rozmiar podobrazia, tkanina wzmacniająca	Zaprawa - rodzaj - analiza skupień nanoplanktonu wapiennego - XRPD - SEM EDS - liczba warstw	Warstwa przygotowawcza: - ryt, - rysunek/podmalowanie, - zmiany kompozycyjne, - cechy charakterystyczne	Warstwa malarska identyfikacja pigmentów/folii SEM EDS
-----	--------	---	---	---	--

42

Ewangeliści św. Mateusz i św. Marek (skrzydło bramy królewskiej ikonostasu)
 MNK XVIII-534
 (Kat. 13)

Drewno:
 - lipowe (*Tilia*)
 Rozmiar podobrazia:
 - duży
 Tkanina wzmacniająca:
 - płótno wzmacniające
 widoczne w postaci
 pionowego pasa na
 łączeniu desek oraz
 fragmentarycznie
 w kowczegu

Zaprawa:
 - kredowa
 - 300 kokolitów
 (pokład:
L. maastrichtensis)
 XRPD:
 - kalcyt
 z domieszkami
 SEM EDS:
 - kreda
 Liczba warstw:
 - min. 1 warstwa
 zaprawy, choć
 technologicznie
 wykonana
 anagogenicznie
 do ikony MNK
 XVIII-533

Ryt:
 - analogiczny do ikony
 MNK XVIII-533
 Rysunek/podmalowanie:
 - jw.
 Zmiany kompozycyjne:
 - jw.
 Cechy charakterystyczne:
 - jw.

Przekrój 1
 (brązowe tło)
 „- warstwa zaprawy gipsowej
 - w warstwie koloru czerwonego wykryto pigmenty ziemne
 - w warstwie zewnętrznej występują związki organiczne”
Przekrój 1'
 (brązowe tło)
 „- zaprawa kredowa
 - w warstwie koloru zielonego wykryto glinokrzemiany
 oraz zielony pigment ziemny, w obszarze 2–9 wykryto
 również gips
 - w warstwie zewnętrznej wykryto gips, czerń kostną oraz
 niewielką ilość żelaza”
Przekrój 2
 (tło przy karnacji)
 „- zaprawa kredowa
 - warstwa czerni, w której wykryto węgiel
 - następnie występuje warstwa bieli z licznymi czerwonymi
 wtrąceniami – wykryto biel ołowiową, prawdopodobnie
 minię oraz niewielką ilość cynobru
 - przeklejenie
 - warstwa koloru brązowoczerwonego – wykryto pigment
 żelazowy oraz cynober
 - zewnętrzna warstwa – związki organiczne”
Przekrój 3
 (czerwień z obramowania – rama u góry obrazu)
 „- zaprawa kredowa
 - warstwa pomarańczowa – glinokrzemiany oraz pigment
 ziemny
 - w obszarach 1–9 oraz 1–10 wykryto cynober
 - następnie występuje warstwa bieli ołowiowej
 - cienka warstwa podmalowania, w której wykryto pigment
 ziemny
 - warstwa cynobru
 - w zewnętrznej warstwie wykryto gips”
Przekrój 3'
 (brązowe tło)
 - na grubej, mocno przeklejonej warstwie gipsu znajduje
 się warstwa pomarańczowego podmalowania (bolus),
 w którym stwierdzono obecność pigmentów ziemnych
 - w próbce znajdują się pozostałości folii złotej
 - warstwa cynobru”

Lp.	Obiekt	Podobrazie - dendrologia - dendrochronologia Rozmiar podobrazia, tkanina wzmacniająca	Zaprawa - rodzaj - analiza skupień nanoplanktonu wapiennego - XRPD - SEM EDS - liczba warstw	Warstwa przygotowawcza: - ryt, - rysunek/podmalowanie, - zmiany kompozycyjne, - cechy charakterystyczne	Warstwa malarska identyfikacja pigmentów/folii SEM EDS
-----	--------	---	---	---	--

43

Matka Boska (z rządu Deesis)
MNK XVIII-574
(Kat. 6)

Drewno:
- lipowe (*Tilia*)
Datowanie dendrochronologiczne:
„- Wynik datowania po kalibracji [...] wskazuje, że analizowane przyrosty roczne drewna deski podobrazia ikony z prawdopodobieństwem 95,4% pochodzą z okresu: 1322–1347 (8,9%) lub 1392–1450 (86,5%), zaś z prawdopodobieństwem 68,2% możemy wyznaczyć jeden przedział 1408–1440”
Rozmiar podobrazia:
- mały
Tkanina wzmacniająca:
- nie występuje

Zaprawa:
- gipsowa
- brak kokolitów (0)
XRPD:
- gips z anhydrytem
SEM EDS:
- gips, w 1 próbce gips z bielą ołowiową
Liczba warstw:
- min. 1 warstwa zaprawy

Ryt:
- fragment grawerunku widoczny jedynie w okolicy lewego ramienia Matki Boskiej
Rysunek/podmalowanie:
- niewidoczne
Zmiany kompozycyjne:
- nie badano
Cechy charakterystyczne:
- nie badano

Przekrój 1

(błękit z sukni Matki Boskiej – dolna część ikony)
„- warstwa zaprawy gipsowej
- w pozostałych warstwach wykryto jedynie biel ołowiową, węgiel (związki organiczne) oraz wtrącenia czerwieni żelazowej i czerni kostnej”

Przekrój 2

(brzeg płaszcza Matki Boskiej)
„- gruba warstwa przeklejonej zaprawy gipsowej z licznymi, rozległymi wtrąceniami bieli ołowiowej oraz wtrąceniami cynobru i czerwieni żelazowej
- w warstwie koloru zielonego wykryto ziemię zieloną oraz biel ołowiową
- w zewnętrznej warstwie koloru czerwonego stwierdzono obecność pigmentów ziemnych, bieli ołowiowej oraz wtrąceń cynobru i czerni węglowej

Przekrój 3

(dół ikony)
„- zaprawa gipsowa
- w warstwie koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową
- warstwa bieli ołowiowej
- przeklejenie
- warstwa cynobru
- przeklejenie
- warstwa cynobru
- przeklejenie
- warstwa cynobru
- w warstwie zewnętrznej występują związki organiczne”

Przekrój 3'

(dół ikony)
„- warstwa zaprawy gipsowej z krzemionką oraz wtrąceniami pigmentów ziemnych
- przeklejenie
- w warstwie koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową
- warstwa bieli ołowiowej
- przeklejenie, na którym znajduje się cienka warstwa bieli ołowiowej
- w zewnętrznej warstwie stwierdzono cynober”

Przekrój 1

(zielen z płaszcza Jana Chrzciciela – dół ikony)
„- mocno przeklejona warstwa zaprawy gipsowo-kredowej
- w warstwie zielonej wykryto ziemię zieloną, biel ołowiową oraz krzemionkę. Obecność potasu może świadczyć o zastosowaniu czerni roślinnej”

Przekrój 2

(karnacja – nos)
„- mocno przeklejona warstwa zaprawy gipsowej
- w warstwie pomarańczowej stwierdzono obecność pigmentów ziemnych, krzemionki oraz wtrąceń czerni kostnej”

Przekrój 3

(przemalowania na nimbie)
„- warstwa zaprawy kredowej
- w warstwie koloru żółtego wykryto pigment ziemny oraz niewielką ilość bieli ołowiowej
- w kolejnej warstwie stwierdzono obecność czerwieni żelazowej z wtrąceniami czerni kostnej
- następnie występuje warstwa żółtej cynowo-ołowiowej oraz pigmentu ziemnego
- w warstwie zewnętrznej wykryto czerwień żelazową”

44

Św. Jan Chrzciciel (z rządu Deesis)
MNK XVIII-591
(Kat. 11)

Drewno:
- świerkowe (*Picea*)
Datowanie dendrochronologiczne:
- 2. dekada lub pocz. 3. dekady XVI w.
Rozmiar podobrazia:
- mały
Tkanina wzmacniająca:
- płótno wzmacniające występuje na całości deski. W górnej części widoczne jako pojedynczy, poziomy pas, drugi fragment zabezpiecza deskę od czoła Jana Chrzciciela w dół ikony. Ze względu na silny sygnał od struktury drewna zakres występowania płótna jest trudny do jednoznacznego określenia. Płótno wygląda, jak założone na całej powierzchni, z pojedynczym, poziomym rozdarciem na wysokości czoła i górnej części nimbu świętego

Zaprawa:
- gipsowo-kredowa
- 4 kokolitów (brak określenia podkładu)
XRPD:
- brak wyniku
SEM EDS:
- kreda z gipsem
Liczba warstw:
- min. 1 warstwa zaprawy

Ryt:
- nierównomierny, średniej głębokości i ogólny grawerunek widoczny w nimbie i postaci św. Jana
Rysunek/podmalowanie:
- niewidoczne
Zmiany kompozycyjne:
- nie badano
Cechy charakterystyczne:
- nie badano

Lp.	Obiekt	Podobrazie - dendrologia - dendrochronologia Rozmiar podobrazia, tkanina wzmacniająca	Zaprawa - rodzaj - analiza skupień nanoplanktonu wapiennego - XRPD - SEM EDS - liczba warstw	Warstwa przygotowawcza: - ryt, - rysunek/podmalowanie, - zmiany kompozycyjne, - cechy charakterystyczne	Warstwa malarska identyfikacja pigmentów/folii SEM EDS
-----	--------	---	---	---	--

45

Hodegetria w otoczeniu archaniołów
MNK XVIII-636
(Kat. 16)

Drewno:
- sosnowe (*Pinus*)
Datowanie dendrochronologiczne:
- „Brak wyraźnego podobieństwa do krzywych standardowych niestety nie pozwala na datowanie absolutne, choć jej datowanie w przyszłości na podstawie lokalnego materiału porównawczego nie jest wykluczone”
Rozmiar podobrazia:
- duży
Tkanina wzmacniająca:
- nie występuje

Zaprawa:
- kredowa
- 300 kokolitów (pokład: *R. levis*)
XRPD:
- nie badano
SEM EDS:
- kreda
Liczba warstw:
- min. 1 warstwa zaprawy

Ryt:
- ogólny grawerunek widoczny jedynie pod płaszczem Matki Boskiej i postaci archaniołów
Rysunek/podmalowanie:
- niewidoczne
Zmiany kompozycyjne:
- nie badano
Cechy charakterystyczne:
- nie badano

Przekrój 1

(błękitny laserunek na sukni Dzieciątka – prawa strona ikony)

„- na warstwie zaprawy kredowej znajduje się folia srebrna - warstwa zewnętrzna – związki organiczne”

Przekrój 2

(błękit, płaszcz Marii, cień)

„- warstwa zaprawy kredowej
- w zewnętrznej warstwie koloru niebieskiego z żółtymi wtrąceniami wykryto aury pigment oraz Si, Mg, Al i śladowe ilości Na”

Przekrój 3

(błękit z sukni Marii, dół ikony, światła)

„- warstwa zaprawy kredowej
- w warstwie koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową, wtrącenia cynobru oraz Ca, Si i Al
- warstwa zewnętrzna – związki organiczne”

Przekrój 4

(błękit, tło Archanioła Gabriela)

„- warstwa zaprawy kredowej z wtrąceniami czerwieni żelazowej
- w warstwie koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową, wtrącenia cynobru oraz Ca, Si i Al
- warstwa zewnętrzna – związki organiczne”

46

Święci lekarze Kosma i Damian (gr. *Anargyroi*)
MNK XVIII-871
(Kat. 43)

Drewno:
- kasztanowe (*Castanea*)
Rozmiar podobrazia:
- mały
Tkanina wzmacniająca:
- nie występuje

Zaprawa:
- gipsowa
- brak kokolitów (0)
XRPD:
- gips
SEM EDS:
- gips
Liczba warstw:
- min. 2 warstwy zaprawy z charakterystyczną cienką i regularną warstwą zaprawy o widocznym przeklejeniu

Ryt:
- grawerunek widoczny na rentgenogramie można zidentyfikować zarówno w ogólnych zarysach kompozycji, jak i w detalach, tj. atrybuty, kształty na piersiach św. Kosmy oraz różne od obecnego, wykończenie sukni św. Damiana
Podmalowanie pędzlem/ ołówkiem:
- rysunek kompozycyjny wykonany szkicowo, różnej wielkości pędzlami; najlepiej widoczny na ciemnych szatach św. Damiana
Zmiany kompozycji/ /precyzyność:
- niewielkie
Cechy charakterystyczne:
- szczególność grawerunku - szkicowy charakter rysunku przygotowawczego
- wykonanie różnej wielkości miękkimi pędzlami

Przekrój 1'

(tło mandorli po lewej stronie ikony)

„- zaprawa gipsowa
- warstwa bieli ołowiowej
- warstwa bieli ołowiowej z zielonym pigmentem miedziowym, na której znajdują się pozostałości folii złotej z niewielką ilością srebra”

Przekrój 2

(płaszcz Chrystusa)

„- zaprawa gipsowa
- warstwa bieli ołowiowej
- w pozostałych dwóch warstwach koloru ciemnoniebieskiego i niebieskiego wykryto jedynie biel ołowiową, węgiel i tlen (możliwa obecność związków organicznych) oraz niewielką ilość wapnia”

Przekrój 3

(suknia św. Kosmy)

„- gruba warstwa bieli ołowiowej
- w dwóch warstwach koloru niebieskiego i ciemnoniebieskiego wykryto biel ołowiową, Si, Al, K, Ca, wtrącenia czerni kostnej, węgiel i tlen (możliwa obecność związków organicznych)
- w zewnętrznej warstwie koloru białego wykryto biel ołowiową”

XRF – makro-skan	μRaman	XRPD	XRF – punktowe	Identyfikacja pigmentów							Podsumowanie
				smalt	ultramaryna	niebieskie pigmenty miedziowe	pigment organiczny/indygo	zielone pigmenty miedziowe	aurypigment	żółta cynowo-olowiowa	
<p>Karnacje: - pigmenty żelazowe, cynober, czerń kostna, biel ołowiowa</p> <p>Partie niebieskie: - w cieniu – aurypigment, w światłach – biel ołowiowa</p> <p>Partie zielone: - brak obszarów</p> <p>Folie metalowe: - srebro</p> <p>Cechy charakterystyczne: - mapy chromu, cyny, tytanu, baru, cynku i kobaltu obrazują uzupełnienia. Aurypigment widoczny w wielu miejscach – można go zidentyfikować w ornamentach na płaszczu Matki Boskiej, obłamowaniach sukni Dzieciątka oraz jako składnik mieszanin w błękitnych sukniach archaniołów, podszewce płaszcza i sukni Marii. Pigmenty żelazowe zastosowano w podmalowaniu karnacji i płaszczu Matki Boskiej wraz z umbrą, cynobrem oraz bielą ołowiową użytą jedynie w światłach. Bielą namalowano obrysy nimbów (także nimb krzyżowy z inskrypcjami), symbole maryjne w tle oraz ornamente na sukniach archaniołów. Czerwone obramowanie ikony wykonano minią</p>	Nie badano	Nie badano	Nie badano		X (?)	X (?)				X	Ikona została namalowana kryjąco i sprawnie, z zachowaniem precyzji detali, w kolorystyce brązów, błękitów i czerwieni. Użyto następujących pigmentów: bieli ołowiowej, aurypigmentu, pigmentów żelazowych, cynobru, czerwieni żelazowej, umbry oraz pigmentów organicznych (?), być może także ultramaryny (?). W celu potwierdzenia pigmentów niebieskich należy wykonać badania uzupełniające. Zastosowano tu cienko przeklejoną zaprawę kredową, w tle czarny bolus i srebrną folię laserowaną na złoto. Srebrem wykończono także suknię Dzieciątka (w technice matowej i polerowanej) z laserunkami w cieniach oraz suknię i płaszcz Marii. Charakterystyczne dla omawianej ikony są modelunki światłocieniowe oraz ornamente na płaszczu Marii, wykonane aurypigmentem.
<p>Karnacje: - biel ołowiowa, pigmenty żelazowe</p> <p>Partie niebieskie: - biel ołowiowa</p> <p>Partie zielone: - biel ołowiowa, pigment lub pigmenty miedziowe</p> <p>Folie metalowe: - złoto</p> <p>Cechy charakterystyczne: - czerwień cynobrową zastosowano do wykonania obramienia oraz wybranych inskrypcji. W tle ikony widoczna obecność bieli ołowiowej i jednoczesny brak folii metalowych poza nimbami</p>	Nie badano	Nie badano	Nie badano			X (?)		X			W obecnym stanie zachowania (bursztynową powłoką zabezpieczającą lico) kolorystyka ikony znacznie odbiega od jej pierwotnego wyglądu. Zestaw zieleni, błękitów, jasnych brązów, czerwieni i złota jest częściowo trudny do rozpoznania, np. niebieska szata Chrystusa i św. Kosmy. Błękity – zgodnie z analizą przekrojów poprzecznych – zostały wykonane przy użyciu podobnych mieszanin pigmentów, choć w różnej kolejności układu warstw. Paletę barwną uzyskano w oparciu m.in. o następujące pigmenty: biel ołowiową, pigment lub pigmenty żelazowe, pigmenty miedziowe oraz – być może – niebieski pigment organiczny, który wymaga potwierdzenia w badaniach uzupełniających. Rozkład pierwiastkowy mapy złota potwierdza miejsca jego występowania, tj. nimby, inskrypcje, atrybuty, zdobienia na szatach i w tle mandorli. Należy podkreślić, że na powierzchni nimbów znajdują się wtórne uzupełnienia złotej folii. W przekroju 1 zidentyfikowano folię złotą z niewielką ilością srebra, którego interpretacja wymaga dodatkowych badań. Weryfikacji należy poddać również całościowe podmalowanie bielą ołowiową tła ikony. Na jednej z fotografii można dostrzec także wtórne nawarstwienia czerwonego obramowania. Zmiany kompozycyjne dotyczą głównie szat i atrybutów świętych. Wtórne wydają się być także czarne podkreślenia na ciemnych szatach wszystkich postaci.

Lp.	Obiekt	<p>Podobrazie - dendrologia - dendrochronologia Rozmiar podobrazia, tkanina wzmacniająca</p>	<p>Zaprawa - rodzaj - analiza skupień nanoplanktonu wapiennego - XRPD - SEM EDS - liczba warstw</p>	<p>Warstwa przygotowawcza: - ryt, - rysunek/podmalowanie, - zmiany kompozycyjne, - cechy charakterystyczne</p>	<p>Warstwa malarska identyfikacja pigmentów/folii</p> <p>SEM EDS</p>
47	<p>Zstąpienie do Otchłami (gr. Anastasis) MNK XVIII-874 (Kat. 34)</p>	<p>Drewno: - lipowe (<i>Tilia</i>) Rozmiar podobrazia: - mały Tkanina wzmacniająca: - nie występuje</p>	<p>Zaprawa: - kredowa - 300 kokolitów (pokład: <i>L. maastrichtensis</i>) XRPD: - nie badano SEM EDS: - kreda z dodatkiem krzemu, magnezu, glinu, potasu, czerń kostna</p> <p>Liczba warstw: - min. 1 warstwa zaprawy</p>	<p>Ryt: niewidoczny Rysunek/podmalowanie: kompozycję wykonano prawdopodobnie węglem (?), którego dowodem są oznaczenia literowe (?) dla poszczególnych obszarów kolorystycznych i linie o analogicznej szerokości, prowadzone swobodnie i szkiecowo Zmiany kompozycyjne: - znaczne, dostrzegalne w obszarze postaci i tła Cechy charakterystyczne: - szkiecowość rysunku kompozycyjnego - zmiany kompozycyjne w stosunku do ostatecznej wersji ikony - oznaczenia poszczególnych obszarów kolorystycznych znakami (literami?)</p>	<p>Przekrój 2 (błękit tła mandorli po lewej stronie twarzy Chrystusa) „- zaprawa kredowa z wtrąceniami Si - folia złota ze srebrem. Wykryto również niewielką ilość żelaza w cennie warstwie koloru brązowego – możliwa pozostałość bolusu - w zewnętrznej warstwie koloru niebieskiego wykryto biel ołowiową i ultramarynę oraz niewielkie ilości żelaza” Przekrój 3 (ciemnoniebieska szata Adama) „- zaprawa kredowa z wtrąceniami Si, Mg, Al, K - w warstwie koloru zielonkawożółtego wykryto aurypigment oraz wtrącenia czerni węglowej. - w warstwie niebieskiej wykryto biel ołowiową oraz Si, Al, S (możliwa obecność ultramaryny)” Przekrój 5 (zielone tło przy krzyżu pod stopami Chrystusa – lewy dolny fragment obrazu) „- zaprawa kredowa z wtrąceniami Si, Mg, Al, K oraz czerni kostnej - w warstwie koloru zielonkawożółtego wykryto aurypigment oraz czerń kostną - w warstwie niebieskiej wykryto biel ołowiową oraz Si, Al, S i Fe (możliwa obecność ultramaryny)”</p>
48	<p>Matka Boska Eleusa MNK ND-11250 (Kat. 21)</p>	<p>Drewno: - topolowe (<i>Populus</i>) Rozmiar podobrazia: - średni Tkanina wzmacniająca: - nie występuje</p>	<p>Zaprawa: - gipsowa - brak kokolitów (0) XRPD: - gips, anhydryt, kwarc, kalcyt SEM EDS: - gips z wtrąceniami krzemu, magnezu, glinu</p> <p>Liczba warstw: - min. 2 warstwy zaprawy</p>	<p>Ryt: - średniej wielkości grawerunek wykonano jedyne w obszarze nimbów. Puncy w kształcie wydłużonej łezki lub serca wyznaczają trudny do rozczytania (z powodu znacznej destrukcji obrazu) kształt ornamentu poza podwójnym okręgiem nimbu. Wzór wybito starannie, z zachowaniem jego kierunku i kształtu Rysunek/podmalowanie: - rysunek kompozycyjny wykonano średniej wielkości pędzlem, odręcznie, swobodnie, o zróżnicowanej grubości i natężeniu linii, laserunkowo i kryjąco Zmiany kompozycyjne: - niewielkie, widoczne przesunięcie rysunku przygotowawczego w stosunku do wersji końcowej ikony Cechy charakterystyczne: - precyzja rysunku - swoboda i „miękkosć” linii - zastosowanie szrafowania w cieniach</p>	<p>Przekrój 1 (suknia Dzieciątka – zieleń, błękit) „- zaprawa gipsowa z wtrąceniami Si, Mg, Al - warstwa brązowo-czerwona, przedzielona warstwą czerni: biel ołowiowa, czerwony pigment żelazowy z wtrąceniami cynobru, w czerni wykryto węgiel - zewnętrzna warstwa niebieska: biel ołowiowa, niebieski pigment miedziowy” Przekrój 2’ (zieleń wzoru na ramie) „- zaprawa gipsowa z wtrąceniami Si, Mg, Al - czerwona warstwa bolusu - czerwony pigment ziemny - warstwa folii złotej” Drugi kawałek (obraz SEM nr 5) „- warstwa bieli ołowiowej z czerwonym pigmentem ziemnym - warstwa azurytu, który częściowo przeszedł w malachit” Przekrój 3 (karnacja na twarzy Marii) „- zaprawa gipsowa z wtrąceniami Si, Mg, Al, K oraz z wtrąceniami czerwonej ziemi żelazowej - gruba warstwa brązowoczerwona, w której wykryto biel ołowiową, pigmenty ziemne oraz wtrącenia czerni węglowej i cynobru”</p>

XRF – makro-skan	μRaman	XRPD	XRF – punktowe	Identyfikacja pigmentów							Podsumowanie
				smalta	ultramaryna	niebieskie pigmenty miedziowe	pigment organiczny/indygo	zielone pigmenty miedziowe	aurypigment	żółta cynowo-olowiowa	
<p>Karnacje: pigmenty żelazowe, niewielki dodatek cynobru i biel ołowiowa Partie niebieskie: jasny błękit – biel ołowiowa, ciemny błękit – aurypigment Partie zielone: - aurypigment Folie metalowe: - srebro i złoto – dwójnik Cechy charakterystyczne: - rozkład pierwiastkowy miedzi, cynku, tytanu, cyny, manganu, chromu i kobaltu potwierdza obecność retuszy złożonego tła oraz warstwy malarskiej. Mapa arsenu odzwierciedla widoczne okiem nieuzbrojonym ziarna aurypigmentu w obszarach zieleni, błękitów i jasnych brązów oraz (niewidoczne w świetle VIS) czarnych płaszczyzn gór. Czerwone fragmenty malowidła zostały wykonane przy użyciu cynobru, a różowe – cynobru z bielą ołowiową. Inskrypcję w górnej części ikony namalowano bielą ołowiową</p>	<p>Nie badano</p> <p>Przebieg 3: „Analizując widma ramanowskie [...], zaobserwowano [...] czern z winorośli. [...] aurypigment, [...] indygo”</p>	<p>Nie badano</p>	<p>Nie badano</p> <p>W badaniu potwierdzono obecność folii złotej: pkt 1 Au (31,9 ± 0,7%), pkt 2 (27,9 ± 0,7%) i srebrnej pkt 1 Ag (26,3 ± 1,0%), pkt 2 Ag (23,3 ± 1,0%) w formie dwójnika (skutych plątków złota i srebra)</p>	<p>X</p>	<p>X</p>	<p>indygo</p>	<p>X</p>	<p>X</p>	<p>Ikona wykonana w charakterystycznej gamie barwnej z mocnymi akcentami różowych i czarnych gór na tle złotego tła, dopełnionych czerwieniami, błękitami, szarościami i zgaszoną zielenią. Do namalowania zastosowano następujące pigmenty: biel ołowiową, pigmenty żelazowe, cynober, aurypigment, czern węgłową, czern z winorośli, czern kostną, indygo oraz ultramarynę. W tle użyto także łączonej folii srebrno-złotej (dwójnika). Fotografie w dużych powiększeniach ukazują sposób wykonania karnacji, szat czy zielonego tła, z widocznymi ziarnami aurypigmentu i ultramaryny. Literowe (?) oznaczenia płaszczyzn kolorystycznych nie znajdują jednak analogii w badanej grupie ikon.</p>		
<p>Karnacje: - biel ołowiowa, dodatek cynobru, pigmenty żelazowe Partie niebieskie: - biel ołowiowa, pigmenty miedziowe Partie zielone: - biel ołowiowa, pigmenty miedziowe Folie metalowe: - złoto Cechy charakterystyczne: - cynober został użyty do namalowania nimbu krzyżowego, płaszczka Marii i płaszczka Dzieciątka (wraz z pigmentem żelazowym) oraz kolistymi symbolami maryjnymi w górnej części ikony. Welon wykonano bielą ołowiową z pigmentem lub pigmentami żelazowymi</p>	<p>Nie badano</p>	<p>Nie badano</p>	<p>Nie badano</p>	<p>X</p>	<p>X azuryt</p>	<p>indygo</p>	<p>X</p>	<p>X</p>	<p>Ikona została namalowana swobodnie, z dużym wycuciem formy. Utrzymana jest w kolorystyce ciepłej czerwieni i pomarańczów dopełnionych błękitami i ozdobionych złożoną ramą z motywem roślinnym na niebieskim tle. Obraz powstał z użyciem następujących pigmentów, m.in.: bieli ołowiowej, cynobru, pigmentów żelazowych, azurytu, zielonego pigmentu miedziowego, czerni węgłowej. Tło wykonane gładko, jednorodne poza fragmentami puncowanych nimbów. Punc jest wybita głęboko w kształcie wydłużonej łezki lub serca i tworzy trudny do rozczytania z powodu destrukcji malowidła kształt. Wykonano ją starannie, zachowując kierunek kształtu w podwójnym kręgu nimbów. Pozostałości nimbu krzyżowego Dzieciątka wykonano cynobrem. Na twarzach postaci widoczne szrafowanie wykonane swobodnymi pociągnięciami pędzla o wyraźnym początku, środku i końcu, co świadczy o biegłości warsztatowej malarza.</p>		

Literatura

Berrie 2007; Cennini 1995; Doerner 1975; Eastaugh et al. 2013; Flik 2003; Franceschi et al. 2013; Jolkkonen et al. 1997; Jolkkonen et al. 1999; Jolkkonen, Nikkanen 2001; Kaszowska 2010; Križnar et al.

2008; Ligęza et al. 2001; Mastrotheodoros et al. 2016; Milanou et al. 2008; Olszewska-Świetlik 2005; Roy, Feller 1993; Slansky 1960; Slansky 1965; Ślesiński 1980; Ślesiński 1984; Ward 2008

No.	Object	Support - dendrology - dendrochronology Size of the support, reinforcing cloth	Ground layer - type - analysis of the concentration of calcareous nannoplankton - XRPD - SEM EDS - number of layers	Preparatory layer: - engraving, - drawing/underpainting, - changes in composition, - characteristic features	Paint layer Identification of the pigments/leaf SEM EDS
1	Archangel Michael with Scenes of His Miracles MNK XVIII-3 (Cat. 14)	Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - large Reinforcing cloth - Reinforcing linen is laid over the entire panel in one piece. On the backside of the icon, where the wooden panels are connected, another cloth is visible, possibly secondary (?)	Ground: - chalk - 300 coccoliths (stage: <i>L. quadratus</i>) XRPD: - not tested SEM EDS: - chalk Number of layers: - min. 2 layers of ground without an evident separation between them	Engraving: Engraving of the nimbus precisely executed, and a fine and precise engraving separates the silvered parts from the layer of paint. Drawing/underpainting: freehand composition with a thin rounded brush and a black pigment Changes in the composition: - insignificant Characteristic features: - a very detailed composition - the ease and dexterity of the author	Cross section 1 (mandorla from the scene 'St Michael Archangel's Assembly') - chalk ground - layer of azurite with chalk binder - varnish / layer of glue - in the outer layer were detected organic compounds – silicon, calcium and traces of earth pigment Cross section 2 (green from the background – bottom part of the painting) - lack of a cross-section Cross section 3 (green from the tunic of Archangel Michael from the scene 'Apparition of the Archangel to Daniel, the Prophet on Tyr mountain') - sized chalk ground - thin layer of black - layer of lead white with a green copper pigment and inclusions of earth pigment and bone black - layer of black or layer of glue - in the outer layer, a significant amount of silicon was detected
2	Crucifixion MNK XVIII-4 (Cat. 31)	Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - medium Reinforcing cloth: - single, wide strip of linen, precisely trimmed and glued on the spot where the panels connect.	Ground: - chalk - 300 coccoliths (stage: <i>R. levis</i>) XRPD: - not tested SEM EDS: - chalk Number of layers: - multi-layer ground, min. 5 layers of various thickness without evident separation.	Engraving: - engraving of the nimbuses is precise, and the thin engraving precisely divides the silvered spots from the painting layer. Drawing/underpainting: the preparation stage of the composition is invisible, but according to the transversal cross-section 1, it could have been made in bone black Changes in the composition: - not tested Characteristic features - not tested	Cross section 1 (azure from Mary's veil) - chalk ground - underpainting in bone black - layer of earth red with inclusions of bone black - layer of lead white with chalk binder - layer of azurite with chalk binder - varnish Cross section 2 (green from the lining of Mary's mantle – by the head) - chalk ground - layer of lead white with green copper pigment and inclusions of orpiment, earth pigment and bone black - in one sample occurs an orange layer, probably an earth pigment Cross section 3 (azure from St John's robe) - chalk ground - layer of black - in the layer of blue colour was detected lead white and chalk binder - layer of azurite with lead white

XRF - macroscan	μRaman	XRPD	XRF - punctual	Pigments identification							Summary
				smalt	ultramarine	blue copper pigments	organic pigment/indigo	green copper pigments	orpiment	tin-lead yellow	
<p>Complexions: - iron pigments, lead white, vermilion (also for lips) Blue parts: - copper pigments, lead white Green parts: - copper pigments, lead white Metallic leaf: - silver Characteristic features: - copper pigment or pigments were also applied in the brown parts (hair, wings, mountains, mantles). Inscriptions made in vermilion.</p>	Not tested	Not tested	Not tested			X azurite		X			<p>The icon was painted expertly and precisely, in a vast range of colours, using the following pigments: lead white, azurite, green copper pigment or pigments, vermilion, iron pigments (earth), bone black. Underpainting of the complexions is in an olive tone despite the lack of the application of copper pigment or pigments. The painted area in a few places differs from the one marked by the engraving. Metallic leaf – glazed silver (background, nimbus, armour).</p>
<p>Complexions: - pigment or pigments of copper, iron and vermilion, Christ's and St John's hair – umber, lead white Blue parts: - in Mary's and St John's robes – pigment or pigments of copper with the addition of zinc, lead white. Green parts: - in Mary's robe – pigment or pigments of copper with the addition of zinc, lead white. Metallic leaf: - silver Characteristic features: - in the spots of brown colour (cross) and of black colour (holes in the wall), copper pigments occur (in the cross, with the addition of zinc); in the brown and black, was identified contamination with titanium. Cinnabar is present in the red mantles: of Mary and St John, in the inscriptions and in the blood. In Mary's mantle also are confirmed iron pigments. In the blue copper pigments was observed a small addition of zinc.</p>	Not tested	Not tested	Not tested		X azurite	X (?)		X	X	<p>The icon was painted expertly, in a vast range of colours, using the following pigments: lead white, copper pigment or pigments, azurite, vermilion, iron pigment, bone black, umber, orpiment, and inorganic blue pigment. The drawing of the compositions was made in bone black and its outline was precisely painted formulating the final painting layer. Underpainting of the complexion is in an olive tone and was made with the addition of copper pigment or pigments. As for metallic leaf – glazed silver is noticeable.</p>	

No.	Object	Support - dendrochronology Size of the support, reinforcing cloth	Ground layer - type - analysis of the concentration of calcareous nannoplankton - XRPD - SEM EDS - number of layers	Preparatory layer: - engraving, - drawing/underpainting, - changes in composition, - characteristic features	Paint layer Identification of the pigments/leaf SEM EDS
3	<p>St George Slaying the Dragon MNK XVIII-5 (Cat. 45)</p>	<p>Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - small Reinforcing cloth: - not occurring</p>	<p>Ground layer: - chalk-gypsum - 104 coccoliths (no stage determination) XRPD: - calcite with admixtures SEM EDS: - chalk with gypsum Number of layers: - min. 2 layers of ground, ground layer was dissected at sampling</p>	<p>Engraving: - hardly readable engraving is visible only in the nimbus and the general outline of the composition Drawing/underpainting: - at spots, visible underpainting of various sizes made with rounded brushes Changes in the composition: - invisible Characteristic features: - light strokes of the brush - diversity of forms and thickness of the lines</p>	<p>Cross-section 1 (azure from the twisted dragon's tail) - layer of chalk ground - in the layer of blue colour, lead white was detected - in the grey spots, silicon was detected - organic layer - in a fine, outer layer were detected: silicon, chalk, a small amount of earth pigment and bone black' Cross-section 3 (background of the icon) - layer of chalk ground - In the layer of blue colour, a large amounts of silicon, carbon and oxygen (organic compounds) were detected - carbon black (?) and iron red - a thick layer of varnish (?) and a tinge of vermilion in its upper part' Cross-section 4' (rim of the nimbus – also present are secondary layers) - layer of chalk ground - in the layer of red colour, a large amount of silicon, carbon and oxygen (organic compounds) were detected, together with iron red - a thick layer of varnish, sizing - layer of lead white - in the outer layer, tin white, a small amount of barite white, earth pigment were detected'</p>
4		<p>St Nicholas MNK XVIII-6 (Cat. 47)</p>	<p>Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - medium Reinforcing cloth: - not occurring</p>	<p>Ground layer: - chalk - 17 coccoliths (no stage determination) XRPD: - calcite with admixtures SEM EDS: - chalk and chalk with lead white Number of layers: - unidentified (no proper sample). Under the paint layer occur alternatively: layer of chalk (cross-section 1 – second piece; cross-section 3) and a layer of lead white (cross-sections 1,2)</p>	<p>Engraving: - invisible Drawing/underpainting: - invisible Changes in the composition: - not tested Characteristic features: - not tested</p>

XRF – macroscan	µRaman	XRPD	XRF – punctual	Pigments identification							Summary
				smalt	ultramarine	blue copper pigments	organic pigment/ indigo	green copper pigments	orpiment	tin-lead yellow	
<p>Complexions: - copper and iron pigment or pigments, vermilion, lead white Blue parts: - lead white Green parts: - copper pigment or pigments Metallic leaf: - small fragment of silver in the nimbus Characteristic features: - in the icon was used white and red lead pigment. The red on the kleimo was obtained with minium. Greenish fragments of the outfit were painted with the use of copper pigment or pigments, inorganic blue pigment, while the red (of the figures) were obtained with vermilion</p>	Not tested	Not tested	Not tested			X (?)	X (?)	X (?)		X	<p>Due to a large number of conservation changes (retouches, reconstructions, overpainting), the icon does not permit simple identification and requires further, deeper study. It was painted in the following colour scheme: lead white, copper pigment or pigments, vermilion, iron pigments (including iron red), minium, bone black, orpiment. It was made free hand, with spots of visible brush underpainting. The black background is an effect of overpainting (in the cross-section, a layer of red is visible [cross-section 3]). The apparent iron pigment with a large amount of silicon requires further analysis. Within the nimbus we can observe the presence of glazed silver. The lights on the red mantle were made with orpiment. Because of the lack of data, the distinction between the colours of the copper pigments has not been made, and both green and blue were marked as initial data for further analysis.</p>
<p>Complexions: - copper and iron pigment or pigments, vermilion (also lips), lead white Blue parts: - lead white Green parts: - copper pigment or pigments Metallic leaf: - silver (nimbus) Characteristic features: - in the area of the background appear underpainting layers made with lead white and finished with minium. Shades on the white stole were made with copper pigment or pigments. The mantle's lining was painted with the mixture of copper pigment or pigments with iron pigments and umber.</p>	Not tested	Not tested	Not tested				X (?)	X malachite		X	<p>Underneath the paint layer of this icon, apart from the green background, there is also lead white. Colours of this work were obtained by the use of the following pigments: copper pigment or pigments, malachite, iron pigment or pigments (including iron red), vermilion, lead white, minium, umber, bone black, orpiment. In the cross-sections is also visible malachite. No blue pigment was identified with the applied methods of study, even though it is clearly visible on the macro-photographs. Proper identification should, however, be confirmed with additional methods. Orpiment only occurs on the pages of the book and in the mixture with green pigments. Within the imprinted nimbus, was applied silver on the black bole.</p>

No.	Object	Support - dendrology - dendrochronology Size of the support, reinforcing cloth	Ground layer - type - analysis of the concentration of calcareous nannoplankton - XRPD - SEM EDS - number of layers	Preparatory layer: - engraving, - drawing/underpainting, - changes in composition, - characteristic features	Paint layer Identification of the pigments/leaf SEM EDS
-----	--------	--	--	--	---

5

5
You Are a Fortress Protecting All Virgins (Stanza 19 of The Akathist Hymn to the Theotokos)
MNK XVIII-7
(Cat. 25)

Wood:
- linden (*Tilia*)
Size of the support:
- small
Reinforcing cloth:
- not occurring

Ground layer:
- chalk
- 136 coccoliths
(no stage
determination)
XRPD:
- dolomite with
calcite
SEM EDS:
- chalk
Number of layers:
- min. 2 layers
of ground
(cross-section
3), that were
dissected at
processing

Engraving:
- fine and regular engraving,
visible only in Mary's nimbus
while the other engravings
are hardly readable.
Drawing/underpainting:
- visible in a few spots, the
drawing of the composition
was made with a large brush,
broadly
Changes in the composition:
- unnoticed
Characteristic features:
- none

Cross-section 1
(azure from Mary's robe, no dirt)
'- layer of chalk ground
- in the layer of blue colour, were detected: lead white and
residual amounts of earth pigment
- varnish'
Cross-section 2
(green with black contour of the grass by the red vegetation)
'- layer of chalk ground
- layer of malachite with admixtures of bone black and
vermilion. A large amount of calcium and silicon was also
detected
- in the outer layer, the presence of iron was confirmed'
Cross-section 3
(azure from the dome, by the silver background)
'- layer of chalk ground
- on the ground is silver leaf; a trace of bole was detected
- in the blue layer was detected lead white and inclusions of
vermilion'

6

6
The Last Judgment
MNK XVIII-10
(Cat. 38)

Wood:
- linden (*Tilia*)
Size of the support:
- very large
Reinforcing cloth:
- not occurring

Ground layer:
- chalk
- 300 coccoliths
(stage:
L. quadratus)
XRPD:
- not tested
SEM EDS:
- chalk
Number of layers:
- min. 1 layer
of ground (on
3 transversal
cross-sections
a thick, single
and homogenous
layer of ground is
visible)

Engraving:
- engraving is very clearly
visible and appears in two sizes:
a thicker one (circles in the
bottom part of the icon) and
a finer one (sketch-like, vague
and giving only the outline of
the composition; the finer one
divides the paint layer from
silver plating and demarcates
the circles of the mandorla
Drawing/underpainting:
- visible in many spots, lines
of the composition drawing of
similar thickness with no traces
of brush strokes were made in
carbon (?)
Changes in the composition:
- numerous, visible in several
spots. Changes concern,
for example, the altar's
background, the wings of the
angels by the circles of Hell. A
different composition was also
shown under the figures in the
third row from the top, on the
right side of the painting.
Characteristic features:
- numerous changes of
composition

Cross-section 1
(azure from Mary's robe)
'- layer of chalk ground
- in the layer of blue colour, lead white with admixtures
of earth pigment was detected
- in the outer layer, lead (lead white), calcium and
phosphor (bone black) were detected'
Cross-section 2
(green of the two-headed beast)
'- layer of chalk ground
- layer of orpiment with chalk or gypsum binder'
Cross-section 3
(background of the scene with Hell)
'- layer of chalk ground
- organic layer with admixtures of orpiment'

XRF – macroscan	µRaman	XRPD	XRF – punctual	Pigments identification							Summary
				smalt	ultramarine	blue copper pigments	organic pigment/ indigo	green copper pigments	orpiment	tin-lead yellow	
<p>Complexions: - copper and iron pigment or pigments, vermilion (also lips), lead white, umbra Blue parts: - lead white Green parts: - copper pigment Metallic leaf: - silver Characteristic features: - in the parts of brown architecture, iron pigment or pigments were used, such as umber. Mary's mantle was painted with the mixture of vermilion with iron pigment or pigments. The other red colours (other mantles, fragment of architecture, plants) were made with vermilion. In the parts of ochre and under the silvered parts, potassium was detected, which may indicate the presence of bone black</p>	Not tested	Not tested	Not tested				X (?)	X malachite	X		<p>The icon was painted expertly with opaque paints, with the use of the following pigments: lead white, malachite, vermilion, iron pigment, bone black, umber, organic blue (?). The manner of painting Mary's hands and partly the complexion is analogical to the hands and complexions in the figure of St Nicholas (MNK-XVIII-6). At spots, from underneath contaminants, is visible yellow bole and glazed silver. The tiny lights on the azure tints were made with orpiment. The area of green grass was painted with copper pigment or pigments without the lead white.</p>
<p>Complexions: - iron pigment or pigments, vermilion, lead white, umber, orpiment (also lips) Blue parts: - lead white Green parts: - orpiment Metallic leaf: - in nimbuses – silver, retouches made with tin Characteristic features: - in the background and in the robes (grey, blue-grey, green-grey) and angels' wings are visible characteristic concentrations of arsenic that indicate the use of orpiment). Under the black contours is orpiment underpainting (possibly author's changes). Red fragments of large surfaces were mostly made with minium, less frequently with iron red – scenes on the edge on the left side of the painting. Cinnabar was applied solely to paint the complexions and minor elements such as vegetation or wings' contours</p>	Cross-section 1: 'indigo'	Not tested	Not tested				X	X malachite	X		<p>The original project of the icon as visible in the drawing of the composition appears to differ from the final presentation. Thick carvings picturing four animals from Daniel's vision were eventually painted over, and numerous transformations are of the author's invention. Double contouring is also visible in the painting, as well as characteristic spheres underpainted with orpiment. Thin and vague engravings imply the work executed directly on the primed panel and adaptation of well-knowns patterns to the new iconographic conditions. In regard to painting, the work was made in a limited palette of colours, visibly omitting copper pigments. The following pigments were used: iron pigments, vermilion, lead white, minium, umber, orpiment, bone black. Considerable concentrations of orpiment, characteristic of the examined icon, indicate its generous application. In the nimbuses' background appear silver complemented with tin.</p>

No.	Object	Support - dendrochronology Size of the support, reinforcing cloth	Ground layer - type - analysis of the concentration of calcareous nannoplankton - XRPD - SEM EDS - number of layers	Preparatory layer: - engraving, - drawing/underpainting, - changes in composition, - characteristic features	Paint layer Identification of the pigments/leaf SEM EDS
7	<p style="text-align: center;">Anunciation MNK XVIII-14 (Cat. 27)</p>	<p>Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - small Reinforcing cloth: - not occurring</p> <p>Due to the ambiguous signal in the X-ray image, the presence of linen is also possible in the field of the icon</p>	<p>Ground layer: - gypsum - no coccoliths (0) XRPD: - anhydrite, gypsum SEM EDS: - gypsum Number of layers: - min. 1 layer of ground visible on the transversal cross-section as a thick, homogenous surface</p>	<p>Engraving: - fragmentarily visible fine engraving under the figure of Archangel Gabriel is only noticeable in the X-ray image. Drawing/underpainting: - composition made with a fine brush (shading in the architectural elements) Changes in the composition: - insignificant Characteristic features: - none</p>	<p>Cross-section 1 (azure from Mary's robe) ‘- layer of chalk ground - in the next layer occurs smalt with lead white and inclusions of bone black - organic layer with lead white - in the outer layer, presence of earth pigment, lead white and bone black were confirmed’</p> <p>Cross-section 2 (azure from the mandorla ray) - layer of gypsum ground - on the ground is metallic leaf in which silver and gold were detected. A trace of bole is also preserved. - in a piece of blue colour, lead white and smalt were detected’</p> <p>Cross-section 3 (blue dome of the building in the background, the right part of the icon) ‘- layer of gypsum ground - layer of orpiment. Residual amount of iron pigment was also detected’</p>
8	<p style="text-align: center;">Nativity MNK XVIII-15 (Cat. 28)</p>	<p>Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - small Reinforcing cloth: - reinforcing linen occurs on the connection spot of the panels as a single strip precisely glued to the board and running from the middle of the kleima (minor scenes) across the entire kovcheg</p>	<p>Ground: - gypsum - no coccoliths (0) XRPD: - anhydrite, gypsum SEM EDS: - gypsum Number of layers: - min. 1 ground layer visible in cross-sections as a thick heterogenous surface</p>	<p>Engraving: - fine and regular engraving visible in the nimbus of the Mary and the angels Drawing/underpainting: - initial composition was made as a sketch, broadly, with the use of a medium size, soft brush. Drawing is only fragmentarily visible in the spots of the shifting of the painted icon (the shepherd's feet, outline of the red background of Mary) Changes in the composition: - insignificant Characteristic features: - none</p>	<p>Cross-section 1 (green of the background) ‘- layer of gypsum ground - in the next layer, orpiment was detected, as well as gypsum binder - organic layer, silicon was also detected’</p> <p>Cross-section 2 (azure from the angel's robe, right side of the painting) ‘- layer of gypsum ground - in the layer of blue colour, were detected: lead white, a small amount of iron (earth pigment/Prussian blue), large amount of silicon and aluminium – possibly ultramarine - organic layer, silicon was also detected’</p> <p>Cross-section 3 (complexion of the angel at the right side of the painting) ‘- layer of gypsum ground - in the layer of blue colour was detected lead white, gypsum and silicon - in the layer of brown colour with numerous black inclusions, lead white, carbon and residual traces of copper were detected - lead white occurs in the white layer - dark organic layer with admixtures of red (possibly minium)’</p>

XRF – macroscan	µRaman	XRPD	XRF – punctual	Pigments identification							Summary
				smalt	ultramarine	blue copper pigments	organic pigment/indigo	green copper pigments	orpiment	tin-lead yellow	
<p>Complexions: - iron pigments, umber, vermilion (also lips), lead white</p> <p>Blue parts: - lead white, smalt</p> <p>Green parts: - orpiment, umbra</p> <p>Metallic leaf: - both on the klaima and on the field of the icon, silver and gold are visible – dvoinik</p> <p>Characteristic features: - red tints were made with the use of 3 pigments: minium (large areas of the background), minium and iron pigment (Archangel Gabriel's robes and Mary's mantle), vermilion (kleima rims, nimbus circles, roof and shade in the architectural elements, book and inscriptions). In the yellow and green parts, an admixture of orpiment is visible.</p>	Not tested	Not tested	Not tested	X					X	<p>This icon had been submitted to historical conservation, which hinders its unequivocal interpretation. In several spots, retouches and reconstructions are visible. It was made in a limited palette of colours: iron pigments, umber, vermilion, lead white, minium, orpiment, smalt, bone black. The preparatory drawing is only fragmentarily visible. As for metallic leaf, both in the kovcheg, as in the icon field, golden-silver dvoinik was applied. On the cross-sections (1,3) under the layer of paint is visible a deep sizing, much less present underneath the gilding. It is one of the few icons from the collection in which smalt was applied. Under the red layer, in a few spots, a signal of gold is visible.</p>	
<p>Complexions: - iron pigments, lead white (possibly with a small admixture of minium) and admixture of vermilion</p> <p>Blue parts: - lead white</p> <p>Green parts: - orpiment with the addition of umber</p> <p>Metallic leaf: - both on the klaima and on the field of the icon, silver and gold are visible – dvoinik</p> <p>Characteristic features: - the background mostly is made with the use of orpiment. For the white colour, the colour of the ground was used, while lead white was only applied to make the lights (of the mountains), animals, architecture, and robes. Mary's mantle is painted with the use of iron pigment, umber, and vermilion. For the other red robes and the background under the figure of Mary, mostly vermilion was used.</p>	Not tested	Not tested	Not tested	X (?)					X	<p>The icon was made in the limited palette of colours, with the use of the following pigments: iron pigments, umber, vermilion, lead white, minium, orpiment, ultramarine (?).</p> <p>In the part of the background (green/azure), strong colour modifications are apparent, hindering the lecture of the composition and recognition of its original colours. In a similar manner, the reception of the work is impeded by the historical conservations and changes in the colour of the pigments. The way of creating of the colour space, despite several formal similarities (creation of the complexions, robes), differs from the icon MNK XVIII-14. The similarities may suggest a technique based, however, on distinct colouristic solutions.</p>	

XRF – macroscan	µRaman	XRPD	XRF – punctual	Pigments identification							Summary
				smalt	ultramarine	blue copper pigments	organic pigment/ indigo	green copper pigments	orpiment	tin-lead yellow	
<p>Complexions: - copper and iron pigment or pigments, vermilion (also lips), lead white, addition of umber</p> <p>Blue parts: - lead white</p> <p>Green parts: - copper and iron pigment or pigments, umbra, addition of orpiment</p> <p>Metallic leaf: - on the entire icon, fragmentarily preserved silver appear, retouches (in the field of the icon – with tin, in the kovcheg – also with copper)</p> <p>Characteristic features: - the icon has had historical conservation, therefore it is difficult to be unequivocally identified without additional and detailed analysis of the technological layers. Within the red tints, vermilion was applied, with the exception of Mary's and Christ's mantles, where vermilion appears in the mixture with iron pigments.</p>	Not tested	Not tested	Not tested				X (?)	X	X	X	<p>This icon was transformed during historical conservation processes. The applied colouristic palette reveals the following pigments: copper and iron pigment or pigments, vermilion, lead white, umber, bone black and orpiment, which also was used to depict the ornaments on Mary's mantle (hem, roses). The lack of blue pigment in the blue areas (cross-section 1) may imply the use of an organic pigment. Identification of the type of pigment requires additional analysis.</p>
<p>Complexions: - small admixture of copper pigment or pigments, iron pigments, vermilion (also lips), lead white, orpiment, umber</p> <p>Blue parts: - copper pigment or pigments, lead white</p> <p>Green parts: - copper pigment or pigments with the addition of zinc</p> <p>Metallic leaf: - silver</p> <p>Characteristic features: - St Theodosia's underpainting was made with the use of iron pigments, and brown tints – with umber. In St Paraskeva's green robe, the presence of copper pigment or pigments is confirmed, with the addition of zinc. Silver is perceptible in the background, in the crosses and in the decorative assists.</p>	<p>Cross-section 1: 'red ochre, magnetite', carbon black, Prussian azure' Cross-section 5: 'red ochre, umber, smalt or covellite, chromium yellow'</p>	Not tested	Not tested	X	X	azurite, covellite	Prussian blue	X	X	X	<p>This icon is technologically complicated. In the preparation layer are visible numerous changes and modifications in the composition. A few techniques were applied to make the drawing (carving, possibly drawing in carbon and under-painting with lines of various thickness). The work was executed in a rich colour palette: copper and iron pigments, azurite, covellite, vermilion, lead white, minium, smalt, orpiment, umber, bone black, carbon black, Prussian blue, and chromium yellow. In Paraskeva's green robe, the presence of copper pigment or pigments with the addition of zinc is visible. The background, crosses, and assists were silvered. Also 18th and 19th c. pigments are present in the icon (Prussian blue, chromium yellow), which may indicate posterior intervention in the object. Unequivocal interpretation of the examined areas, however, would require additional testing.</p>

No.	Object	Support - dendrology - dendrochronology Size of the support, reinforcing cloth	Ground layer - type - analysis of the concentration of calcareous nannoplankton - XRPD - SEM EDS - number of layers	Preparatory layer: - engraving, - drawing/underpainting, - changes in composition, - characteristic features	Paint layer Identification of the pigments/leaf SEM EDS
11	The Last Judgement MNK XVIII-25 (Cat. 37)	<p>Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - very large Reinforcing cloth: - entire surface of the panels. Appears in 3 gores: First, glued transversally, in the upper part of the board, occupying the top fourth by height. The other two vertical gores each take half of the remaining space. On the back side, by the top and bottom rim were glued (secondarily?) additional reinforcing horizontal strips, ca. 10–15 cm each. In the spot where the panels connect, additional stabilizing pegs were placed (with the same connecting technique as used in icon MNK XVIII-57)</p>	<p>Ground layer: - chalk - 300 coccoliths (stage: <i>L. levis</i>) XRPD: - not tested SEM EDS: - chalk Number of layers: - Ground layer occurs mostly in 2 layers of significant thickness, even though also apparent (sample 2) is a setting of 4 very thin layers of strongly sized ground</p>	<p>Engraving: - medium size, vague engraving only visible in the nimbus Drawing/underpainting: - drawing of the composition was made with a soft brush of medium size (or with charcoal fixed with binder). In many places, the composition was drawn in a sketch-like manner, with glazing. In general, the painting layer corresponds to the drawing, with exceptions. The initial drawing was imprecise and had the aim to distribute the iconographic elements. Complexions (with hair) were painted with ochre Changes in the composition: - insignificant Characteristic features: - free and imprecise drawing of the composition</p>	<p>Cross-section 1 (azure from Mary's robe) ‘- layer of chalk ground - in the layer of blue colour, lead white and azurite were detected - in the outer layer, lead white, chalk, bone black, and a residual trace of earth pigment were detected’ Cross-section 2 (green from the robe of a figure on the left side of the icon, fourth row from the top, second group on the left) ‘- layer of chalk ground - in the layer of green colour was detected malachite and lead white - in the following layer, organic compounds were detected’ Cross-section 3 (azure from the background of the bottom circle) ‘- two layers of chalk ground - lead white underpainting - in the layer of blue colour, chalk, lead white and azurite were detected - in the outer layer, organic compounds were detected’</p>
12	St John the Baptist and St Paul (from a Deesis tier) MNK XVIII-26 (Cat. 10)	<p>Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - large Reinforcing cloth: - the linen appears in the form of singular strips of similar width, glued on the vertical connection of the panels (2 strips) and on the horizontal ones, glued alongside the top and bottom rim of the icon.</p>	<p>Ground layer: - chalk - 300 coccoliths (stage: <i>L. levis</i>) XRPD: - not tested SEM EDS: - chalk Number of layers: - Ground layer multi-layered, min. 4 thin layers of ground</p>	<p>Engraving: - engravings mostly serve to define fine lines of the composition dividing parts of the silvered background from the paint layer. They appear as hand-made, imprecise, vertical and horizontal lines Drawing/underpainting: - fragmentarily apparent manner of preparation of the composition – resembling hand-made, sketch-like underpainting made with a soft brush in a glazing manner Changes in the composition: - insignificant Characteristic features: - vague engravings - no details - great expertise of the author(s)</p>	<p>Cross-section 1 (azure from St John the Baptist's fur) ‘- layer of chalk ground - in the layer of blue colour, lead white was detected. Possibly ultramarine - layer of lead white - in the outer layer, lead white, chalk and organic compounds were detected’ Cross-section 2 (green from St John the Baptist's mantle) ‘- layer of chalk ground - layer of orpiment with chalk binder and silicon, with inclusions of iron pigment - layer of lead white - in the next layer, organic compounds were detected’ Cross-section 3 (complexion of St John the Baptist's hand) ‘- layer of chalk ground - in the layer of orange colour, earth pigment was detected - layer of lead white and/or minium with admixtures of vermilion - in the outer layer, lead white, chalk, earth pigment and inclusions of bone black were detected’</p>

XRF – macroscan	µRaman	XRPD	XRF – punctual	Pigments identification						Summary
<p>Complexions:</p> <ul style="list-style-type: none"> - iron pigments, addition of vermilion, lead white <p>Blue parts:</p> <ul style="list-style-type: none"> - lead white, copper pigments with zinc, locally orpiment <p>Green parts:</p> <ul style="list-style-type: none"> - lead white, copper pigments <p>Metallic leaf:</p> <ul style="list-style-type: none"> - gold <p>Characteristic features:</p> <ul style="list-style-type: none"> - the icon is characterised by a large amount of orpiment, applied in the background, non-gilded nimbuses, ornaments (Mary's mantle) and dark-blue areas where copper pigment also occurs. Cinnabar is present in the light-red fragments (i.e., inscriptions) and selectively in the brown areas (figures of animals). Zinc is visible in azures, green tints, dark red tints, and together with umber in the brown tints. Minium may also occur in the mixture with vermilion. 	Cross-section I 'indigo'	<p>Not tested</p> <p>Powder sample 1: 'Analysis [...] indicates clearly that the components identified in the examined sample are calcite, ankerite and iron oxide (III)'</p> <p>Powder sample 2: 'The main component of the examined sample is azurite. In the sample, also occurs hydrocerussite and cerussite. In the obtained diffraction pattern, appear single diffraction maxima of small intensity, stemming from admixtures'</p>	Not tested		X	X	X	X	<p>This icon was painted in a vast colour palette: lead white, azurite, malachite, vermilion, iron (earth) pigments, bone black, orpiment, umber, and possibly minium (?). The preparatory drawing was imprecisely made. Underpainting of the complexions, despite the lack of the use of copper pigment, is of a cold tonality. The considerable use of orpiment stands out. Grains of orpiment are visible throughout the entire icon, in particular in the even background. In the circular background of Mary is visible the underpainting made in lead white. On the convex nimbuses and yellow bole, gold leaf was laid.</p>	
<p>Complexions:</p> <ul style="list-style-type: none"> - iron pigments, vermilion, lead white, orpiment, umbra, vermilion (lips) and orpiment <p>Blue parts:</p> <ul style="list-style-type: none"> - lead white <p>Green parts:</p> <ul style="list-style-type: none"> - orpiment <p>Metallic leaf:</p> <ul style="list-style-type: none"> - silver <p>Characteristic features:</p> <ul style="list-style-type: none"> - the icon is characterised by a large amount of orpiment present in the green fragments of the painting and in the complexions. In the green tints (with the addition of orpiment) for the white colour, the colour of the ground was used. For the red book, minium was applied. 		Cross-section I 'indigo'	<p>The testing confirmed the presence of silver leaf in the background 'Ag (36.4 ± 1.2%)'</p>	X (?)	X (?)	X	X	X	X	<p>This icon was painted by a fast and expert hand, glazed at places, with no particular attention to the details. In the background, on the black bole, silver was applied. The painting layer was made with soft, rounded brushes in a limited colour palette, using the following pigments: iron pigments, vermilion, lead white, orpiment, umber, ultramarine (?), minium, bone black and indigo. A characteristic feature of the examined icon is the significant use of orpiment and the lack of copper pigments in the azure and green, as well as the use of the white of the ground as colour. Areas with orpiment don't contain lead white.</p>

No.	Object	Support	Ground layer	Preparatory layer:	Paint layer
		- dendrology - dendrochronology Size of the support, reinforcing cloth	- type - analysis of the concentration of calcareous nannoplankton - XRPD - SEM EDS - number of layers	- engraving, - drawing/underpainting, - changes in composition, - characteristic features	Identification of the pigments/leaf SEM EDS

13

Christ Pantocrator and Archangels (from a Deesis tier)
MNK XVIII-27
(Cat. 9)

Wood:
- linden (*Tilia*)
Size of the support:
- large
Reinforcing cloth:
- the linen is in the form
of a single strip of similar
width, glued vertically
on the connection of the
panels (3 strips), and of
horizontal strips glued
along the top and bottom
rims of the icon

Ground layer:
- chalk
- 107 coccoliths
(no stage
determination)
XRPD:
- calcite, quartz,
weddellite
SEM EDS:
- chalk with
admixture of
silicon
Number of layers:
- multi-layered
ground layer,
min. 4 thin layers
of brittle ground
(samples are easily
desiccated)

Engraving:
- handmade, vague
engravings dividing the
parts of silvered background
from the painting layer and
outlining the main parts of
the composition. The figure of
Christ is marked with facial
details (eyelids, lips, bottom
of nose)
Drawing/underpainting:
- handmade preparatory
drawing is well visible and
was expertly made with
a soft, rounded brush in
a glazing manner
Changes in the composition:
- insignificant
Characteristic features:
- general engravings
- figure of Christ with details
(face engravings)
- expertise and ease in the
underpainting of the entire
composition

Cross-section 1

(azure from Christ's robe)
‘- layer of chalk ground with silicon
- in the painting layer were detected: chalk, orpiment,
earth pigment and silicon compounds
- varnish’

Cross-section 3

(green robe of the figure on the left side, layer with the
white in the light)
‘- layer of orpiment with chalk binder and silicon
- layer of lead white
- in the next layer, organic compounds were detected
- in the outer layer, silicon, chalk, earth pigment, possibly
vegetal black were detected’

Cross-section 6

(a wing of a figure on the right)
‘- multi-layered chalk ground with silicon
- layer of orpiment with chalk binder and silicon
compounds
- fine layer of lead white with admixtures of bone black
- varnish (?)’

14

Hodegetria Surrounded by Archangels, Apostles, and Joachim and Anne
MNK XVIII-28
(Cat. 19)

Wood:
- linden (*Tilia*)
Size of the support:
- large
Reinforcing cloth:
- not occurring

Ground layer:
- gypsum
- no coccoliths (0)
XRPD:
- anhydrite
SEM EDS:
- gypsum
Number of layers:
- min. 1 layer
of ground up
to 1 mm of
thickness, of
various structure
(smooth and with
grains)

Engraving:
- 2 types of engravings:
shallow ones (composition),
and deep ones (pattern of the
nimbus). Fine engraving
lines outline the general
composition (robes flowing,
disposition of iconographic
elements). In Mary's nimbus,
a change of composition is
observed – 3 fine original
circles were substituted with
a thickly engraved pattern
Drawing/underpainting:
- preparatory drawing was
precisely made with a fine
brush. Locally, fine and glaze-
like strokes of the brush are
visible
Changes in the composition:
- sparse, see: nimbus
Characteristic features:
- precise engraving
(nimbus)
- graphic technique in
underpainting

Cross-section 1

(green background of the circles with apostles)
‘- layer of gypsum ground
- in the painting layer were detected: lead white, azurite,
bone black and orpiment
- in the outer layer, organic compounds were detected’

Cross-section 2

(Mary's veil)
‘- layer of lead white with azurite and inclusions of iron
pigment
- layer of lead white
- varnish’

Cross-section 3

(green from Archangel Gabriel's robe, in the lights)
‘- layer of gypsum ground
- layer of malachite, silica, with admixtures of bone black
and vermilion. Trace of iron pigment.
- fine layer of lead white’

XRF – macroscan	µRaman	XRPD	XRF – punctual	Pigments identification						Summary
<p>Complexions:</p> <ul style="list-style-type: none"> - iron pigments, vermilion, lead white, orpiment, umber, vermilion and orpiment (lips) <p>Blue parts:</p> <ul style="list-style-type: none"> - lead white <p>Green parts:</p> <ul style="list-style-type: none"> - orpiment <p>Metallic leaf:</p> <ul style="list-style-type: none"> - silver <p>Characteristic features:</p> <ul style="list-style-type: none"> - in the icon is visible a large and characteristic amount of orpiment present in complexions, in the background and green parts of the painting. In the wings and pink fragments, the possible application of minium. 	Not tested	Not tested	<p>The testing confirmed the presence of silver leaf in the background and of lead white or minium in the closest field: 1. Ag (18.8 ± 0.7%) Pb (41.4 ± 0.6%) 2. Ag (35.1 ± 1.0%) Pb (11.0 ± 0.5%) 3. Ag (31.6 ± 1.2%) Pb (10.4 ± 0.5%)</p>						X (?)	<p>The style of execution, technological features and characteristic traits of this icon are analogical to the presentation of MNK XVIII-26. This, leads to the assumption that both icons were created in one workshop or by the same author. Silvering, just like in the icon MNK XVIII-26, was made on the black bole.</p>
<p>Complexions:</p> <ul style="list-style-type: none"> - copper and iron pigment or pigments, orpiment, vermilion (lips and Mary's line of the nose), lead white, umber <p>Blue parts:</p> <ul style="list-style-type: none"> - lead white, copper pigment or pigments <p>Green parts:</p> <ul style="list-style-type: none"> - lead white, copper pigment or pigments <p>Metallic leaf:</p> <ul style="list-style-type: none"> - gold <p>Characteristic features:</p> <ul style="list-style-type: none"> - black lines (of shades/lights) on Mary's mantle was made with a paint containing a large amount of copper pigment or pigments with admixture of zinc. In the part of the orange background and Christ's robe was applied minium in the mixture, with lead white and umber or a mixture of lead white with organic pigment. The dark inscriptions were made with the use of copper pigment or pigments. Cinnabar was only applied to the parts of the red inscription, robes, and lips. 	<p>Powder samples 1, 2: Analysis confirmed the presence of: 'cuprite, [...] azurite, [...] hematite, [...] green earths'</p>	<p>Powder sample 1: 'Analysis of obtained data, [...] indicates clearly that the components identified in the examined sample are calcite and azurite'</p>	Not tested	X	X			X	X	<p>This painting is made by an expert hand, in a rich colour palette: copper and iron pigments orpiment, vermilion, lead white, umber, azurite, malachite, bone black, minium (?), iron red, and green earth. Apart from the large use of orpiment, in a few green parts, malachite was used, both in combination with lead white and without whitening (Archangel Gabriel's robes). In the icon occur two types of carving: shallow and deep ones (in the nimbuses), and a precise preparatory drawing, also made in glazing with a thin brush. For the nimbuses' gilding, gold leaf plates were used. The copper pigments also present an admixture of zinc.</p>

No.	Object	Support - dendrology - dendrochronology Size of the support, reinforcing cloth	Ground layer - type - analysis of the concentration of calcareous nannoplankton - XRPD - SEM EDS - number of layers	Preparatory layer: - engraving, - drawing/underpainting, - changes in composition, - characteristic features	Paint layer Identification of the pigments/leaf SEM EDS
15	Birth and Dormition of the Mother of God MNK XVIII-29 (Cat. 26)	Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - large Reinforcing cloth: - reinforcing linen in the form of 2 strips of similar width glued to the support on the connection of the boards. The left strip covers the entire height of the panel, while the right one covers the top three- fourths.	Ground layer: - chalk - 300 coccoliths (stage: <i>L. levis</i>) XRPD: - not tested SEM EDS: - chalk Number of layers: - min. 1-2 layers of ground. On the cross-sections is visible a thick layer of sizing and underpainting with lead white, as well as a layer of carbon black with an under-drawing (?)	Engraving: - a diversity of engravings are visible in the icon: deep, vague, of irregular and undulate lines, which divide gilt areas from paint areas; deep, geometrical ones, defining the shapes of the nimbus; shallow and precise inside of the nimbus' surface. Drawing/ /underpainting: - preparatory drawing made in a sketch-like manner, with a fine, locally thicker, charcoal stick. Lines are stiff, graphic (in parts of the robes), repeatedly multiplied in the vertical direction. Remaining traces are devoid of linear fluency Changes in the composition: - numerous Characteristic features: - variety of engravings (outer and inner) - imprecise execution of the general engravings - precision and geometry in creation of the shape of the nimbus - inexpert drawing made in charcoal, with several repetitions (in particular, Figure 1)	Cross-section 1 (St Anne's mantle) ‘- Ground layer chalk, sized - underpainting with lead white - in the layer of green-blue colour occur: chalk, copper pigment, and admixture of smalt - varnish (?)’ Cross-section 2 (azure of the backgrounds with figures) ‘- layer of chalk ground - in the black layer, a large concentration of carbon was observed (carbon black or organic compounds) - layer of blue copper pigment with lead white and chalk binder morphs into a layer of lead white - varnish’ Cross-section 3 (Mary's mantle in the shadow) ‘- layer of chalk ground - layer of azurite with chalk binder’
16	Hodegetria Surrounded by Archangels, Prophets, and Joachim and Anne MNK XVIII-30 (Cat. 17)	Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - large Reinforcing cloth: - on the entire panel in 2 gores connected on the height of Christ's face. An additional fragment is glued on the right side of the painting in the middle of the width of the field with prophets.	Ground layer: - chalk - 153 coccoliths (stage: <i>L. levis</i>) XRPD: - calcite SEM EDS: - chalk Number of layers: - min. 3 layers of ground of various thickness, including the thinnest layer under the paint coat.	Engraving: - fine, general engraving divides the leaf-covered background from the paint layer. In the main scene, the engraving is finished in detail while in the side scenes it is sketch-like. In many places, the paint layer does not correspond to the engraved shape. Nimbus are made precisely and geometrically. Drawing/underpainting: - in the main scene, the drawing is not very visible, while in the side scenes it's very subtly made, probably with a fine brush. There are visible lines of identical thickness but various intensity Changes in the composition: - numerous (visible change in the robe flow) Characteristic features: - 2 types of carvings: free- hand in the side scenes and precise in the main scene	Cross-section 1 (blue sleeve of the figure – bottom row, third figure from the left edge of the icon) ‘- lead white underpainting - in the layer of blue occur: azurite with lead white and chalk and inclusions of iron pigment - varnish (?)’ Cross-section 2 (Mary's veil by the left ear; fabric threads visible in the ground) ‘- in the following layer of blue colour occurs lead white, but the presence of blue inorganic pigment was not confirmed - layer of azurite with lead white and inclusions of earth pigment and orpiment - varnish (?)’ Cross-section 3 (green of the mantle's sleeve; right side of the painting, second. figure from the top) ‘- in the next layer occur: green copper pigment, lead white and inclusions of bone black - in the outer layer, lead white with tin-lead yellow were detected’

XRF – macroscan	µRaman	XRPD	XRF – punctual	Pigments identification						Summary	
				smalt	ultramarine	blue copper pigments	organic pigment/ indigo	green copper pigments	orpiment	tin-lead yellow	
<p>Complexions: - copper and iron pigment or pigments, small addition of orpiment, vermilion (also lips), lead white, umbra</p> <p>Blue parts: - lead white, copper pigment or pigments</p> <p>Green parts: - lead white, copper pigment or pigments</p> <p>Metallic leaf: - gold</p> <p>Characteristic features: - dominant in the icon are copper pigments (with the characteristic addition of tin) except from the areas in the red, white, and partly light-brown colours. Copper is also present in tints of azure and green, and partly in ochre. In one of the female figures tin was also detected, which may indicate the application of tin-lead yellow. In the layers of iron pigments, barium and titanium also occur. Cinnabar was used to paint the light red areas such as inscriptions, circles of the nimbuses, mantles, items, and shades of the robe made with tin-lead yellow.</p>	<p>Powder sample 1: 'Performing spectral analysis and comparison disposition of waves on the averaged spectrum on the sample MNK XVIII-29 with the standard spectrum⁵, one must confirm the presence of tin-lead yellow, type I'</p>	<p>Powder sample 2: 'Analysis of the obtained data, based on the diffraction database PDF-4+, indicates unequivocally, that the components identified in the examined sample are calcite, azurite and hydrocerussite'</p>	Not tested	X	X	azurite	X	X	X	<p>This icon was made in a rich colour palette, with ornamental vegetal framing and the use of the following pigments: copper pigments, azurite, smalt, tin-lead yellow of the first type, iron pigments, orpiment, vermilion, lead white, umber, and carbon black. Most probably, a carbon stick was used to make the drawing – its traces appear as stiff, graphic and repetitive lines. According to the XRF mapping, the entire background is covered by gold leaf. On the pictures, in the large magnifications, silver-gold leaf is visible (dvojník) laid on the red bole. In the nimbuses is visible gold on the red bole. The described icon is one of a few in the examined group of icons in which appear tin-lead yellow, and smalt was used next to azure and malachite. Also worth noting is the occurrence of zinc in the copper pigments.</p>	
<p>Complexions: - iron pigment or pigments, vermilion (strong signal in the part of the lips), lead white, umber</p> <p>Blue parts: - copper pigment or pigments, lead white</p> <p>Green parts: - copper pigment or pigments, lead white</p> <p>Metallic leaf: - gold, silver on the assists and angels' wings – one cannot exclude the use of silver in the alloy with copper in the spots of fillings. For a conclusive determination of the composition, additional testing is required.</p> <p>Characteristic features: - dominant in the icons are iron pigments with the addition of umber, especially in Mary's mantle. In the red parts of pink hue, were applied vermilion, lead white, possibly with the addition of natural dye. In the shade of the Child's robe, the use of copper pigments is visible.</p>	<p>Cross-section 3: 'In the sample [...] the presence of tin-lead yellow type I was confirmed'</p>	Not tested	Not tested	X	azurite	X	X	X	X	<p>This icon was submitted to a complete conservation and multiple reconstructions, which hinder an unequivocal analysis of the original paint layer. The painting was precisely made in a rich colour palette with the use of the following pigments: iron and copper pigments, lead white, vermilion, umber, orpiment, azurite, tin-lead yellow of the first type, and bone black. The complexions were painted based on iron pigments, lead white, umber, and vermilion. The blue and green parts were obtained from copper pigments (azure from azurite) combined with lead white. Inclusions of orpiment are also visible in spots. A characteristic feature of this icon is the use of copper pigments applied to the creation of the shades in the Child's robe.</p>	

No.	Object	Support - dendrochronology Size of the support, reinforcing cloth	Ground layer - type - analysis of the concentration of calcareous nannoplankton - XRPD - SEM EDS - number of layers	Preparatory layer: - engraving, - drawing/underpainting, - changes in composition, - characteristic features	Paint layer Identification of the pigments/leaf SEM EDS
17	The Last Judgment (central part) MNK XVIII-32 (Cat. 39)	Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - very large (fragment) Reinforcing cloth: - reinforcing linen set on the vertical connection of the panels in the form of a single strip composed of a few pieces of linen of various width and length glued together. The cloth, made of scraps, was glued carelessly.	Ground layer: - chalk - 200 coccoliths (stage: <i>L. levis</i>) XRPD: - calcite, quartz, admixtures SEM EDS: - chalk Number of layers: - min. 2 layers of ground of various granulation of the binder. Deeper layers have coarser grains, layers nearer the face are finer.	Engraving: - carving not very visible, underlines the main outline of the composition with the nimbus. It was handmade. Visible are several changes in the setting – the figure of Archangel Michael – left side by the throne, circles (tsars' reign) on the left side of the painting Drawing/underpainting: - drawing is clearly visible, this is why the changes of the original setting of the composition are perceptible (i.e., the hand of a figure at the bottom on the right side of the painting). The sketch was made in glazing, preserving the details, by brushes of various sizes and shapes (soft, rounded and flat). The author's expertise draws our attention and there is an ease in the execution of the underpainting. Changes in the composition: - numerous Characteristic features: - carvings not readily apparent - shallow, general carvings - pictorial character and rich technique at the preparation stage - numerous changes in the setting	Cross-section 2 (fragment of blue background from God the Father's mandorla) ' - in the layer of blue colour occur lead white and chalk. The presence of inorganic blue pigment was not confirmed. - in the layer of red colour, a large amount of lead was detected, probably minium - in the outer layer, was detected calcium, silicon and residues of earth pigment' Cross-section 3 (błękit z białą z okręgów z przedstawieniami carstw) (azure with white from the circles representing tsars' reigns) ' - in the layer of yellow underpainting was detected lead and orpiment - in the layer of blue colour occur: lead white and chalk with inclusions of bone black. The presence of inorganic blue pigment was not confirmed - layer of lead white - varnish (?)' Cross-section 8 (azure of John the Baptist's coat) ' - in the subjacent layer was detected lead white, aluminosilicates and inclusions of vermilion - in the middle, heterogenous layer was detected chalk, lead white, barite white, inclusions of minium and earth pigment - in the layer of orange colour, presence of barite white, lead white, inclusions of minium and earth pigments were confirmed'
18	Hodegetria Surrounded by Archangels MNK XVIII-45 (Cat. 15)	Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - large Reinforcing cloth: - not occurring	Ground layer: - chalk - 300 coccoliths (stage: <i>L. levis</i>) XRPD: - not tested SEM EDS: - chalk with silicon compounds Number of layers: - min. 1 layer (transversal cross-sections don't allow for more precise analysis)	Engraving: - clearly visible in the nimbus, divides metallic leaf from the paint layer. Within the paint layer, the engraving is deep, geometric and precise. In the remaining area, the engraving is invisible. Drawing/ /underpainting: - preparatory drawing made very precisely with a fine brush and diversified lines, both thinner and thicker, also by wash. Most of the drawing corresponds to the painting. The changes mostly concern creases in Mary's mantle Changes in the composition: - none, with the exception of composition changes in Mary's mantle Characteristic features: - great precision of execution - deep, geometrical and precise carving - no changes of the composition	Cross-section 1 (blue-green background) - in the layer of blue colour occurs copper pigment, lead white and inclusions of iron pigment, bone black and orpiment - varnish (?)' Cross-section 2 (green/blue robe of the Archangel on the left) ' - in the outer layer, occurs azurite, Naples yellow, orpiment, lead white and inclusions of iron pigment and bone black' Cross-section 3 (Mary's veil) ' - layer of azurite with lead white and inclusions of iron pigment or minium - varnish (?)'

XRF – macroscan	µRaman	XRPD	XRF – punctual	Pigments identification						Summary	
				smalt	ultramarine	blue copper pigments	organic pigment/ indigo	green copper pigments	orpiment	tin-lead yellow	
<p>Complexions:</p> <ul style="list-style-type: none"> - iron pigments, vermilion, lead white, umber <p>Blue parts:</p> <ul style="list-style-type: none"> - lead white <p>Green parts:</p> <ul style="list-style-type: none"> - lack of clearly green areas (contaminants) <p>Metallic leaf:</p> <ul style="list-style-type: none"> - not confirmed <p>Characteristic features:</p> <ul style="list-style-type: none"> - in the icon, the application of orpiment is perceptible, in particular in the background and in the black composition lines (i.e., the drawing of the Souls scale). Cinnabar is only used in the complexions; the other fragments of red were made with the use of minium. 	<p>Cross-section 2: 'In the inclusions of dark blue marked on picture no. 2, concentrations of indigo were identified [...] During the process of linear measurement, in the area marked by no. 3, in the blue tinge, pigment of ultramarine was detected [...]'</p>	Not tested	Not tested	X	X	X	X	X	X	<p>Contaminations on the surface of this icon hinder an unequivocal interpretation of the original colouring. The painting was made with ease, in glaze, in a limited colour palette, with the dominance of ochre, brown, azure, and brick red hues. These effects were obtained with the use of the following pigments: iron pigments, lead white, minium, vermilion, indigo, ultramarine (?), orpiment, umber, and bone black. The azure visible in the painting was obtained mostly thanks to a mixture of indigo and lead white. In the nimbuses occurs metallic leaf in a silver colour (not identified in the XRF method). In the parts similar to green, grains of orpiment are noticeable, combined with blue pigment.</p>	
<p>Complexions:</p> <ul style="list-style-type: none"> - copper pigment or pigments(?) - very weak signal, iron pigments, small admixture of orpiment, vermilion (complexion and lips), lead white, umber <p>Blue parts:</p> <ul style="list-style-type: none"> - copper pigment or pigments, lead white <p>Green parts:</p> <ul style="list-style-type: none"> - copper pigment or pigments, lead white <p>Metallic leaf:</p> <ul style="list-style-type: none"> - in the Mary's and Christ's nimbuses - silver, in the Archangels' nimbuses - gold <p>Characteristic features:</p> <ul style="list-style-type: none"> - in the icon are visible changes in the composition as far as lead (minium, lead white) and copper (copper pigments) are concerned – right side of the Child. Cinnabar, apart from the light-red areas, also occurs in the mixtures with ochre and brown (Mary's and Child's robes, Archangels' wings). Orpiment was used to paint the ornaments on Mary's mantle, the assists in the Child's robe and the Archangels' wings. In the field of copper pigments, also observable is the application of zinc. 	<p>Cross-section 2: 'In the indicated yellow points, was identified the presence of litharge [...]. Traces of Naples yellow were not detected [...]. In places, also found were traces of ultramarine [...]. It may indicate the presence of lead red (Pb₃O₄) [...]'</p>	<p>Powder sample 1: 'the main identified component of the sample is azurite. In the examined sample, also occurs an admixture of hydrocerussite'</p>	X	X	azurite	X	X	<p>The original colours of the painting were transformed by a layer of darkened and yellowed varnish. However, it is evident, that it was made with ease, and with the use of silver and gold metallic leaf. The nimbuses of Mary and Christ were made by imposing the silver glazed leaf onto gold, while the archangel's nimbuses were covered with gold leaf. The paint layer was made with the use of the following pigments: copper pigments, azurite, ultramarine (?), litharge, iron pigments, orpiment, vermilion, lead white, umber, bone black, and minium. Faces are painted with great precision, with a cold tonality of the underpainting and nude-rose of the finishing layer. The cold tonality was obtained, however, with omission of copper pigments. Despite the precision in the execution of particular details, what characterises the author is the great ease in the construction of the form and a pictorial manner. According to the analysis of the cross-sections, the green of the background might have been executed with the use of azurite (in all the cross-sections, a blue copper pigment is visible) combined with orpiment. The present colour of the background may be a result of the colour changes in the layer of varnish.</p>			

No.	Object	Support - dendrology - dendrochronology Size of the support, reinforcing cloth	Ground layer - type - analysis of the concentration of calcareous nannoplankton - XRPD - SEM EDS - number of layers	Preparatory layer: - engraving, - drawing/underpainting, - changes in composition, - characteristic features	Paint layer Identification of the pigments/leaf SEM EDS
19	St Paraskeva with Scenes from Her Life and Passion MNK XVIII-57 (Cat. 48)	Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - large Reinforcing cloth: - reinforcing linen covers the entire support. Top layer made of 2 fragments of cloth, lower one made of 1 fragment. On the connection of the panels additional reinforcements were applied in the form of large pegs (the same technique occurs in icon MNK XVIII-25)	Ground layer: - chalk- gypsum - no coccoliths (0) XRPD: - calcite, quartz, gypsum SEM EDS: - chalk and chalk with a high content of silica Number of layers: - min. 1 layer of ground of significant thickness, strongly sized under the coat of paint; on 3 cross-sections is visible a ground layer with various size grains of binder (slightly similar to MNK XVIII-28, cross-section 1)	Engraving: - invisible Drawing/underpainting: - preparation drawing prepared according to the final version of the icon. It was made with brushes of various sizes, in a graphic and pictorial manner, analogical to the contour lines and perceptible in the paint layer. Changes in the composition: - none Characteristic features: - no clear differentiation between the underpainting layer and paint layer. Both seem to penetrate one another.	Cross-section 1 (green from St Paraskeva's robe in the beheading scene – at the bottom of the painting) ‘- in the layer of green colour occur: malachite, lead white and inclusions of iron pigment and bone black. A small amount of barium was also detected (barium white?) - in the outer layer, mostly occur organic compounds, calcium, silicon and iron residues’ Cross-section 2 (green from the rock in the scene of sawing) ‘- in the layer of green colour was detected green copper pigment and inclusions of tin-lead yellow, bone black and earth pigments - in the outer layer, mostly occur organic compounds, calcium, silicon and iron residues’ Cross-section 3 (St Paraskeva's veil) ‘- fine layer of underpainting – earth pigments - in the layer of green-blue colour, copper pigment was detected, together with inclusions of black containing iron and bone black. A small amount of barium was also detected (barium white?)’
20	St George Slaying the Dragon MNK XVIII-58 (Cat. 44)	Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - and Reinforcing cloth: - not occurring	Ground layer: - chalk - 300 coccoliths (stage: <i>L. maastrichtensis</i>) XRPD: - not tested SEM EDS: - chalk, aluminosilicate and iron Number of layers: - min. 2 layers of homogenous ground of significant thickness, above which is a heterogenous layer of ground with numerous iron inclusions in ochre colour (sizing or impregnation)	Engraving: - invisible Drawing/underpainting: - ambiguous. From the sparse fragments one can conclude that it was painted with a soft brush in a semi-opaque manner as an outline of the composition. Changes in the composition: - sparse, apart from insignificant composition changes (architectural roof on the right side of St George's head) Characteristic features: - none	Cross-section 1 (fragment of architecture) ‘- heterogenous ground layer – aluminosilicates and a small amount of iron were detected - in the next layer was detected: lead white, chalk, silicon compounds and a small amount of iron - varnish (?)’ Cross-section 3 (red of the background) ‘- layer of chalk ground - heterogenous layer in which were detected aluminosilicates and a small amount of iron - red layer of minium’ Cross-section 4 (face complexion) - layer of chalk ground, tinted with iron compounds - in the next layer occur lead white with minium. The layer morphs into lead white - in the outer layer, earth pigments, lead white and bone black were detected’

XRF – macroscan	µRaman	XRPD	XRF – punctual	Pigments identification							Summary	
				smalt	ultramarine	blue copper pigments	organic pigment/ indigo	green copper pigments	orpiment	tin-lead yellow		
<p>Complexions:</p> <ul style="list-style-type: none"> - iron pigment or pigments, umber, vermilion (also complexion, lips), lead white (minium?) <p>Blue parts:</p> <ul style="list-style-type: none"> - copper pigment, lead white <p>Green parts:</p> <ul style="list-style-type: none"> - copper pigment or pigments, lead white <p>Metallic leaf:</p> <ul style="list-style-type: none"> - none <p>Characteristic features:</p> <ul style="list-style-type: none"> - in the background of the scenes (main and side ones) orpiment is visible. In the vivid red areas (inscriptions, nimbuses, robes, and architecture) vermilion was applied. In the remaining places, it was combined with iron pigments. Within the copper pigments, the occurrence of zinc is also visible. 	<p>Not tested</p> <p>Cross-section 2: In the sample MNK XVIII-57, 'tin-lead yellow was not identified'</p>	<p>Not tested</p> <p>Powder sample 1: 'indicates the presence of azurite [...] and admixtures of unidentified phase'</p> <p>Powder sample 3: 'indicates [...] calcite and azurite' and admixtures of an unidentified phase'</p>	<p>Not tested</p>								<p>The painting originally made in a different colouring than the one presently observed, deformed by a layer of darkened varnish. According to cross-section 1, the layer of underpainting was made with the use of earth pigments, with no metallic leaf, in a limited colour palette, with the use of the following pigments: copper pigments, including malachite and azurite, iron pigments, including iron red, umber, lead white, vermilion, minium (?), bone black, tin-lead yellow (?). The painting is built simply and schematically. Large grains of orpiment are visible in the green and in the background of the main scene and the side ones.</p>	
<p>Complexions:</p> <ul style="list-style-type: none"> - iron pigment or pigments, lead white (possibly also minium) <p>Blue parts:</p> <ul style="list-style-type: none"> - no areas <p>Green parts:</p> <ul style="list-style-type: none"> - no areas <p>Metallic leaf:</p> <ul style="list-style-type: none"> - none <p>Characteristic features:</p> <ul style="list-style-type: none"> - the palette particularly limited, based on iron and lead pigments, without analogy within the examined group of icons. 		<p>Not tested</p>	<p>Not tested</p>	<p>Not tested</p>								<p>The icons decisively differs from the other works from the collection, both in regard to colouring and the technique. It reminds more of a mural than a support painting. It is hard to find a technological analogy to another icon. The range of colours visible here is dominated by red hues obtained from minium and iron pigments, lead white, earth pigments, and chalk. There is, however, no azure or green.</p>
							X azurite		X malachite	X	X (?)	

No.	Object	Support	Ground layer	Preparatory layer:	Paint layer
		- dendrology - dendrochronology Size of the support, reinforcing cloth	- type - analysis of the concentration of calcareous nannoplankton - XRPD - SEM EDS - number of layers	- engraving, - drawing/underpainting, - changes in composition, - characteristic features	Identification of the pigments/leaf SEM EDS
21	Deesis Icon: Christ Pantocrator with the Mother of God, St John the Baptist, and Archangels MNK XVIII-62 (Cat. 8)	Wood: - spruce (<i>Picea</i>); Dendrochronological dating: - 1580s. Size of the support: - large Reinforcing cloth: - not occurring	Ground layer: - chalk - 300 coccoliths (stage: <i>L. levis</i>) XRPD: - not tested SEM EDS: - chalk Number of layers: - multi-layered ground layer min. 4 very thin layers varying in hue, with insignificant ochre inclusions. A rather homogenous ground layer differs in height and layer settings at various points in the painting.	Engraving: - roughly made, dividing a silvered background from the paint layer, which was made with a shift in regard to the composition outline marked by carving Drawing/underpainting: - preparatory drawing is only visible in the bottom part of Christ's robe (where the only composition change also is apparent); it is made with a fine brush, although a carbon stick is not excluded. Unequivocal determination of the technique requires additional examination. Changes in the composition: - sparse Characteristic features: - none	Cross-section 2 (Mary's mantle with a black contour) '- layer of chalk ground - in the layer of red colour was detected lead white, but the presence of inorganic red pigment was not confirmed. In this case, due to the microscopic picture, the lead signal stems probably from lead white rather than from minium - in the next fine and dark layer, organic compounds were detected, together with lead white and earth pigment - in the outer layer, silica was detected with a small amount of lead white and chalk' Cross-section 3 (Christ's mantle) '- layer of chalk ground - next is a layer of blue colour in which lead white was detected. Inorganic blue pigment was not confirmed - in the red layer, iron red with admixtures of bone black and lead white were detected - varnish (?)' Cross-section 4 (mantle of the Archangel by Christ's left hand) '- layer of chalk ground - in the layer of light green colour, were detected: orpiment, chalk, silicon and iron residues Cross-section 6 (green background – grass) - layer of chalk ground - next is a layer of blue colour in which lead white was detected. Inorganic blue pigment was not confirmed. In the black tinge was detected iron, silicon and carbon - in the dark layer, organic compounds and residual traces of earth pigment were detected - in the outer layer, organic compounds, lead white and silicon were detected' Cross-section 7 (Mary's robe) '- layer of chalk ground - on the layer of sizing are remnants of bole (earth pigment) and silver leaf - in the outer layer, gypsum, bone black, and a small amount of earth pigment were detected'
22	Christ Pantocrator in Majesty MNK XVIII-64 (Cat. 4)	Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - large Reinforcing cloth: - reinforcing linen weakly visible. It is made of single strips of similar width set on the vertical connection of the panels and on the crack (1 strip). The left strip is evenly glued to the support on the entire length while the right one is only partly visible, which makes it difficult to evaluate its range.	Ground layer: - chalk - 300 coccoliths (stage: <i>L. levis</i>) XRPD: - not tested SEM EDS: - chalk Number of layers: - min. 1 layer of ground of significant thickness and varied granulation.	Engraving: - thin and not very visible, sets apart the background from the painting. Engravings of the nimbus and engravings on the frame are decisively deeper and larger, more visible than the others Drawing/underpainting: - invisible. Could have been very precisely made, just like the contours in the painting. With this assumption, the final layer of the painting may correspond strictly to the drawing, which would disable its observation. Changes in the composition: - not tested Characteristic features: - not tested	Cross-section 1 (azure with brown – Archangel's eye) '- layer of chalk ground - next is a layer of blue colour in which lead white was detected. Inorganic blue pigment was not confirmed. - in the next, fine layer of brown colour, lead white and earth pigment were detected - in the outer layer, gypsum, a small amount of lead white and orpiment were detected' Cross-section 2 (red from the background) - layer of chalk ground - next is a layer of red colour – vermilion and chalk binder were detected - organic outer layer' Cross-section 3 (azure from a mandorla of St Mark's figure) '- layer of chalk ground - next is a layer of blue colour in which lead white was detected. Inorganic blue pigment was not confirmed'

XRF – macroscan	µRaman	XRPD	XRF – punctual	Pigments identification							Summary
				smalt	ultramarine	blue copper pigments	organic pigment/ indigo	green copper pigments	orpiment	tin-lead yellow	
<p>Complexions: - iron pigments, lead white, vermilion (in considerable amounts), umber</p> <p>Blue parts: - lead white, iron pigments</p> <p>Green parts: - orpiment, white colour from the chalk ground, iron pigment or pigments</p> <p>Metallic leaf: - silver</p> <p>Characteristic features: - characteristic of the icon is the application of copper solely in the black parts (contour, hair, pupils). In the red robe and architecture parts, minium was applied. Cinnabar, in large amounts, was only used to paint complexions.</p>	Not tested	Not tested	Not tested				X (?)		X	<p>The painting was made on a very thin layer of ground that reflects the system of the growth rings of the spruce wood of the panel. In the colour range and the manner of execution, this icon differs decisively from the presentation MNK XVIII-26 and MNK XVIII-27. It is definitely a different school/author/workshop. The hard, opaque layers of paint are laid schematically. The hands and complexions were painted without clear modelling. Pigments are coarsely ground, with apparent grains of orpiment. In the azure was applied an organic pigment (indigo?), but the confirmation of its presence is required in the course of further examination. In the icon, are visible parts in which was used the colour of the chalk ground in order to obtain white (book) or green (grass, robe of the archangel on the Christ's right hand). In the discussed spots, lead white was not identified, but large amounts of orpiment instead. This pigment also occurs in the area of the wings. In the photographs, at high magnification, changes of the original colouring are observable: in a part of Christ's robe is visible azure, silver glazed leaf and retouches. In a few photographs presence of black is also evident.</p>	
<p>Complexions: - iron pigment or pigments, lead white, vermilion (complexion and lips), umber</p> <p>Blue parts: - lead white</p> <p>Green parts: - no areas</p> <p>Metallic leaf: - silver (also in assists)</p> <p>Characteristic features: - vermilion is visible in the red parts and in complexions; Christ's robe was made with the use of iron pigments with a small admixture of lead white or minium in the left part of the robe.</p>	Powder sample 1 'indigo'	Not tested	Not tested				X		X	<p>The icon is painted precisely, glazed at spots (Christ's face). Expertise of the author is apparent, as well as his knowledge of the pattern. The painting layer was made based on the following pigments: iron pigment or pigments, lead white, vermilion, umber, earth pigments, orpiment, and indigo. In the background and assists is visible glazed silver leaf. A characteristic feature of the examined icon is the exceptionally thin layer of paint visible on all the cross-sections. The painting expertly made, with ease; glazed at the spots where lead white was not applied, and more opaque in the spots where the presence of lead white was confirmed.</p>	

No.	Object	Support - dendrochronology Size of the support, reinforcing cloth	Ground layer - type - analysis of the concentration of calcareous nanoplankton - XRPD - SEM EDS - number of layers	Preparatory layer: - engraving, - drawing/underpainting, - changes in composition, - characteristic features	Paint layer Identification of the pigments/leaf SEM EDS
23	Mandylion – Image of Christ on the Veil, Icon ‘Not Made by Hands’ (gr. Acheiropoietos) with Archangels Michael and Gabriel (?) MNK XVIII-68 (Cat. 2)	Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - medium Reinforcing cloth: - was glued as a single strip of linen on the horizontal connection of the boards. The medium size strip covers three-fourths of the surface of the icon from the left rim. At the end, the linen was ripped and clumsily glued in.	Ground layer: - chalk - 300 coccoliths (stage: <i>L. maastrichtensis</i>) XRPD: - not tested SEM EDS: - chalk Number of layers: - min. 2 homogenous layers of ground	Engraving: - only occurs in Christ’s nimbus Drawing/underpainting: - invisible Changes in the composition: - not tested Characteristic features: - not tested	<p>Cross-section 1 (green from the right top slat) ‘- layer of chalk ground with admixtures of bone black - in the layer of green colour, lead white, copper and arsenic were detected. Probably, malachite was applied, and/or Paris green; possibly a combination of malachite and orpiment. A trace of silver was also detected’</p> <p>Cross-section 2 (contour of Archangel Gabriel’s wing, on the right side) ‘- chalk ground layer - next is a layer of red colour – vermilion, minium and/or lead white with numerous inclusions of carbon black were detected - in the layer of varnish, resin or similar- in the outer layer was detected chalk, silica, and earth pigment’</p> <p>Cross-section 3 (green colour from Archangel Michael on the left side – with olifa) ‘- chalk ground layer - in the following layer was detected lead white - in the layer of green colour, lead white, copper, and arsenic were detected. Probably, malachite and/or Paris green was applied; possibly a combination of malachite and orpiment - in the fine layer, chalk, silica, and earth pigment were detected - organic outer layer’</p>
24		Mandylion – Image of Christ on the Veil, Icon ‘Not Made by Hands’ (gr. Acheiropoietos) with Archangels Uriel and Raphael MNK XVIII-71 (Cat. 1)	Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - medium Reinforcing cloth: - the linen was precisely glued on the entire surface of the support in one gore, with the direction of the weft and warp.	Ground layer: - chalk - 121 coccoliths (stage: <i>L. levis</i>) XRPD: - not tested SEM EDS: - chalk Number of layers: - min. 2 homogenous layers of ground.	Engraving: - only visible in the nimbuses, divides the layer of metallic leaf from the paint layer. Engraved precisely, they are not very deep and follow principles of geometry. Vegetal ornaments were handmade, as indicated by their uneven edges, shapes and punches Drawing/underpainting: - preparatory drawing probably made with the use of carbon black in the form of paint or a stick and fixed with a binder (cross-section 2b and 4). The pattern mostly corresponds to the final version, except for Uriel’s robe (made sketch-like and vague), in which insignificant changes are apparent Changes in the composition: - sparse Characteristic features: - not tested

XRF – macroscan	μRaman	XRPD	XRF – punctual	Pigments identification							Summary
				smalt	ultramarine	blue copper pigments	organic pigment/ indigo	green copper pigments	orpiment	tin-lead yellow	
<p>Complexions: - copper and iron pigment or pigments, lead white, vermilion (also lips and blushes on the cheeks), umber</p> <p>Blue parts: - no areas</p> <p>Green parts: - lead white, copper pigment or pigments</p> <p>Metallic leaf: - silver</p> <p>Characteristic features: - parts of the red background were made with the use of minium. For the Archangels' robes, complexions (including lips and cheeks), letters, nimbus and wings, vermilion was applied. In the green areas and in Christ's complexion, visible is the application of copper pigment or pigments, accompanied by zinc.</p>	Not tested	Not tested	Not tested								<p>The icon was made on glazed silver leaf, in a manner that covers the carvings or omits them (apart from Christ's nimbus), with the use of the following pigments: copper pigments, iron pigments, lead white, vermilion, umber, carbon black, minium (?), earth pigment or pigments, small admixture of orpiment. In the remaining areas, apparent grains of orpiment have not been detected. In the lights of the complexions and in the green, grains of vermilion are visible. Due to important conservation interventions (retouches), there is a probability of contamination of the sample (Paris green). In order to explain the presence of the 19th c. pigment, complementing examinations are required.</p>
<p>Complexions: - copper and iron pigment or pigments, lead white, vermilion (also lips and selected lights), umbra</p> <p>Blue parts: - copper pigment or pigments, lead white</p> <p>Green parts: - copper pigment or pigments, lead white</p> <p>Metallic leaf: - gold and silver – dvojnok</p> <p>Characteristic features: - vermilion only occurs in the inscriptions, in the nimbus containing a cross, in the shawl's hem and in the Archangel Uriel's robes. The other red parts – strips on the shawl, ornaments on the archangels' robes, framing – were made with the use of minium. The shade on the shawl was painted with copper pigment or pigments. Within the copper pigments also was observed the occurrence of zinc.</p>	Not tested	Not tested	Not tested		X azurite			X		X	<p>The icon was painted by a fast and expert hand, opaque at spots, glazed in other places – uncovering the drawing of the composition. The central fragment (Christ's face) is well studied, while the figures of archangels were made more freely demonstrating the author's technique. The colour palette contains the following pigments: green copper pigments, iron pigments, lead white, vermilion, umber, azurite, one black, minium, earth pigment or pigments, and orpiment (small addition). Characteristic red underlines are visible in the complexions of the archangels' figures. Black underpainting visually resemble black decorative stripes on the veil. Complementary examinations are in order for proper analysis and differentiation of the black layers. In the gilding on the icon, the use of double silver-gold leaf is observed (cross-section 1).</p>

No.	Object	Support - dendrology - dendrochronology Size of the support, reinforcing cloth	Ground layer - type - analysis of the concentration of calcareous nannoplankton - XRPD - SEM EDS - number of layers	Preparatory layer: - engraving, - drawing/underpainting, - changes in composition, - characteristic features	Paint layer Identification of the pigments/leaf SEM EDS
25	<p><i>The Holy Trinity</i> MNK XVIII-87 (Cat. 40)</p>	<p>Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - large Reinforcing cloth: - reinforcing linen in the form of 3 strips covering the connection of the boards. Two shorter ones were placed on the bottom connection while the longer one was placed on the top. The size of the linen seems to be randomly selected and the glue technique fast and imprecise.</p>	<p>Ground layer: - chalk - 300 coccoliths (stage: <i>L. levis</i>) XRPD: - not tested SEM EDS: - chalk Number of layers: - multi-layered ground layer, appearing in one of the samples as 5 layers with characteristic black inclusions.</p>	<p>Engraving: - overall carvings divide the paint layer from the gilded background. Execution is inexact, and the paint layer in several places doesn't follow the forms. In the nimbus, the engravings are geometrical, precise and shallow. Drawing/underpainting: - characteristic preparatory drawing is visible in a few places that aren't covered by paint. It was made with a fine brush analogical to the contouring visible in the icon. Changes in the composition: - numerous. Shifting and changes in the composition are perceptible, in particular in the background, in architectural parts and in the robes. Characteristic features: - numerous changes in the composition - delicate and precise drawing</p>	<p>Cross-section 1 (azure from the background of the mandorla) - multi-layered chalk ground layer - on the bole's layer (earth pigments), gold leaf was detected - In the following layer, copper pigment and chalk binder were detected. Also confirmed was a large amount of arsenic but it does not indicate orpiment as the right amount of sulphur was not confirmed. Probably it is Paris green or Scheele's green, although in the Italian painting of the Middle Ages, azurite containing arsenic used to be applied. - organic outer layer' Cross-section 2 (Christ's robe with assists) '- chalk ground layer - in the next layer, azurite with lead white was detected, on which silver was also detected - organic layer' Cross-section 3 (azure from God the Father's robe) '- in the next layer, azurite with silica was detected - layer of gold leaf - varnish'</p>
26	<p><i>The Holy Trinity / Our Lady of the Sign</i> MNK XVIII-110 (Cat. 41)</p>	<p>Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Dendrochronological dating: '- As a result of calibration, one may determine four most probable time periods from which originates the analysed wood (probability of 95.4%): 1493–1602 (46.2%), 1615–1670 (41.8%), 1780–1799 (7%), or 1945–1948 (0.2%). With 68.2% probability, the result of the dating comprises three periods: 1524–1570 (29.7%), 1631–1665 (34.9%) or 1786–1793 (3.6%)' Size of the support: - medium Reinforcing cloth: - reinforcing linen covers the totality of the support and is made of 1 gore, glued with the threads of weft and warp preserved. On the X-ray image of the icons MNK XVIII-57, XVIII-25, XVIII-402, XVIII-3, XVIII-192, and XVIII-111, an analogical approach to the preparation of the support may be observed.</p>	<p>Ground layer: - chalk - 300 coccoliths (stage: <i>L. maastrichtiensis</i>) XRPD: - not tested SEM EDS: - chalk Number of layers: - min. 1 layer of ground of significant thickness with visible air bubbles.</p>	<p>Engraving: - in the 'Holy Trinity' scene, the carvings define the general composition with the nimbus and lights. In the 'Mother of God' scene, carvings are handmade with an irregular, undulating fine line. Oval and shallow punches differ from those occurring in the other examined icons. Drawing/underpainting: - invisible Changes in the composition: - not tested Characteristic features: - not tested</p>	<p>Cross-section 1 (‘Sign’ – Mary’s veil) -chalk ground layer - in the next layer of blue colour, lead white and inclusions of earth pigment were detected. The presence of inorganic blue pigment was not confirmed. - in the next layer (invisible in the picture), copper pigment was detected - organic layer - in the outer layer, gypsum and inclusions of earth pigment were detected' Cross-section 2 (‘Holy Trinity’ – green from the tree) '- layer of chalk ground - layer of green colour – silicas, green copper pigment and a layer of lead white were detected - at the edges of the layers, a small amount of silver was detected - in the outer layer, gypsum was detected' Cross-section 3 (‘Holy Trinity’ – green from the angel’s robe) '- Chalk ground layer - layer of green colour – silicas, earth pigment and inclusions of lead white and iron red were detected - layer of lead white with admixtures of copper pigment and earth pigments - varnish'</p>

XRF – macroscan	µRaman	XRPD	XRF – punctual	Pigments identification							Summary
				smalt	ultramarine	blue copper pigments	organic pigment/ indigo	green copper pigments	orpiment	tin-lead yellow	
<p>Complexions: - iron pigments, lead white, vermilion</p> <p>Blue parts: - copper pigment or pigments, lead white;</p> <p>In the figures' robes: copper pigment without admixture of lead white</p> <p>Green parts: - copper pigment or pigments, in the grass parts together with umber; in the robes: copper pigment (without lead white); in the backgrounds: copper pigment combined with lead white</p> <p>Metallic leaf: - gold</p> <p>Characteristic features: - vermilion occurs on the red framing. In the mixtures, the signal of mercury is perceptible in the complexions, inscriptions, red architectural elements (roofs) and the Holy Trinity's robes. Characteristic is the occurrence of copper pigments in the combination with lead white and without it, as well as application of copper pigment in the backgrounds (mountains and architecture). Within the copper pigments, also was observed an addition of zinc.</p>	Not tested	Not tested	The testing confirmed the presence of gold leaf in the background 'Au - (61.4 ± 0.8%)'			X azurite		X		X (?)	<p>The original colours of the icon are invisible due to the darkened layer of the varnish (i.e., azure in the mandorla, robes of God the Father or Christ on the Throne of Grace). This is the reason why the proper interpretation of the icon's colours is hindered.</p> <p>The painting was made in a pictorial, precise and expert manner. At places, from underneath the layer of leaf, yellow bole is visible, confirmed in cross-section 1. In the icon, gold leaf was used (assists in the robe of God the Father – cross-section 3) and a silver one (assists in the Christ's robe – cross-section 2). The painting was made with the use of the pigments such as: iron pigments, lead white, vermilion, green copper pigments, azurite, umber, and orpiment (?).</p> <p>Characteristic for this icon are: red underlines in the facial contours, sketch-like and hastily made complexions, revealing the author's expertise and his free approach to the original composition. Dominant trait is the presence of copper pigment in the entire painting except for the complexions.</p>
<p>Complexions: - iron pigments, lead white, umbra</p> <p>Blue parts: - copper pigment or pigments, lead white</p> <p>Green parts: - copper pigment or pigments, lead white</p> <p>Metallic leaf: - gold</p> <p>Characteristic features: - w the icon, worth noting is a limited palette of pigments used for the complexions. Cinnabar was only used for the red framing, red Archangels' robes, nimbus containing a cross, inscriptions and Mary's mantle as a completion to iron pigment or pigments and umber. Characteristic here is presence of copper pigment applied in the white of the lights ('Holy Trinity'). In the examines group of icon, analogical combination of pigments doesn't occur. Within the copper pigments, occurrence of zinc was also observed.</p>	Not tested	Not tested	The testing confirmed the presence of gold leaf in the background 'Au – recto (69.3 ± 0.9%); verso (63.2 ± 0.8%)'			X		X (?)		X	<p>The icon painted on both sides, with slightly different set of pigments from the side of the <i>The Holy Trinity</i> and <i>Our Lady of the Sign</i>. The Holy Trinity side is difficult to be identified due to a large dimension of the destructed material. The manner of carving differs radically from the other examined icons. The painting was made with the use of the following pigments: blue and green copper pigments, iron pigments, lead white, umber, vermilion, earth pigments, including iron red. A narrow pallet of pigments draws our attention in the complexion: iron pigment or pigments, lead white, umber, bone black (?). Gold leaf was laid on the yellow (<i>Our Lady of the Sign</i>) and red bole (<i>The Holy Trinity</i>). In addition, there is no visible preparatory drawing, and the manner of execution differs from the remaining icons submitted to analysis.</p>

No.	Object	Support - dendrology - dendrochronology Size of the support, reinforcing cloth	Ground layer - type - analysis of the concentration of calcareous nannoplankton - XRPD - SEM EDS - number of layers	Preparatory layer: - engraving, - drawing/underpainting, - changes in composition, - characteristic features	Paint layer Identification of the pigments/leaf SEM EDS
27	Archangel Gabriel and St Peter (from a <i>Deesis</i> tier) MNK XVIII-111 (Cat. 7)	Wood: - fir (<i>Abies</i>) Dendrochronological dating: end of the 1st or beginning of the 2nd decade of the 16th c. Size of the support: - medium/fragment Reinforcing cloth: - reinforcing linen covers the entire surface of the support in one gore. The cloth was glued with great attention, as we can judge from the even pattern of the weft and warp threads. An analogical manner of support preparation is visible in the icons MNK XVIII-57, XVIII-25, XVIII-402, XVIII-3, and XVIII-192	Ground layer: - chalk - 300 coccoliths (stage: <i>L. levis</i>) XRPD: - not tested SEM EDS: - chalk with the addition of silicon Number of layers: - min. 3 layers of ground of significant thickness, with inclusions analogical to the ones visible in the icon of the <i>The Holy Trinity</i> (MNK XVIII-87)	Engraving: - fine and geometrical engraving visible only in the nimbus Drawing/underpainting: - drawing of the composition made with a soft brush, in a delicate pictorial manner, sketch-like as if the composition were being created by the author Changes in the composition: - numerous, perceptible in several places, such as the position of the hands Characteristic features: - lightness of execution - painted with ease	Cross-section 1 (azure from St Peter's robe) 'layer of chalk ground with an addition of silicon - fine layer of underpainting – earth pigment - in the next layer, azurite/malachite was detected - organic layer – varnish' Cross-section 2 (green of the grass) 'a layer of heterogenous, strongly sized chalk ground - a layer of orange colour – earth pigments, chalk binder, inclusions of bone black - malachite - organic outer layer' Cross-section 3 (green colour from Archangel Gabriel's robe) - no sample
28	Prophet Elijah MNK XVIII-112 (Cat. 42)	Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - small Reinforcing cloth: - not occurring	Ground layer: - chalk - 300 coccoliths (stage: <i>L. maastrichtensis</i>) XRPD: - not tested SEM EDS: - chalk with inclusions of silicon and iron pigment Number of layers: - multi-layered ground layer, min. 3-4 homogenous layers of significant thickness and porosity with sparse contamination of orange and black colours.	Engraving: - no visible carving Drawing/underpainting: - clearly visible preparatory drawing made with a thick brush in glazing to mark the outline of the composition and with a fine rounded brush to highlight the details. Changes in the composition: - numerous, particularly visible in the figure of St Elijah (changes in robe flow and form construction) Characteristic features: - precision in the execution of the preparatory drawing (composition details) - none or invisible engraving - no changes in the area of complexions	Cross-section 1 (green background) 'layer of chalk ground with the addition of silicon - in the green-yellow layer, were detected: chalk, orpiment, possibly ultramarine, and traces of earth pigment - organic outer layer' Cross-section 2 (azure from the bottom of St Elijah's robe) 'chalk ground layer with admixtures of earth pigment of orange colour - in the next two layers in dark blue and light blue, only lead white was detected. The presence of inorganic blue pigments was not confirmed - organic outer layer' Cross-section 3 (complexion) 'chalk ground layer - in the following layer, lead white and earth pigments were detected - next is a layer of lead white with admixtures of minium - organic outer layer'

XRF – macroscan	µRaman	XRPD	XRF – punctual	Pigments identification							Summary
				smalt	ultramarine	blue copper pigments	organic pigment/ indigo	green copper pigments	orpiment	tin-lead yellow	
<p>Complexions: - copper and iron pigment or pigments, lead white, vermilion (also lips and ears [lights]), umber Blue parts: - copper pigment or pigments Green parts: - copper pigment or pigments Metallic leaf: - gold Characteristic features: - in the cream background appears a characteristic addition of orpiment. In the examined material, analogical backgrounds appear in icons MNK XVIII-25 and MNK XVIII-57. Fragments of the red framing were made with iron pigment, while vermilion only occurs in the inscriptions, nimbus rims, complexions, and the Archangel Gabriel's pink robe. A small addition of this pigment may be observed also as a component of the mixture in the area of the hair, wings, and green. Mostly, the copper pigments are not accompanied by lead white</p>	Not tested	Not tested	Not tested			X azurite		X malachite	X		<p>The icon written in a light, pictorial manner, glazed at places. Round and oval punches stricken at various depth. Disparities between the preparation drawing and final painting demonstrate the free approach of the author towards the biding pattern. The icon was painted based on the full palette of colours, including green and blue copper pigments, such as azurite and malachite, iron pigments, lead white, vermilion, umber, earth pigments, and bone black. In the above listing, copper pigments were not modified with the lead white. The presence of orpiment visible in the background is typical of certain groups of examined paintings.</p>
<p>Complexions: - iron pigments, lead white, umber Blue parts: - lead white Green parts: - orpiment Metallic leaf: - silver Characteristic features: - in the icon, the limited palette of pigments applied in the complexions draws our attention, while in the green tints, a significant addition of orpiment is visible. The Archangels' red robes, framing, and the rim of St Elijah's nimbus were painted with minium. In the areas of dark-brown underpainting, iron pigments were applied, including umber and copper pigment in the black parts (also in the contours).</p>	Not tested	Not tested	Not tested	X (?)			X (?)		X		<p>The icon was painted in an opaque manner (especially in the lights and complexions), at places glazed in a limited colour palette: azure, green, light and dark brown and white tints. The colours were obtained with the application of: copper and iron pigments, lead white, umber, orpiment, minium, earth pigments, and possibly ultramarine (?). The carving is invisible, but not necessarily non-existent. The preparatory drawing is clearly apparent instead and was made with various brushes, in an opaque and glazing manner.</p>

No.	Object	Support - dendrology - dendrochronology Size of the support, reinforcing cloth	Ground layer - type - analysis of the concentration of calcareous nannoplankton - XRPD - SEM EDS - number of layers	Preparatory layer: - engraving, - drawing/underpainting, - changes in composition, - characteristic features	Paint layer Identification of the pigments/leaf
29	Hodegetria Surrounded by Archangels, Prophets, Joachim and Ann and Hymnographers MNK XVIII-123 (Cat. 18)	Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - large Reinforcing cloth: - reinforcing linen in the form of diversified strips only on the vertical connection of the panels. Made of carelessly glued scraps.	Ground layer: - chalk - 300 coccoliths (stage: <i>L. quadratus</i>) XRPD: - not tested SEM EDS: - chalk with the addition of silicon Number of layers: - multi-layered ground layer, min. 9 thin layers of ground of similar thickness	Engraving: - not very visible, appearing solely in Mary's nimbus Drawing/underpainting: - composition drawing invisible. In cross-section 1, the presence of a thin layer of black colour is apparent, which could indicate black underpainting; however, additional examination is needed to confirm this assumption. Changes in the composition: - not tested Characteristic features: - not tested	Cross-section 1 (azure from Mary's veil) ' multi-layered chalk ground layer with an addition of silicon - thin layer of black colour – carbon? - layer of white colour with admixtures of blue colour – lead white was detected but no inorganic blue pigment - organic outer layer' Cross-section 2' (green colour from the background of the prophets' figures) ' in the green paint layer was detected malachite with admixtures of earth pigment, orpiment and lead white. Possibly, lead white as an independent thin layer. - a thick layer of varnish (?) - in the outer layer, organic compounds and earth pigment were detected' Cross-section 3 and 3' (azure from the robe of a figure in the left row, third from the top) ' in the layer of light blue, lead white with admixtures of vermilion and earth pigments were detected. The presence of inorganic blue pigments was not confirmed. In turn, in sample no. 3', in area 2–6, blue copper pigment was detected'
30	It Is Truly Meet (tetraptych) MNK XVIII-130 (Cat. 24)	Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - small Reinforcing cloth: - not occurring	Ground layer: - chalk - backside: chalk – 300 coccoliths (no stage determination) face: chalk – 38 coccoliths (no stage determination) XRPD: - face: calcite with admixtures SEM EDS: - chalk Number of layers: - min. 1 layer of homogenous ground	Engraving: - invisible Drawing/underpainting: - invisible Changes in the composition: - not tested Characteristic features: - not tested	Cross-section 1 (130d – border of Mary's robe) ' chalk ground layer - in the blue layer, lead white and inclusions of ultramarine were detected. Organic blue pigment also appears to be present. - in a thick outer layer, organic compounds and possibly inclusions of minium were detected' Cross-section 2 (130b – azure from mandorla) ' in the deepest layer were detected: lead white, earth pigment and inclusions of bone black - layer of lead white - a thick outer layer – organic compounds' Cross-section 4 (130d – brown colour from Mary's mantle) ' on a thick organic layer, there is a layer of red bole (iron earth pigment), residues of gold leaf - in the layer of red colour vermilion was also detected. In a few spots, the presence of gypsum was confirmed'

XRF – macroscan	μRaman	XRPD	XRF – punctual	Pigments identification						Summary		
				smalt	ultramarine	blue copper pigments	organic pigment/ indigo	green copper pigments	orpiment	tin-lead yellow		
<p>Complexions: - iron pigments, lead white, vermilion (also lips) Blue parts: - lead white, copper pigment or pigments Green parts: - orpiment, copper pigment or pigments Metallic leaf: - silver Characteristic features: - light red areas, also those invisible in VIS light (inscriptions) and robes were painted with vermilion. This pigment was also used in the mixtures used for the complexions and Mary's and Christ's mantles.</p>	Not tested	Not tested	<p>The testing confirmed the presence of 'vermilion – Hg, copper pigment or pigments – Cu (61.3 ± 0.3%) with lead white – Pb (19.0 ± 0.3%), lead white – Pb (12.4 ± 0.6%) with iron pigments – Fe (30.2 ± 0.6%), copper Cu (7.0 ± 0.3%)'. The testing did not confirm the presence of silver leaf.</p>			X		X (?)	X	malachite	X	<p>This icon is badly damaged, with several lacunas, grime and a darkened layer of olifa (?), which hinder the interpretation of the author's technique. The preserved part of the painting isn't sufficient to unequivocally define the preparatory drawing. The paint layer was obtained based on the following pigments: iron pigments, lead white, vermilion, malachite, earth pigments, orpiment, blue and green copper pigments. The icon contains silver leaf.</p>
<p>Complexions: - iron pigments, lead white, vermilion Blue parts: - lead white Green parts: - difficult to define Metallic leaf: - gold Characteristic features: - vermilion is visible in the complexions, framing, red backgrounds and robes, and as an addition in the brown and ochre parts. The occurrence of green and blue copper pigments is hard to define due to significant optical changes resulting from a thick and darkened varnish on the paint layer. Possibly, these are parts of black or azure (?). Iron pigment or pigments is/are present on the kleima, with the addition of umber and possibly black.</p>	Not tested	Not tested	Not tested		X		X (?)				X	<p>This icon of a small size is schematically painted in a colour palette hardly defined due to a thick layer of yellowish varnish. According to the description of cross-section 1, in the blue parts were detected inclusions of ultramarine. The differentiation between green and blue pigments is not evident, thus the interpretation is nonconclusive. For this reason, the analysis was based only on the interpretation of the SEM testing. The painting was made with the use of the following pigments: iron pigment or pigments, lead white, vermilion, umber, ultramarine, minium (?), earth pigment or pigments, and bone black. Gilt was made with gold leaf on the red bole.</p>

No.	Object	Support - dendrochronology Size of the support, reinforcing cloth	Ground layer - type - analysis of the concentration of calcareous nannoplankton - XRPD - SEM EDS - number of layers	Preparatory layer: - engraving, - drawing/underpainting, - changes in composition, - characteristic features	Paint layer Identification of the pigments/leaf SEM EDS
31	Ascension MNK XVIII-183 (Cat. 35)	Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - small Reinforcing cloth: - not occurring	Ground layer: - gypsum - coccoliths (2) XRPD: - anhydrite with admixtures SEM EDS: - gypsum with a large quantity of strontium Number of layers: - min. 1 layer of ground	Engraving: - deep, with visible details in the figure of Christ while in the other parts of the icon, the carving is general, only outlining the composition. In the lower part of the icon, below the mandorla, the engravings are not very visible, the nimboes are geometrical Drawing/underpainting: - precise composition drawing made with a brush and analogical to the contouring in the paint layer Changes in the composition: - sparse, in one of the figures, composition shifting is perceptible (thicker and more homogenous lines are visible) Characteristic features: - thick carvings in the upper part of the icon (Christ's figure) - precision of the pictorial underpainting - correspondence of the paint layer to the composition drawing	Cross-section 1 (dark azure from the mandorla) ‘- gypsum ground layer. At points, also a large amount of strontium was detected (characteristic of the deposit?) - in the dark outer layer occur inorganic compounds and inclusions of earth pigments and lead white’ Cross-section 2 (Mary's blue robe [lights]) ‘- gypsum ground layer - layer of light blue colour – lead white with admixtures of vermilion and residue of orpiment were detected. Inorganic blue pigment was not detected’ Cross-section 3 (azure from mandorla, outer circle) - gypsum ground layer. At points, a large amount of strontium was also detected (characteristic of the deposit?) - yellow layer of underpainting – earth pigment - thicker, dark layer of underpainting or sizing - layer of light blue colour – lead white was detected. Inorganic blue pigment was not confirmed. - in the outer layer, organic compounds and orpiment were detected’
32	Nativity MNK XVIII-186 (Cat. 29)	Drewno: - lipowe (<i>Tilia</i>) Rozmiar podobrazia: - średni Tkanina wzmacniająca: - nie występuje	Ground layer: - chalk - 300 coccoliths (stage: <i>L. maastrichtiensis</i>) XRPD: - not tested SEM EDS: - chalk with the addition of silicon Number of layers: - min. 1 layer of sized ground of significant thickness with visible air bubbles.	Engraving: - only visible in the nimboes as a geometrical, very shallow engraving in the shape of a regular circle Drawing/underpainting: - preliminary composition invisible Changes in the composition: - not tested Characteristic features: - not tested	Cross-section 1 (fragment of azure from the bottom part of the painting) ‘- Ground layer chalk with the addition of silicon - layer of orange-yellow colour, detected was: lead white, earth pigments and inclusions of bone black - next is a layer of black, probably carbon - on the layer of blue colour was detected lead white. Inorganic blue pigment was not detected. - outer layer of varnish’ Cross-section 2 (fragment of the green background) ‘- chalk ground layer with the addition of silicon - layer of lead white with admixtures of copper pigment and bone black’ Cross-section 3 (fragment of dark green background, sheep) ‘- chalk ground layer with the addition of silicon - layer of green colour – green copper pigment, orpiment and bone black were detected - dark layer of underpainting or sizing, organic compounds or carbon - layer of lead white - in the outer layer occur organic compounds, also was detected zinc’

XRF – macroscan	µRaman	XRPD	XRF – punctual	Pigments identification							Summary
				smalt	ultramarine	blue copper pigments	organic pigment/indigo	green copper pigments	orpiment	tin-lead yellow	
<p>Complexions: - iron pigments, lead white, vermilion (only lips)</p> <p>Blue parts: - locally orpiment</p> <p>Green parts: - not detected</p> <p>Metallic leaf: - not detected</p> <p>Characteristic features: - in Mary's brown mantle, bone black occurs, while vermilion may be perceived only in the parts of vivid-red robes, fragments of mandorla, and figures' lips.</p>	Not tested	Not tested	Not tested				X				<p>This icon is considerably damaged, but made in a pictorial manner, with a rich and subtle colour palette, 'impressionist', with glazed silver leaf in the background, on the mandorla and on Christ's robe, laid on the yellow bole (sample no. 3). Silver leaf also occurs in the assists, the binder, however, was not examined. Christ's robe was meticulously engraved. In many spots, the paint is covered with a thick layer of varnish, which hinders a determination of the original colouring. The icon was made with the application of the following pigments: iron pigments, lead white, vermilion, earth pigments, and orpiment.</p>
<p>Complexions: - copper and iron pigment or pigments</p> <p>Blue parts: - not identified</p> <p>Green parts: - copper pigment or pigments</p> <p>Metallic leaf: - silver</p> <p>Characteristic features: - the circles of the nimbuses and areas of red were made with the use of vermilion, with the exception of the framing, presumably painted with minium.</p> <p>Copper pigments are visible in the green tints of the background and light brown tints. Orpiment was identified, only in an insignificant amount.</p> <p>- no mapping for lead white</p>	Not tested	Not tested	Not tested				X (?)	X	X		<p>This icon was executed very skilfully, with ease, in an opaque manner. On the yellow bole was laid glazed silver leaf. The painting was made with the use of the following pigments: copper and iron pigments, lead white (?) (no mapping), earth pigments, bone black, carbon black (?), and orpiment. Selected ornaments were made with orpiment mixed with lead white (?), while the black contour in places resembles a secondary paint layer, different from the original brown underline.</p>

No.	Object	Support - dendrology - dendrochronology Size of the support, reinforcing cloth	Ground layer - type - analysis of the concentration of calcareous nannoplankton - XRPD - SEM EDS - number of layers	Preparatory layer: - engraving, - drawing/underpainting, - changes in composition, - characteristic features	Paint layer Identification of the pigments/leaf SEM EDS
33	St Nicholas with Scenes from His Life and Miracles MNK XVIII-192 (Cat. 46)	Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - large strengthening cloth: - Strengthening linen covers the entire support in two gores. Horizontal connection appears approximately 1/3rd of the height from the top of the icon. Strengthening linen was glued meticulously, as indicated by the regular pattern of the warp and weft. Analogical manner of support preparation is visible in the icons MNK XVIII-57, XVIII-25, XVIII-402, XVIII-3, XVIII-111	Ground: - chalk - 300 coccoliths (stage: <i>L. maastrichtensis</i>) XRPD: - calcite and quartz SEM EDS: - chalk with addition of silicon Number of layers: - min. 3 layers of ground of significant thickness, glued under the painting layer.	Engraving: - general engraving of figures with nimbus (however without details) visible around the entire figure of St Nicholas. Drawing/underpainting: - the highly visible composition was precisely painted. In the manner of execution, it may be observed an analogy to the contouring apparent in the painting layer. Changes in the composition: - numerous, visible in the folds of the robes by St Nicholas's feet, in the mantle's hem, in the architecture and side scenes. Characteristic features: - highly visible underpainting - Drawing/underpainting made with brush and black pigment (carbon?)	Cross cut 1 (azure of the grotto – scene 1 on the right in the lower raw) ‘chalk ground with addition of silicon - layer of sizing - next is a layer of lead white with inclusions of blue copper pigment - sizing or varnish - in the outer layer was detected earth pigment and gypsum’ Cross cut 2 (green of the robe of the figure – scene 2 on the left in the lower raw) ‘on the chalk ground is laid a layer of black colour, probably carbon - in the next layer was detected azurite with inclusions of orpiment - organic outer layer’ Cross cut 3 (green cross from St Nicholas's mantle) ‘chalk ground with addition of silicon - layer of lead white - in the next layer was detected azurite with inclusions of orpiment and traces of earth pigment’
34	Nativity MNK XVIII-245 (Cat. 30)	Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - small strengthening cloth: - Strengthening linen was glued onto the vertical connection of the panels, in the shape of a band made of carelessly glued pieces of cloth of various sizes. The manner of execution is similar to the icon MNK XVIII-32	Ground: - chalk - 300 coccoliths (stage: <i>L. levis</i>) XRPD: - not tested SEM EDS: - chalk Number of layers: - min. 2 layers of ground	Engraving: - only visible is a fine engraving on the nimbus of Mary Drawing/underpainting: - composition made with brushes of various sizes, in a general manner, corrected and detailed in a few spots Changes in the composition: - sparse Characteristic features: - the great manual dexterity of the author is visible - decisive strokes of the brush showing the direction, intensity and way of conducting lines	Cross cut 1 (azure in the spot of the light – archangel on the left side of the icon) - no sample Cross cut 2 (green of the background – right lower part of the painting) ‘chalk ground - thick sizing - layer of orange colour in which were detected earth pigments and orpiment, is mixed with the layer of green – malachite. Also, inclusions of bone black were detected.’ Cross cut 3' (archangel on the left side of the icon, dark azure) - chalk ground - in the layer of blue colour no inorganic pigment was detected, only lead white and silicon - in the next layer, chalk and admixture of copper pigment were detected - in the outer layer, lead white was detected

XRF – macroscan	µRaman	XRPD	XRF – punctual	Pigments identification						Summary	
				smalt	ultramarine	blue copper pigments	organic pigment/ indigo	green copper pigments	orpiment	tin-lead yellow	
<p>Complexions: - pigment or pigments of copper, iron, lead white, vermilion (also lips) Blue parts: - pigment or pigments of copper, lead white Green parts: - pigment or pigments of copper, orpiment Metallic leaf: - gold in St Nicholas's nimbus, dvoynik in the nimbuses of the side scenes Characteristic features: - in the orange background was applied minium with lead white, and for the cream background – orpiment, which also appears in the mixtures of green and azure. Among the copper pigments was also observed the occurrence of zinc.</p>	Not tested	<p>Not tested</p> <p>Powder sample 1: 'The main component of the tested sample is malachite. In the sample also occurs vermilion. [...] and [also] sparse diffraction maxims of small intensity coming from admixtures' Powder sample 2: 'indicates that the main component identified in this sample is azurite. Also, calcite and a small amount of hydrocerussite were identified'</p>	Not tested	X azurite	X malachite	X	<p>The icon was expertly painted with elaborate detail. Even though the layer of darkened varnish hinders proper evaluation of the original colours, its rich palette of colours is still apparent. In the main scene, St Nicholas's figure was made with great attention to detail. In the side scenes, much more freedom is observed, revealing the artist's technique. What draws attention in two side scenes (the upper one, first on the right, and the lower one, first on the left) is the red contouring of the nose and ear, so characteristic of a certain group of icons. The clearly visible preparatory drawing reveals numerous shifts in the composition. The nimbuses were made with the use of gold and gold-silver leaf (dvoynik). The paint palette was elaborated based on the following pigments: green and blue copper pigment, including malachite and azurite, iron pigments, lead white, vermilion, minium, orpiment, earth pigment, carbon.</p>				
<p>Complexions: - pigment or pigments of copper, iron, lead white, vermilion (also lips) Blue parts: - lead white Green parts: - copper pigment or pigments, iron pigments, umber Metal leaf: - silver Characteristic features: - copper pigment or pigments were used to make the whole green background. White lead occurs in the mixture with other pigments in blue, yellow and pink coloured areas and in certain ornaments (together with orpiment), while independently, only in the spots of lights and 'white' animal figures. In the area of copper pigment, the presence of zinc was also observed.</p>	Not tested	<p>Not tested</p>	Not tested	X	X (?)	X malachite	X	<p>The painting was executed very skilfully in a rich range of colour of green, pink, yellow, azure, and red tints, with the use of the following pigments: green copper pigments, malachite, blue copper pigments (?), iron pigments, lead white, vermilion, orpiment, bone black and possibly indigo (?), the presence of which is to be confirmed. In the backgrounds and for the nimbuses, glazed silver leaf was used. The complexions were made in a skilful, pictorial manner. On the green background's surface are visible inclusions of various pigments, including orpiment. The azure and red parts were made smoothly and were also glazed. Ornaments on Mary's red mantle were made in orpiment and lead white (?).</p>			

No.	Object	Support - dendrology - dendrochronology Size of the support, reinforcing cloth	Ground layer - type - analysis of the concentration of calcareous nannoplankton - XRPD - SEM EDS - number of layers	Preparatory layer: - engraving, - drawing/underpainting, - changes in composition, - characteristic features	Paint layer Identification of the pigments/leaf SEM EDS
35	Mother of God with Immanuel (fragment) MNK XVIII-337 (Cat. 22)	Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - medium/ fragment Strengthening cloth: - not occurring	Ground: - chalk - 300 coccoliths (stage: <i>L. maastrichtensis</i>) XRPD: - not tested SEM EDS: - chalk Number of layers: - min. 1 layer of strongly glued homogenous ground	Engraving: - engraving visible only on the nimbuses of the Mary and the Child Drawing/underpainting: - invisible. In a few spots a painting is visible suggesting a preparatory drawing made with rounded brushes of various sizes by wash and cross-hatch. Changes in the composition: - not tested Characteristic features: - not tested	Cross cut 1 (green/black/azure of the frame) ‘chalk ground. In the ground, metallic silver was also detected - on the yellow underpainting (yellow earth pigment) appears silver leaf - malachite with inclusions of tin-lead yellow - layer of varnish or similar’ Cross cut 2 (Christ’s infant shirt) ‘chalk ground - layer of azurite with inclusions of vermilion and bone black - organic outer layer’ Cross cut 3 (Mary’s veil) - no sample
36	Crucifixion MNK XVIII-346 (Cat. 32)	Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - large strengthening cloth: - not occurring	Ground: - gypsum - no coccoliths (0) XRPD: - gypsum SEM EDS: - gypsum Number of layers: - multi-layered ground, min. 4 layers of homogenous, smooth ground, including 1 with numerous air bubbles strongly glued directly under the paint coat	Engraving: - all engravings made with details. Engraving of the figure of the crucified Christ is very clear, medium size; carvings in medallions are fine and uneven Drawing/underpainting: - invisible Changes in the composition: - numerous, in the main and lateral scenes. Paint layer is strongly shifted in relation to the original carving Characteristic features: - instead of the drawing only a very precise engraving of the composition is visible - numerous changes and shifts of the composition of the engraving and paint coat	Cross cut 1 (green of St Matthew’s robe) ‘gypsum ground - thick layer of bole – iron red was detected - golden leaf with trace of silver - azurite’ Cross cut 2 (green from the lower part of the background in the right medallion) ‘gypsum ground - layer of bole (partly vanishing), iron red detected - golden leaf with trace of silver - layer of orpiment with a small amount of lead white - layer of lead white with inclusions of bone black; possible presence of smalt Cross cut 3 (azure of the sculptured ornament) ‘gypsum ground with inclusions of earth pigment. Also, phosphorus (bone black?) was detected - in the outer layer, smalt was detected’

XRF – macroscan	µRaman	XRPD	XRF – punctual	Pigments identification							Summary
				smalt	ultramarine	blue copper pigments	organic pigment/ indigo	green copper pigments	orpiment	tin-lead yellow	
<p>Complexions: - lead white, vermilion (also lips), iron pigments Blue/green parts – difficulties in defining the tints due to colour changes in the icon: vegetal ornament visible as black and the Child's dress: - copper pigment or pigments Metal leaf: - frame: silver - main scene: gold Characteristic features: - lead white was applied mainly to complexions, inscriptions on the black background, and lights on the Child's dress. Cinnabar in turn, was applied to the red framing, the Child's dress, and Mary's mantle (here, combined with umber and iron pigment)</p>	<p>Cross cut 1 'In the obtained spectra of the sample of MNK XVIII-337, was found a spectral trace of malachite, [...]'. The presence of tin-lead yellow was not confirmed'</p>	Not tested	Not tested								<p>Only a fragment of this icon is preserved (just its right part). In addition, the painting layer was substantially changed in terms of colour, in particular in regard to the azure and green now resembling black and green. The painting was made in a full colour range with a limited pigment palette: lead white, vermilion, iron pigments, umber, bone black, green and blue copper pigments (including azurite, malachite), tin-lead yellow (?). According to cross-section 1, the silvering glazed to gold on the framing was laid on yellow bole clay and the spaces between the vegetal ornament were filled with a mixture of malachite and tin-lead yellow (?) and others. The nimbuses from the main scene are gilt, such as the assists on the Child's robe. Characteristic of the icon is the manner of completing details, visible, e.g., in the effect of the complexions.</p>
<p>Elemental interpretation of the object is incomplete due to the limited measurements (XRF mapping was performed on a fragment) Complexions: - vermilion, lead white, iron pigments Blue parts: - within the scan – none Green parts: - copper pigment or pigments, orpiment Metal leaf: - gold Characteristic features: - Perizonium of Christ was shaded with copper pigment or pigments. In the lower part, at the base of the cross, on the green area is visible an addition of orpiment.</p>	Not tested	Not tested	Presence of gold leaf confirmed at the testing 'Au (48.9 ± 0.5%)'	X		azurite		X		X	<p>This icon was made in a limited colour palette, with the dominance of brown, green, and gold tint balanced with the cool complexion of Christ's body. This effect was obtained with the use of the following pigments: iron pigments, lead white, vermilion, copper pigment or pigments, azurite, orpiment, iron red, bone black, smalt. Gold leaf (with residues of silver) were laid on the red bole. Characteristic of the icon are the precise carvings and the painting layer shifted in relation to the engraved composition. Visible on the photographs are: the way in which the complexion was made, as well as the red and green of the copper pigment.</p>
								X		malachite	X (?)

No.	Object	Support - dendrology Size of the support, reinforcing cloth	Ground layer - type - analysis of the concentration of calcareous nannoplankton - XRPD - SEM EDS - number of layers	Preparatory layer: - engraving, - drawing/underpainting, - changes in composition, - characteristic features	Paint layer Identification of the pigments/leaf SEM EDS
37	Mourning MNK XVIII-366 ¹ *	Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - small strengthening cloth: - not occurring	Ground: - chalk - 159 coccoliths (stage: <i>L. maastrichtensis</i>) XRPD: - calcite with admixtures SEM EDS: - chalk Number of layers: - multi-layered ground, min. 3 layers of strongly glued ground. In the last coat are visible admixtures and air bubbles	Engraving: - engraving is very apparent and marks the general shape if the composition, including the settings of the robes Drawing/underpainting: - Preparatory drawing made with a brush, complying with the final version of the painting Changes in the composition: - numerous, the composition in many spots diverges from the engravings and is corrected by brush underpainting. Possibly that was the manner to adapt the given pattern to the dimensions of the support Characteristic features: - work done in stages - liberal approach towards the original sketch - numerous changes in the composition	Cross cut 1 (green background on the right side of the painting at the base of the building) 'multi-layered, glued chalk ground - in the outer, dark layer was detected: gypsum, small amounts of earth pigments and carbon' Cross cut 2 (pin, right side of the painting) 'chalk ground - in the orange layer, lead white and vermilion were detected - in the dark outer layer, a significant amount of iron (earth pigment, black?) was detected' Cross cut 3 (black, window on the left side of the painting) 'multi-layered chalk ground - layer of lead white - in the outer layer occur organic compounds'
38	Holy Conversation (Iac. <i>Sacra conversatio</i>) MNK XVIII-396 (Cat. 20)	Wood: - poplar (<i>Populus</i>) Size of the support: - small strengthening cloth: - not occurring	Ground: - gypsum - no coccoliths (0) XRPD: - gypsum SEM EDS: - gypsum Number of layers: - min. 1 (the sample was strongly dissected at extracting)	Engraving: - invisible Drawing/underpainting: - Preparatory drawing precisely made in even line and graphic character, without details, with the use of a thin brush Changes in the composition: - sparse, only apparent on the figures' faces (shifts of St Catherine's eyes, Mary's lips, St Roche's eyes and beard and the Child's eyes and lips) Characteristic features: - clear lack of carvings - general drawing made with a thin brush - graphic character of the drawing	Cross cut 2 (St Roche's sleeve – azure with gold) 'on the organic layer (varnish, dirt?) is a thick layer of azurite with inclusions of lead white and vermilion' Cross cut 2' (St Roche's sleeve – azure with gold) 'gypsum ground - orange layer of bole (iron pigment), overlaid with golden leaf. In another piece of this sample, azurite with inclusions of iron pigment was detected' Cross cut 4 (green of Mary's mantle) - layer of strongly glued gypsum ground - layer of black – large content of carbon, small amount of bone black - in the green layer, green copper pigment, lead white, and inclusions of orpiment were detected - outer organic layer'

1 This icon was not included in the Catalogue in Volume I of the publication. The testing of this icon was only partly conducted because of the recognition during the work on the project that the icon is an artefact from the 17th c. The results are included here for comparison purposes.

* „(*)” indicates the need for further research to narrow down the result; assignment to the given colour group is only a generalisation referring to the visual impression. This manner of description does not exclude the appearance of green colour surface based on the mixture of blue and yellow pigments.

XRF – macroscan	µRaman	XRPD	XRF – punctual	Pigments identification							Summary
				smalt	ultramarine	blue copper pigments	organic pigment/ indigo	green copper pigments	orpiment	tin-lead yellow	
<p>Complexions: - lead white, addition of umber, iron pigments, orpiment Blue parts: - copper pigment or pigments, lead white Grey-blue: - smalt Green parts: - only visible chalk ground Metal leaf: - gold Characteristic features: - mapping of distribution of calcium, lead and mercury show the usage of white ground in the painting. Presence of lead white is only visible in the fragments of architecture, perizonium, inscription, robes and lights. Red was made with vermilion.</p>	Not tested	Not tested	Not tested	X	X				X	X	<p>This icon is made in a colour palette based on: copper and iron pigment or pigments, lead white, orpiment, smalt, earth pigments, and vermilion. Originally, before priming, the panel was set in a frame, indicated by the fact that the edges are lifted above the layer of the central surface, and fragments of the wooden support lack a layer of ground. The composition was prepared in stages, and the final paint layer is shifted in relation to the engraving of the original composition. The background is covered with gold leaf laid on red bole. The painting of the complexions consists of a layer of a thin ochre underpainting, light-pink and white lights, and a black contour.</p>
<p>Complexions: - lead white, vermilion (also lips), iron pigments Blue parts: - copper pigment or pigments Green parts: - copper pigment or pigments Metal leaf: - gold Characteristic features: - dominant in the icon are iron and copper pigments (dress, mantle lining, gems in St Catherine's crown, ornaments on the Child's belt and Mary's veil or the lining of St Roche's mantle and the hem by his neck). To execute the complexions, pigments analogical to icon MNK XVIII-366 were applied, only enriched with orpiment. Cinnabar occurs with the addition of bone black (Mary's and St Catherine's mantles) and independently (fragments of the cross's nimbus and Mary's initials on the left side of her head). Glazes visible in the shades of the hair were made with umber</p>	Not tested	Not tested	<p>Presence of gold leaf confirmed in the testing: point 1: ¹⁹⁷Au (63.7 ± 0.9%), point 2: ¹⁹⁷Au (62.1 ± 0.9%)</p>	X	X azurite			X	X	X	<p>The colours of this icon are fragmentarily altered, which hinders a proper evaluation of the original colouring. The painting is skilfully accomplished, in a rich colour palette obtained from: lead white, vermilion, iron pigments, azurite, green copper pigments, orpiment, bone black and possibly carbon black (?). In the background (on orange bole clay) and in the assists is laid gold leaf. The preparatory drawing was applied with a fine brush. St Catherine's crown was decorated with precious gems painted with copper pigments and red organic pigment. The green hem of Mary's veil was obtained with the use of copper pigment or pigments. The complexions were carefully painted (with lead white with vermilion and ochre in the lights), as well as lips (upper lip with vermilion, lower lip with lead white with a small admixture of vermilion) on an ochre ground.</p>

No.	Object	Support - dendrology - dendrochronology Size of the support, reinforcing cloth	Ground layer - type - analysis of the concentration of calcareous nannoplankton - XRPD - SEM EDS - number of layers	Preparatory layer: - engraving, - drawing/underpainting, - changes in composition, - characteristic features	Paint layer Identification of the pigments/leaf SEM EDS
39	Christ Pantocrator MNK XVIII-402 (Cat. 5)	Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - large strengthening cloth: - Strengthening linen occurs across the whole support. Disturbances in the signal make it impossible to precisely determine the size of the cloth.	Ground: - chalk - 300 coccoliths (stage: <i>L. maastrichtensis</i>) XRPD: - not tested SEM EDS: - chalk Number of layers: - multi-layered, min. 5 layers of ground	Engraving: - engraving in the background is deep and highly visible, on the remaining part of the painting non-apparent Drawing/underpainting: - Preparatory drawing made with a thin brush Changes in the composition: - numerous, in the area of Christ's blue mantle (change of shape and folds) Characteristic features: - change in the composition of the robe	Cross cut 1 (contour of the right sleeve of Christ's blue robe) 'in the layer of ground, chalk and silicon were detected - on the red layer of bole, silver and gold leaf were detected - in the layer of blue, lead white, chalk, a large amount of silicon, and a small amount of iron and cobalt (possibly smalt) were detected' Cross cut 2 (complexion – right hand) 'multi-layered chalk ground - next is a layer of red colour – minium with lead white, inclusions of orpiment, vermilion and earth pigment' Cross cut 3 (green glaze from the hem by the neck) 'layer of strongly glued chalk ground - in the layer of brown, organic compounds, traces of copper, and a layer of silver and gold leaf were detected'
40	Mandylion – Image of Christ on the Veil, Icon 'Not Made by Hands' (gr. Acheiropoietos) with Archangels Gabriel and Michael MNK XVIII-452 (Cat. 3)	Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - medium strengthening cloth: - not occurring	Ground: - chalk - 300 coccoliths (stage: <i>L. maastrichtensis</i>) XRPD: - not tested SEM EDS: - chalk Number of layers: - 3 layers of ground – the first one is half as thick as the others	Engraving: - engraving only visible in the spots dividing the painting fragments from the gilding. In the nimbus, medium-depth punches were made with a round tool, perpendicularly, sometimes askew to the surface Drawing/underpainting: - composition made in sketch and glaze with a soft brush of medium size Changes in the composition: - numerous, visible in the drapes, archangels' robes and Christ's hair on the right of the painting on the bottom Characteristic features: - light and sketch-like preparatory drawing	Cross cut 2 (Archangel Gabriel's azure robe) 'in the layer of ground was detected chalk and silicon - outer layer is made of azurite with inclusions of iron pigment' Cross cut 4 (black of the background under the inscription at the bottom of the icon) 'in the layer of ground, chalk and silicon were detected - next is a layer of green in which lead white and earth pigment were detected - outer layer – organic compounds' Cross cut 6 (gold leaf by the inscription with letters) 'layer of chalk ground - thin layer of yellow underpainting – earth pigment - layer of leaf – detected silver and gold'

XRF – macroscan	μRaman	XRPD	XRF – punctual	Pigments identification							Summary
				smalt	ultramarine	blue copper pigments	organic pigment/ indigo	green copper pigments	orpiment	tin-lead yellow	
<p>Complexions: - orpiment, vermilion, lead white, iron pigments Blue parts: - lead white, smalt Green parts: - copper pigment or pigments Metal leaves: - silver, gold (dvojník?) Characteristic features: - none</p>	Not tested	Not tested	Not tested	X				X	X		<p>This icon's original paint layer is very poorly preserved after several historical conservatory modifications and overpaintings. It was painted in a limited colour palette with the use of the following pigments: orpiment, vermilion, lead white, iron pigments, smalt, minium, copper pigment or pigments. In the background, deep carvings are visible, as well as ornament made on a red bole with the use of silver and gold leaf – dvojník. In places, a glazing made of copper pigment and organic red was applied. The complexions were painted using orpiment, vermilion, lead white, iron pigment, and minium. Numerous overpaintings are apparent (such as the red clasp of the book overpainted in brown) and mergers of the original and secondary layers of paint, on a black contour). Christ's mantle was probably originally made with smalt, as indicated by the slightly grey colour in photographs.</p>
<p>Complexions: - lead white, copper pigment or pigments, iron pigments, vermilion (also lips), umber Blue parts: - umber, copper pigment or pigments, iron pigments, lead white Green parts: - areas unidentified Metal leaf: - gold, silver – dvojník Characteristic features: - all red areas were made with vermilion. In the complexions' underpainting and blue parts, a significant amount of iron pigment is visible. In the area of copper pigments, the occurrence of zinc other than in the gaps was observed, where zinc derives from fillings of colour made during conservation works</p>	Not tested	Powder sample 'Analysis [...] demonstrates that the main component identified in the tested sample is azurite. In the tested sample also appears admixture of litharge'	Not tested		X azurite			X			<p>This icon's painting is smooth, opaque, and made in a limited colour palette, with the use of the following pigments: lead white, azurite, copper pigment or pigments, iron pigments, vermilion, umber, earth pigments, litharge. In the background, polished and matte gold-silver leaf (dvojník) was laid on yellow bole. The carvings in the nimbus are of medium thickness. The Archangels' complexions were painted sketch-like, unlike Christ's face on which inclusions of green copper pigment are visible. In the dark (black) parts, a modified azurite colour and iron pigments are noticeable.</p>

No.	Object	Support - dendrology - dendrochronology Size of the support, reinforcing cloth	Ground layer - type - analysis of the concentration of calcareous nannoplankton - XRPD - SEM EDS - number of layers	Preparatory layer: - engraving, - drawing/underpainting, - changes in composition, - characteristic features	Paint layer Identification of the pigments/leaf SEM EDS
41	Evangelists St John and St Luke (from the Royal Doors of the iconostasis) MNK XVIII-533 (Cat. 12)	Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - large strengthening cloth: - Strengthening linen visible in the icon as a vertical strip on the connection point of the panels and fragmentarily on the kovcheg (recess or ark). One may presume that it was applied in various areas and sizes or underneath the whole board (?)	Ground: - gypsum-chalk - 146 coccoliths (stage: <i>L. maastrichtensis</i>) XRPD: - anhydrite with gypsum SEM EDS: - sample 1,2b, 5 – gypsum, samples 1', 2 – chalk Number of layers: - 2 layers of ground, lower ground fine and homogenous, while the upper one (under the paint coat) features numerous air bubbles (sample 5)	Engraving: - not occurring Drawing/underpainting: - Preparatory drawing made in a quick, sketch-like manner with a medium size brush, in a diversified way (lines of various size, with a clear beginning, middle and ending part) Changes in the composition: - insignificant Characteristic features: - none	Cross cut 1 (dark background in the upper part of the icon) ‘- in the layer of ground, gypsum was detected - thin yellow underpainting – earth pigment was detected - in the layer of green, earth pigment was detected, as well as bone black’ Cross cut 2 (vegetation on the rock on the left side of the painting) ‘- chalk ground - in the layer of light brown, lead white with inclusions of earth pigment was detected - next, a dark layer of green with numerous inclusions of black – earth pigment and bone black were detected - in the layer of blue was confirmed the presence of lead white; however, inorganic blue pigment was not confirmed - outer layer – organic compounds’ Cross cut 2'a (vegetation on the rock on the left side of the painting) ‘- strongly glued layer of chalk ground - layer of lead white - in the next layer of brown colour, lead white was detected, as well as earth pigment and inclusions of black - in the layer of blue was confirmed lead white, but blue inorganic pigment was not detected - in the outer layer, traces of orange layer may be noticed – detected were: earth pigment, gypsum, lead white, traces of zinc, and titanium’ Cross cut 2'b (vegetation on the rock on the left side of the painting) ‘- in the white, bottom layer, lead white was detected - next, is a thick, non-homogenous layer of brown of organic character in which were also detected inclusions of minium and/or lead white - in the green inclusions, were detected earth pigments and bone black - in the outer layer, lead white was detected (also possible are inclusions of minium) and traces of barite white’ Cross cut 5 (frame on the left side of the painting) ‘- gypsum ground - in the thick, irregular layer of orange, was detected earth pigment and gypsum - in the next layer of orange colour, earth pigment, lead white and/or inclusions of minium were detected - in the following layer was detected lead white with inclusions of earth pigment’

XRF – macroscan	µRaman	XRPD	XRF – punctual	Pigments identification							Summary
				smalt	ultramarine	blue copper pigments	organic pigment/indigo	green copper pigments	orpiment	tin-lead yellow	
Complexions: - lead white, iron pigments, small addition of vermilion Blue parts: - invisible Green parts: - parts appearing as dark-olive: orpiment, smalt, copper pigment or pigments, lead white Metal leaf: - gold Characteristic features: - vermilion was applied to make the red framing of the quarters, nimbuses and inscriptions in the quarters. To some extent, it also served to obtain the orange colour (robes, thrones, evangelists' figures). Iron pigment or pigments were used to make the major part of the icon and the background between the quarters. Copper pigment or pigments are visible in the spots of black and olive colour.	Not tested	Not tested	Not tested	X		X (?)	X	X		Proper interpretation of the icons (MNK XVIII- 533, XVIII-534) is hindered due to colour alterations visible within selected areas (black and olive green). Apparent technical and technological analogies allow us to assign both works to one author or workshop. The icons were made in a warm colour palette, with the application of pigments composed of: lead white, copper pigments, vermilion, iron pigments, smalt, orpiment, earth pigments, bone black, organic blue pigment (?), recognition of which requires further examination. Gold was applied in the assists, while in the background of the quarts and in the nimbuses, lead white with a small admixture of orpiment, on which also is laid gold leaf. In the initial composition, the carvings are imperceptible and the drawing is made with a rounded, medium-size brush. The forms were painted with lines of various size and intensity. Damage and retouches are partly visible on the IR, X-Ray photographs, and XRF mappings of calcium (Ca). Changes in the order of the given technological layers (overpaintings) are illustrated by the cross-sections, i.e., cross cut 1 in the icon MNK XVIII-533 or cross-sections 2 and 3 in the icon MNK XVIII-534, where (in MNK XVIII-534) modifications concern the nimbuses and red framing. In cross-section 3, two red painting layers of different graining, divided with a layer of lead white, are visible.	

No.	Object	Support - dendrology - dendrochronology Size of the support, reinforcing cloth	Ground layer - type - analysis of the concentration of calcareous nannoplankton - XRPD - SEM EDS - number of layers	Preparatory layer: - engraving, - drawing/underpainting, - changes in composition, - characteristic features	Paint layer Identification of the pigments/leaf SEM EDS
42	Evangelists St Matthew and St Mark (from the Royal Doors of the iconostasis) MNK XVIII-534 (Cat. 13)	Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - large strengthening cloth: - Strengthening linen, visible as a vertical strip on the connection point of the panels and fragmentarily on the kovcheg.	Ground: - chalk - 300 coccoliths (stage: <i>L. maastrichtensis</i>) XRPD: - calcite with admixtures SEM EDS: - chalk Number of layers: - min. 1 layer of ground, even though, technologically analogical to the icon MNK XVIII-533	Engraving: - analogical to the icon MNK XVIII-533 Drawing/underpainting: - as above Changes in the composition: - as above Characteristic features: - as above	Cross cut 1 (brown background) ‘- layer of gypsum ground - in the layer of red were detected earth pigments - in the outer layer appear organic compounds’ Cross cut 1’ (brown background) ‘- chalk ground - in the layer of green, aluminosilicates and green earth pigment were detected; in area 2–9, gypsum was also detected - in the outer layer, gypsum, bone black, and a small amount of iron were detected’ Cross cut 2 (background by the complexion) ‘- chalk ground - layer of black in which carbon was detected - next, is a layer of white with numerous red inclusions – lead white, most probably minium and small amount of vermilion were detected - layer of sizing - layer of brown-red colour – detected were iron pigment and vermilion - outer layer – organic compound’ Cross cut 3 (red from the framing – frame at the top of the painting) ‘- chalk ground - layer of orange – aluminosilicates and earth pigment - in areas 1–9 and 1–10, vermilion was detected - next is a layer of lead white - a thin layer of underpainting in which earth pigment was detected - layer of vermilion - in the outer layer, gypsum was detected’ Cross cut 3’ (brown background) - on the thick, strongly glued layer of gypsum, there is a layer of orange underpainting (bole), in which the presence of earth pigments was confirmed - in the sample occur residues of gold leaf - layer of vermilion’

XRF – macroscan

	μRaman	XRPD	XRF – punctual	Pigments identification						Summary	
				smalt	ultramarine	blue copper pigments	organic pigment/ indigo	green copper pigments	orpiment	tin-lead yellow	
Distribution in the elemental mapping is analogical to the icon MNK XVIII-533	Not tested	Not tested	Not tested	X			X (?)	X	X		As above

No.	Object	Support - dendrology - dendrochronology Size of the support, reinforcing cloth	Ground layer - type - analysis of the concentration of calcareous nannoplankton - XRPD - SEM EDS - number of layers	Preparatory layer: - engraving, - drawing/underpainting, - changes in composition, - characteristic features	Paint layer Identification of the pigments/leaf SEM EDS
-----	--------	--	--	--	---

43

Mother of God (from a Deesis tier)
MNK XVIII-574
(Cat. 6)

Wood:
- linden (*Tilia*)
Dendrochronological dating:
‘ Result of dating after calibration [...] indicates that the analysed annual rings of the wood of the icon panels, with the probability of 95.4% come from the period 1322–1347 (8.9%) or 1392–1450 (86.5%), while with a probability of 68.2%, we can designate the interval of 1408–1440’
Size of the support:
- small
strengthening cloth:
- not occurring

Ground:
- gypsum
- no coccoliths (0)
XRPD:
- gypsum with anhydrite
SEM EDS:
- gypsum, in sample 1 – gypsum with lead white
Number of layers:
- min. 1 layer of ground

Engraving:
- fragment of the engraving only visible in the area of Mary’s left arm
Drawing/underpainting:
- non-apparent
Changes in the composition:
- not tested
Characteristic features:
- not tested

Cross cut 1
(azure from Mary’s dress – lower part of the icon)
‘ layer of gypsum ground
- in the remaining layers only lead white, carbon (organic compounds), as well as inclusions of iron red and bone black were detected
Cross cut 2
(rim of Mary’s mantle)
‘ thick layer of glued gypsum ground with numerous, large inclusions of lead white and vermilion and iron red
- in the layer of green colour, green earth and lead white were detected
- in the outer layer of red colour, the presence of earth pigments, lead white, and inclusions of vermilion and carbon black was confirmed
Cross cut 3
(bottom of the icon)
‘ gypsum ground
- in the layer of blue colour, lead white was detected
- layer of lead white
- layer of sizing
- layer of vermilion
- layer of sizing
- layer of vermilion
- layer of sizing
- layer of vermilion
- in the outer layer, appear organic compounds’
Cross cut 3’
(bottom of the icon)
‘ layer of gypsum ground with silica and inclusions of earth pigments
- layer of sizing
- in the layer of blue colour, lead white was detected
- layer of lead white
- layer of sizing on which appear a thin layer of lead white
- in the outer layer, the presence of vermilion was confirmed’

44

St John the Baptist (from a Deesis tier)
MNK XVIII-591
(Cat. 11)

Wood:
- spruce (*Picea*)
Dendrochronological dating:
- the 2nd or beginning of the 3rd decade of the 16th c.
Size of the support:
- small
strengthening cloth:
- Strengthening linen occurs on the whole board. In the upper part, it is visible as a single horizontal strip, while a second fragment secures the board from John the Baptist’s front downward on the icon. Due to a strong signal from the wood’s structure, the range of the linen is hard to determine. The linen looks as if it covers the entire surface, with a single horizontal tear on the top of the front and the nimbus of the saint.

Ground:
- gypsum-chalk
- 4 coccoliths (stage not determined)
XRPD:
- no result
SEM EDS:
- chalk with gypsum
Number of layers:
- min. 1 layer of ground

Engraving:
- uneven, of medium depth, general engraving visible in the nimbus and St John’s figure
Drawing/underpainting:
- invisible
Changes in the composition:
- not tested
Characteristic features:
- not tested

Cross cut 1
(green of St John the Baptist’s mantle – bottom of the icon)
‘ strongly glued layer of gypsum-chalk ground
- in the layer of green, green earth, lead white, and silica were detected. The presence of potassium may indicate the use of vegetal black’
Cross cut 2
(complexion – nose)
‘ strongly glued layer of gypsum ground
- in the layer of orange colour was confirmed the presence of earth pigments, silica, and inclusions of bone black’
Cross cut 3
(overpainting on the nimbus)
‘ layer of chalk ground
- in the layer of yellow, earth pigment and a small amount of lead white were detected
- in the next layer, the presence of iron red with inclusions of bone black was confirmed
- next, is a layer of tin-lead yellow and earth pigment
- in the outer layer, iron red was detected’

XRF – macroscan	μRaman	XRPD	XRF – punctual	Pigments identification							Summary
				smalt	ultramarine	blue copper pigments	organic pigment/ indigo	green copper pigments	orpiment	tin-lead yellow	
<p>Complexions: - copper pigment or pigments (only partly visible), iron pigments, vermilion (partly visible), lead white Blue parts: - lead white Green parts: - no areas Metal leaf: - none Characteristic features: - mapping of the distribution of the elements zinc, chromium, and cadmium indicate the areas of completion. Orpiment is visible in Mary's nimbus and on the trimming and ornaments of her mantle. Apart from the complexions, vermilion is visible in the inner circle of the nimbus, on the frame on Mary's mantle (here, with the addition of umber), and in the floral parts on the bottom part of the background. The greatest differences are noticeable in the lower part of the background where the pattern of the ornament visible on the VIS photograph diverges from the registered mappings of elements of lead white and vermilion</p>	Not tested	Not tested	Not tested				X (?)				<p>This icon has a multi-layered technological construction and an inconclusive network of cracks. The occurring craquelures of various shapes are irregularly displayed. Based on the analytical photographs and mappings of the elemental disposition, lacunas are perceptible and consecutive filling or overpaintings. Visible on the photographs in large magnifications, inter-penetrating layers hinder the determination of the original stratigraphy. If we limit the analysis to azure tints, one may observe significant disparities in the manner of consecutive painting layers. Photographs present a layer of darker azure with coarsely ground pigments, also illustrated on the cross-sections 1 and 3, as well as a slightly lighter one, with finer pigment grains, which, at one spot, are situated one on top of another, while at another spot, are laid directly on the ground. What is more, the ornaments painted with orpiment are situated directly on Mary's mantle and on the blue tones as well as behind the black interlayer. Confronted with such an ambiguous construction, the icon would require a separate, much larger range of testing.</p>
<p>Complexions: - lead white, vermilion, iron pigment (distribution of pigments outside of the complexion) Blue parts: - no areas Green parts: - iron pigments, lead white Metal leaf: - silver, gold, copper (aluminium leaf?) Characteristic features: - for the studied icon, characteristic are traces of a large brush (visible on the mapping of the iron pigment), demonstrating the laying of paint discordant with the direction and shape of the area. The distribution of vermilion and lead white demonstrates gaps in the complexions. Images of the remaining mappings suggest the distribution of the elements in the places of secondary fillings. Potassium mapping is related with the layer of green coat and cannot indicate the application of bone black.</p>	Not tested	Not tested	Not tested								<p>The icon's identification is inconclusive. Based on cross-sections, analytical photographs or elemental disposition, one may confirm that it was submitted to several modifications. UV photographs demonstrate diversified fluorescence of the overpainting. A fragment of later layers, perceptible in the upper left part of the icon, suggests that the apparent layer was exposed from the posterior stratum. On the photographs taken at high magnification, an irregular network of cracks is noticeable, with lifted rims characteristic of the hasty drying of painting layers. Photographs illustrate the existing stratum. Overpaintings are also apparent in places, where the outer light brown tints of the complexion cover another subjacent painting. Also, the lack of light in St John's complexion and skin is quite atypical. Other areas are just as modest (cross-sections 1, 2, where a layer of ground and a layer of paint appear in a limited palette: lead white, green earth, and vegetal black in the case of the first one, and earth pigments with inclusions of bone black in the second. In cross-section 3, we obtain an image of the overpainting the form, with the colours maintained but altered materials. With data so inconclusive, the range, the authenticity and the technology of the work are so significantly distinct from the other examined icons of the collection that they are very hard to establish.</p>

No.	Object	Support - dendrology - dendrochronology Size of the support, reinforcing cloth	Ground layer - type - analysis of the concentration of calcareous nanoplankton - XRPD - SEM EDS - number of layers	Preparatory layer: - engraving, - drawing/underpainting, - changes in composition, - characteristic features	Paint layer Identification of the pigments/leaf SEM EDS
45	Hodegetria Surrounded by Archangels MNK XVIII-636 (Cat. 16)	Wood: - pine (<i>Pinus</i>) Dendrochronological dating: ‘No clear similarity to standard curves dismisses the possibility of absolute dating, although its dating in the future based on the local comparative is not excluded’ ² Size of the support: - large strengthening cloth: - not occurring	Ground: - chalk - 300 coccoliths (stage: <i>R. levis</i>) XRPD: - not tested SEM EDS: - chalk Number of layers: - min. 1 layer of ground	Engraving: - general engraving only visible under the Mary’s mantle and in the figures of the Archangels Drawing/underpainting: - invisible Changes in the composition: - not tested Characteristic features: - not tested	Cross cut 1 (azure glaze on the Child’s dress – right side of the icon) ‘on the layer of chalk ground there is silver leaf - outer layer – organic compounds’ Przekrój 2 (azure, Mary’s mantle, shade) ‘layer of chalk ground - in the outer layer of blue colour with yellow inclusions, was detected orpiment, as well as silicon, magnesium, aluminium and residual amounts of sodium’ Przekrój 3 (azure of Mary’s dress, bottom of the icon, lights) ‘layer of chalk ground - in the layer of blue colour, lead white, inclusions of vermilion, calcium, silicon, and aluminium were detected - outer layer – organic compounds’ Przekrój 4 (Archangel Gabriel’s background) ‘layer of chalk ground with inclusions of iron red - in the layer of blue, lead white was detected, together with inclusions of vermilion, calcium, silicon, and aluminium - outer layer – organic compounds’
46	Physician Saints Cosmas and Damian (gr. Anargyroi) MNK XVIII-871 (Cat. 43)	Wood: - chestnut (<i>Castanea</i>) Size of the support: - small strengthening cloth: - not occurring	Ground: - gypsum - no coccoliths (0) XRPD: - gypsum SEM EDS: - gypsum Number of layers: - min. 2 layers of ground with visible glue coat	Engraving: - engraving visible on the X-ray picture may be identified both in the general shape of the composition and in the detail such as attributes, shapes on St Cosmas’ breast and different from the present one of trimming on St Damian’s robe Underpainting made in brush/pencil: - Composition drawing made in a sketch-like manner, with brushes of various sizes; best visible in St Damian’s robes Changes in the composition/ precision: - insignificant Characteristic features: - detailed engraving - sketch-like character of the Preparatory drawing - executed with soft brushes of various sizes	Cross cut 1’ (mandorla background on the left side of the icon) ‘gypsum ground - layer of lead white - layer of lead white with green copper pigment on which occur remains of gold leaf with a small amount of silver’ Cross cut 2 (płaszcz Chrystusa) (Christ’s mantle) ‘gypsum ground - layer of lead white - in the remaining two layers of dark blue and blue, only lead white, carbon, and oxygen were detected (possible presence of organic compounds) as well as a small amount of calcium’ Cross cut 3 (St Cosmas’ robe) ‘thick layer of lead white - in the two layers of blue and dark blue, was detected: lead white, silicon, aluminium, potassium, calcium, and inclusions of bone black, carbon, and oxygen (possible presence of organic compounds) - in the outer layer of white colour, lead white was detected’

XRF – macroscan	µRaman	XRPD	XRF – punctual	Pigments identification							Summary
				smalt	ultramarine	blue copper pigments	organic pigment/indigo	green copper pigments	orpiment	tin-lead yellow	
<p>Complexions: - iron pigments, vermilion, bone black, lead white</p> <p>Blue parts: - in the shade – orpiment; in the light – lead white</p> <p>Green parts: - no areas</p> <p>Metal leaf: - silver</p> <p>Characteristic features: - mapping of chromium, tin, titanium, barium, zinc, and cobalt illustrate the fillings. Orpiment is visible in several spots – it may be identified in Mary's mantle, the Child's dress hem and as a component of mixtures in the archangels' robes and Mary's mantle lining and dress. Iron pigments were applied to the underpainting of the complexion and mantle of Mary, together with umber, vermilion and lead white, the latter only used in the lights. The white was also used to paint the outline of the nimbuses (also the cross's nimbus with the inscriptions), Marian symbols in the background, and ornaments on the archangels' robes. The black framing of the icon was made with minium.</p>	Not tested	Not tested	Not tested		X (?)	X (?)			X	<p>The painting of the icon was opaque, skilful, precise in detail, and made in tints of brown, azure and red. The following pigments were applied: lead white, orpiment, iron pigments, vermilion, iron red, umber and organic pigments (?), possibly ultramarine (?). To confirm the presence of blue pigments, additional testing needs to be performed. A finely glued chalk layer was applied here, in the background, black bole and silver leaf glazed on gold were used. Silver was also applied to finish the Child's dress (in the technique of matting) with glazing in the shades, as well as Mary's dress and mantle. Characteristic of the discussed icon are the clearly obscured modelling and ornaments on Mary's mantle, made with orpiment.</p>	
<p>Complexions: - lead white, iron pigments</p> <p>Blue parts: - lead white</p> <p>Green parts: - lead white, copper pigment pigments</p> <p>Metal leaf: - gold</p> <p>Characteristic features: - carmine red was applied to the framing and selected inscriptions. In the background of the icon, the presence of lead white is apparent, as well as the lack of metallic leaf outside of the nimbuses.</p>	Not tested	Not tested	Not tested			X (?)		X		<p>At the present state of conservation (amber film protecting the front of the icon), the colours of the icon differ considerably from its original appearance. The set of green, azure, light brown, red and gold tints is partly poorly recognisable, i.e., Christ's blue robe and St Cosmas' robe. Azure tints – according to the cross-section analysis – were obtained with the use of similar mixtures of pigments, although with a different order of layers. The colour palette was made of pigments such as: lead white, iron pigment or pigments, copper pigments, and, possibly, blue organic pigment, which requires additional examination. The elemental disposition on the gold mapping confirms its occurrences, that is the nimbuses, inscriptions, attributes, robe ornaments and mandorla background. It is worth noting that on the surface of the nimbuses there are secondary fillings of gold leaf. In cross-section 1, gold leaf with a small amount of silver was identified, but its identification requires additional testing. The complete underpainting of the icon's background made in lead white also needs to be verified. In jednej z fotografii, a secondary stratum of the red framing is perceptible. The changes in the composition concern mostly the robes and the attributes of the saints. Also, the black underlines on the dark robes of all the figures seem to be secondary.</p>	

No.	Object	Support - dendrology - dendrochronology Size of the support, reinforcing cloth	Ground layer - type - analysis of the concentration of calcareous nannoplankton - XRPD - SEM EDS - number of layers	Preparatory layer: - engraving, - drawing/underpainting, - changes in composition, - characteristic features	Paint layer Identification of the pigments/leaf SEM EDS
47	Descent into Limbo (gr. Anastasis) MNK XVIII-874 (Cat. 34)	Wood: - linden (<i>Tilia</i>) Size of the support: - small strengthening cloth: - not occurring	Ground: - chalk - 300 coccoliths (stage: <i>L. maastrichtensis</i>) XRPD: - not tested SEM EDS: - chalk with addition of silicon, magnesium, aluminium, potassium, bone black Number of layers: - min. 1 layer of ground	Engraving: invisible Drawing/underpainting: Composition was probably made in carbon (?), which is confirmed by the letters (?) marked for each colour area and lines of analogical width, conducted freely and sketch-like Changes in the composition: - significant, apparent in the figures and background Characteristic features: - sketch-like character of the composition drawing - changes in the composition in relation to the final version of the icon - colour areas marked with signs (letters?)	Cross cut 2 (azure of the mandorla background on the left side of Christ's face) ‘- chalk ground with inclusions of silicon - gold leaf with silver. Also detected was a small amount of iron in the thin layer of brown colour, possibly remnants of bole - in the outer layer of blue colour, lead white and ultramarine were detected, as well as a small amount of iron’ Cross cut 3 (Adam's dark blue robe) ‘- chalk ground with inclusions of silicon, magnesium, aluminium, and potassium - in the layer of green-yellow colour, orpiment and inclusions of carbon black were detected. - in the layer of blue, lead white was detected as well as silicon, aluminium, and sulphur (possibly ultramarine)’ Cross cut 5 (green background by the cross under Christ's feet – left bottom fragment of the painting) ‘- chalk ground with inclusions of silicon, magnesium, aluminium, potassium, and bone black - in the layer of green-yellow colour, was detected orpiment and bone black - in the layer of blue, lead white was detected, as well as silicon, aluminium, sulphur, and iron (possibly ultramarine)’
48	Mother of God Eleusa MNK ND-11250 (Cat. 21)	Wood: - poplar (<i>Populus</i>) Size of the support: - medium strengthening cloth: - not occurring	Ground: - gypsum - no coccoliths (0) XRPD: - gips, anhydrite, quartz, calcite SEM EDS: - gypsum with inclusions of silicon, magnesium, aluminium Number of layers: - min. 2 layers of ground	Engraving: - medium size engraving made only within the nimbus. Punches in the shape of an oblong tear or heart demarcate the shape of the ornament outside of the double circle of the nimbus, quite difficult to recognize (due to significant damage of the painting). The pattern was punched precisely, with observance of direction and shape Drawing/underpainting: - Drawing of the composition was made with a medium- size brush, in free-hand, with lines of varying thickness and intensity, glazing, and covering Changes in the composition: - insignificant, a shift in the preparatory drawing in relation to the final version of the icon drawing is noticeable Characteristic features: - precision of the drawing - free and ‘soft’ lines - application of the cross- hatch in the shades	Cross cut 1 (the Child's dress – green, azure) ‘- gypsum ground with inclusions of silicon, magnesium, aluminium - brown-red layer, divided with a layer of black: lead white, red iron pigment with inclusions of vermilion, carbon detected in black colour - the blue outer layer: lead white, copper blue pigment’ Cross cut 2' (green of the pattern on the frame) ‘- gypsum ground with inclusions of silicon, magnesium, aluminium - red layer of bole – red earth pigment - layer of gold leaf’ Second piece (SEM image no. 5) ‘- layer of lead white with red earth pigment - layer of azurite, partly transforming into malachite’ Cross cut 3 (Mary's face complexion) ‘- gypsum ground with inclusions of silicon, magnesium, aluminium, potassium, and red iron earth - thick brown-red layer in which lead white was detected, together with earth pigments and inclusions of carbon black and vermilion’

XRF – macroscan	µRaman	XRPD	XRF – punctual	Pigments identification						Summary	
				smalt	ultramarine	blue copper pigments	organic pigment/indigo	green copper pigments	orpiment	tin-lead yellow	
<p>Complexions: Iron pigments, small addition of vermilion and lead white Blue parts: Light azure – lead white; dark azure – orpiment Green parts: - orpiment Metal leaves: - silver and gold – dvoinik Characteristic features: - the distribution of copper, zinc, titanium, tin, manganese, chromium, and cobalt confirms the presence of retouching of the gilded background and painting layer. Arsenic mapping illustrates – visible with the naked eye – the grains of orpiment in the areas of green, azure, and light bronze, as well as (invisible in VIS light) the black coats of the mountains. The red fragments of the painting were made with the use of vermilion, and the pink ones with vermilion with lead white. The inscription in the upper part of the icon was painted with lead white.</p>	<p>Not tested</p> <p>Cross cut 3: 'While analysing Raman spectra [...], was observed [...] vine black [...], orpiment, [...] indigo'</p>	<p>Not tested</p>	<p>Not tested</p> <p>Presence of gold leaf confirmed in the testing: point 1 Au (31.9 ± 0.7%), point 2 (27.9 ± 0.7%) and silver leaf point 1 Ag (26.3 ± 1.0%), point 2 Ag (23.3 ± 1.0%) in a form of dvoinik (leaves of gold and silver forged together)</p>	X	X azurite	indigo	X	X		<p>This icon has a characteristic colour range with strong accents of pink and black mountains on a golden background, completed with tints of red, azure, grey, and subdued green. The following pigments were applied: lead white, iron pigments, vermilion, orpiment, carbon black, vine black, bone black, indigo, and ultramarine. In the background was also applied dvoinik (forged silver and gold leaf). Photographs taken at high magnification demonstrate how the complexions, robes, and green background were made with apparent grains of orpiment and ultramarine. Letters (?) mark the surfaces of the colour, without analogies to other examined icons.</p>	
<p>Complexions: - lead white, addition of vermilion, iron pigments Blue parts: - lead white, copper pigments Green parts: - lead white, copper pigments Metal leaf: - gold Characteristic features: - vermilion was used to paint the cross's nimbus, the mantles of Mary and the Child (together with iron pigment for the latter), and for circular Marian symbols in the upper part of the icon. The veil was made in lead white with iron pigment or pigments</p>	<p>Not tested</p>	<p>Not tested</p>	<p>Not tested</p>	X	X azurite		X	X		<p>This icon was painted with ease and a great sense of form. It maintains warm tones of red and orange tints, completed with azure and decorated with a golden frame with vegetal motif on the blue background. The painting was made with the application of the following pigments: lead white, vermilion, iron pigments, azurite, green copper pigment, carbon black. The background is smooth and unified, apart from the punched nimbuses. The punch was struck deeply, in the shape of an oblong tear or a heart, and it creates a pattern quite difficult to read due to damage to the painting. It was carefully made, keeping the direction of the shape in the double circle of the nimbus. The remnants of the Child's nimbus containing a cross were made with the use of vermilion. Cross-hatch visible on the figures' faces was made with easy brush strokes. The clear start, middle and end of the lines shows the author's expertise.</p>	

Bibliography

Berrie 2007; Cennini 1995; Doerner 1975; Eastaugh et al. 2013; Flik 2003; Franceschi et al. 2013; Jolkkonen et al. 1997; Jolkkonen et al. 1999; Jolkkonen, Nikkanen 2001; Kaszowska 2010; Križnar et al.

2008; Lięza et al. 2001; Mastrotheodoros et al. 2016; Milanou et al. 2008; Olszewska-Świetlik 2005; Roy, Feller 1993; Slansky 1960; Slansky 1965; Ślesiński 1980; Ślesiński 1984; Ward 2008

Aneks 1 | Appendix 1

Sprawozdanie z analizy składu pierwiastkowego ikony *Święci lekarze Kosma i Damian*¹

Opracowanie: dr Anna Klisińska-Kopacz
Laboratorium Analiz i Nieniszczących Badań Obiektów
Zabytkowych Muzeum Narodowego w Krakowie
Data sporządzenia raportu: 19.11.2013

Opis pomiaru

W sposób nieinwazyjny metodą spektroskopii fluorescencji rentgenowskiej została wykonana analiza składu pierwiastkowego warstwy malarskiej obiektu *Święci lekarze Kosma i Damian* (gr. *Agioi Anargyroi*) (MNK XVIII-871/1, Kat. 43) nieznanego autora, wym.: 27 × 21,5 cm. Pomiary wykonano w 22 punktach.

Analizy prowadzono przy następujących parametrach: źródło wzbudzenia – lampa Rh, U 50 keV, I 500 mA pomiar w atmosferze powietrza, czas akumulacji widma 300 sek.

Report on the Elemental Composition Analysis of the Icon *Physician Saints Cosmas and Damian*¹

Elaboration: Dr Anna Klisińska-Kopacz
The Laboratory of Analysis and Non-Destructive Investigation of Heritage Objects at the National Museum in Krakow
Date of the report: 19.11.2013

Description of the measurement

The analysis of the elemental composition of the paint layer of the object *Physician Saints Cosmas and Damian* (Gr. *Agioi Anargyroi*) (MNK XVIII-871/1; Cat. 43) by an unknown author, dim. 27 × 21.5 cm, was performed in a non-destructive method of fluorescence X-ray spectroscopy. The measurements were taken at 22 points.

The analysis was conducted with the following setting: lamp Rh, U 50 keV, I 500 mA measured in the air atmosphere; spectrum accumulation time – 300 sec.

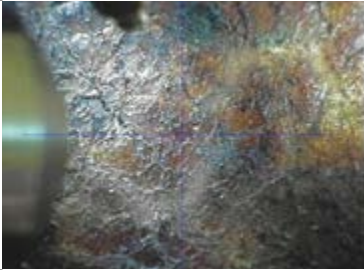





¹ Tabele z wynikami analiz składu pierwiastkowego warstwy malarskiej zostały pominięte w publikacji (przyp. M.P.K.).

¹ Tables with results of the elemental composition analysis of the painting layer have been omitted in the present publication (footnote by M.P.K.).

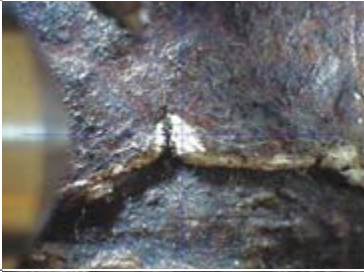
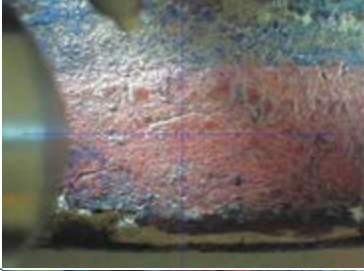
1

**Analiza składu pierwiastkowego w punktach pomiarowych warstwy malarskiej ikony
Święci lekarze Kosma i Damian | Analysis of the elemental composition at the measurement
points of the painting layer of the icon *Physician Saints Cosmas and Damian***

Nr próbki Sample no.	Opis analizowanych punktów Description of the analysed points	Skład pierwiastkowy Elemental composition
1	zieleń green	Ca, Fe, <u>Cu</u> , Sn, <u>Pb</u> malachit, biel ołowiowa malachite, lead white
2	zieleń green	Ca, Fe, <u>Cu</u> , Sn, <u>Pb</u> malachit, biel ołowiowa malachite, lead white
3	biel white	Ca, Fe, Cu, Zn, <u>Pb</u> biel ołowiowa, naturalny pigment żelazowy (ugier, ślady) lead white, natural iron pigment (ochre, traces)
4	złoto gold	<u>Ca</u> , Fe, Cu, Sr, <u>Au</u> , Pb warstwa złocenia wykonana złotem, kreda, biel ołowiowa (ślady) layer of gilt made with gold, chalk, lead white (traces)
5	czerwień, usta red, lips	S, K, Ca, Mn, <u>Fe</u> , Cu, <u>Hg</u> , <u>Pb</u> cynober, naturalny pigment żelazowy (ugier), biel ołowiowa vermilion, natural iron pigment (ochre), lead white
6	karnacja complexion	Ca, <u>Fe</u> , Cu, Zn, <u>Pb</u> naturalny pigment żelazowy (ziemia zielona), biel ołowiowa natural iron pigment (green earth), lead white

7		złoto gold	K, <u>Ca</u> , <u>Fe</u> , Cu, Sr, <u>Au</u> , Pb warstwa złocenia wykonana złotem, naturalny pigment żelazowy (ugier), kreda, biel ołowiowa (ślady) layer of gilt made with gold, natural iron pigment (ochre), chalk, lead white (traces)
8		brąz bronze	K, Ca, Mn, <u>Fe</u> , Cu, Zn, Sr, <u>Pb</u> naturalny pigment żelazowy (ugier), biel ołowiowa, kreda natural iron pigment (ochre), lead white, chalk
9		żółty yellow	Ca, Fe, Cu, Sn, <u>Pb</u> biel ołowiowa, naturalny pigment żelazowy (ugier, ślady) lead white, natural iron pigment (ochre, traces)
10		brąz bronze	K, Ca, Mn, <u>Fe</u> , Cu, Zn, Sr, <u>Pb</u> naturalny pigment żelazowy (ochra), biel ołowiowa natural iron pigment (ochre), lead white
11		żółty yellow	Ca, Fe, Cu, Sn, <u>Pb</u> biel ołowiowa, kreda (ślady), naturalny pigment żelazowy (ugier, ślady) lead white, chalk (traces), natural iron pigment (ochre, traces)
12		żółty yellow	Ca, Fe, Cu, Sn, <u>Pb</u> biel ołowiowa, kreda (ślady), naturalny pigment żelazowy (ugier, ślady) lead white, chalk (traces), natural iron pigment (ochre, traces)

13		<p>tło background</p>	<p>Ca, Fe, Cu, Sn, <u>Pb</u></p> <p>biel ołowiowa, kreda (ślady), naturalny pigment żelazowy (ugier, ślady) lead white, chalk (traces), natural iron pigment (ochre, traces)</p>
14		<p>tło background</p>	<p>Ca, Fe, <u>Cu</u>, Sn, <u>Pb</u></p> <p>biel ołowiowa lead white</p>
15		<p>brąz bronze</p>	<p>K, Ca, Fe, Cu, Zn, Sr, <u>Pb</u></p> <p>naturalny pigment żelazowy (ziemia zielona), biel ołowiowa, kreda natural iron pigment (green earth), lead white, chalk</p>
16		<p>biel white</p>	<p>Ca, Fe, Cu, <u>Pb</u></p> <p>biel ołowiowa, naturalny pigment żelazowy (ziemia zielona) lead white, natural iron pigment (green earth)</p>
17		<p>czerwień red</p>	<p>S, K, Ca, Fe, Cu, <u>Hg</u>, <u>Pb</u></p> <p>cynober, biel ołowiowa, naturalny pigment żelazowy (ziemia zielona) vermilion, lead white, natural iron pigment (green earth)</p>
18		<p>złoto gold</p>	<p><u>Ca</u>, Fe, Cu, Sr, <u>Au</u>, Pb</p> <p>warstwa złocenia wykonanego złotem, kreda, naturalny pigment żelazowy (ugier), biel ołowiowa (ślady) layer of gilt made with gold, chalk, natural iron pigment (ochre), lead white (traces)</p>

19		zaprawa ground	<u>Ca</u> , Fe, Cu, Sr, <u>Pb</u> kreda, biel ołowiowa chalk, lead white
20		czerwień red	S, Ca, Fe, Cu, <u>Hg</u> , <u>Pb</u> cynober, biel ołowiowa vermilion, lead white
21		czerwień red	Ca, Fe, Cu, <u>Hg</u> , <u>Pb</u> cynober, biel ołowiowa vermilion, lead white
22		brąz ciemny dark bronze	K, Ca, Fe, Cu, Sn, <u>Pb</u> biel ołowiowa, naturalny pigment żelazowy (ziemia zielona) lead white, natural iron pigment (green earth)

Podsumowanie wyników badań

Podczas badań zidentyfikowano sześć rodzajów farb. Są to:

- cynober • malachit • ziemia zielona • ugier • ochra bądź umbra • biel ołowiowa.

Dodatkowo: warstwa złocenia wykonana złotem oraz zaprawa kredowa. W zaprawie (pkt 19) stwierdzono obecność kredy oraz bieli ołowiowej. Zielony obłok wokół postaci Chrystusa (pkt 1 i 2) naniesiono malachitem. Jako pigment malachit był powszechnie stosowany aż do przełomu XV i XVI w.

Karnacje postaci (pkt 5, 15, 16) uzyskano z naturalnego pigmentu żelazowego, ziemi zielonej. Jasne światła na twarzach (pkt 3 i 16) naniesiono bielą ołowiową. Czerwone usta zaznaczono cynobrem. Cynobrem została także naniesiona czerwona ramka (pkt 20 i 21) biegnąca wokół całego obiektu. Biel ołowiowa, cynober i naturalne pigmenty żelazowe nie są pigmentami datującymi.

Badanie pozostałości warstwy malarskiej wykazało również ślady warstwy złocenia naniesionej złotem (pkt 7 i 18).

Summary of the results of the investigation

Six types of paint were identified during the investigation:

- vermilion • malachite • green earth • ochre • ochre or umber • lead white.

In addition: the layer of gilt made with gold and chalk ground. In the ground (point 19), the presence of chalk and lead white was confirmed. The green cloud around the figure of Christ (points 1 and 2) was applied with malachite. As a pigment, malachite was largely used until the turn of the 15th to 16th c.

The figures' complexions (points 5, 15, 16) were obtained from natural iron pigment, green earth. The bright light on the faces (points 3 and 16) were obtained with lead white. The red lips were marked with vermilion. Cinnabar was also used to make the red frame (points 20 and 21) encircling the entire artefact. White lead, vermilion and natural iron pigments are not date-determining pigments.

Examination of the remnants of the painting layer also demonstrated traces of gilt applied with gold (points 7 and 18).

Aneks 2 | Appendix 2

Sprawozdanie z analizy składu pierwiastkowego metalowego okładu do ikony *Święci lekarze Kosma i Damian*¹

Pomiary: Karolina Budkowska
Opracowanie wyników i raport:
dr Julio M. del Hoyo-Meléndez
Laboratorium Analiz i Nieniszczących Badań Obiektów
Zabytkowych Muzeum Narodowego w Krakowie
Data sporządzenia raportu: 31.05.2013

Opis pomiaru

W sposób nieinwazyjny metodą spektroskopii fluorescencji rentgenowskiej została wykonana analiza składu pierwiastkowego metalowego okładu do ikony *Święci lekarze Kosma i Damian* (gr. *Agioi Anargyroi*) (MNK XVIII-871/2, Kat. 43), Grecja, XVI w., wym.: 27 × 21,5 cm. Pomiary wykonano w ośmiu punktach.

Analizy prowadzono przy następujących parametrach: źródło wzbudzenia – lampa Rh, U 50 kV, I 500 mA pomiar w atmosferze powietrza, czas akumulacji widma 300 sek.

Report on the Elemental Composition Analysis of the Metal Cover from the Icon *Physician Saints Cosmas and Damian*¹

Measurements: Karolina Budkowska
Elaboration of the results and the report:
Dr Julio M. del Hoyo-Meléndez
The Laboratory of Analysis and Non-Destructive Investigation of Heritage Objects at the National Museum in Krakow
Date of the report: 31.05.2013

Description of the measurement

The non-invasive X-ray fluorescence spectrometry was conducted to analyze the elemental composition of the metallic cover of the icon *Physician Saints Cosmas and Damian* (Gr. *Agioi Anargyroi*), (MNK XVIII-871/2, Cat. 43), Greece, 16th c., dim.: 27 × 21.5 cm. Measurements were taken at eight spots.

The analysis was conducted with the following parameters: source of excitement – Rh lamp, U 50 kV, I 500 mA, measured in air atmosphere; accumulation time – 300 sec.

¹ Widma fluorescencji rentgenowskiej uzyskane dla kolejnych punktów pomiarowych zostały pominięte w publikacji (przyp. M.P.K.).




¹ X-ray fluorescence spectra have been omitted in the present publication (footnote by M.P.K.).



Analiza składu pierwiastkowego metalowego okładu do ikony *Święci lekarze Kosma i Damian*.

Data wykonania badania: 24.05.2013 | Analysis of the elemental composition of the metallic cover from the icon *Physician Saints Cosmas and Damian*. Date of the report: 24.05.2013

Nr punktu	Opis analizowanych punktów	Skład pierwiastkowy
No. of the point	Description of the analysed points	Elemental composition
1	stop alloy Cu-Ag	Ni, <u>Cu</u> , Zn, As, <u>Ag</u> , Au, Pb
2	stop alloy Cu-Ag	Ni, <u>Cu</u> , Zn, As, <u>Ag</u> , Au, Pb
3	stop alloy Cu-Ag	Ca, Fe, Ni, <u>Cu</u> , Zn, As, <u>Ag</u> , Au, Pb
4	stop alloy Cu-Ag	Ni, <u>Cu</u> , Zn, As, <u>Ag</u> , Au, Pb
5	stop alloy Cu-Ag	Ca, Fe, Ni, <u>Cu</u> , Zn, As, <u>Ag</u> , Au, Pb

6		stop alloy Cu-Ag	Ca, Fe, Ni, <u>Cu</u> , Zn, As, <u>Ag</u> , Au, Pb
7		stop alloy Cu-Ag	Ni, <u>Cu</u> , Zn, As, <u>Ag</u> , Au, Pb
8		stop alloy Cu-Ag	Ca, Fe, Ni, <u>Cu</u> , Zn, As, <u>Ag</u> , Au, Pb

Podsumowanie wyników badań

Badane obszary można pogrupować w dwie kategorie: obszary bez korozji i punkty z korozją

Punkty 1, 2, 4 oraz 7

Obszary „czyste”, bez korozji miały bardzo podobne widma XRF. Przykładowe widmo, które zarejestrowano dla obszaru 1, jest pokazane na zdjęciu punktu nr 2. Pierwiastkami głównymi są miedź (Cu) i srebro (Ag), zaś jako drugorzędny pierwiastek znaleziono ołów (Pb). Pierwiastkami śladowymi są nikiel (Ni), złoto (Au), cynk (Zn) oraz arsen (As). Wyniki wskazują, że zastosowano stop Cu-Ag do wytworzenia metalowego okładu. Ołów, arsen, cynk oraz nikiel są powszechnie obecne jako zanieczyszczenia miedzi, zaś złoto i ołów są zazwyczaj związane z zanieczyszczeniami rudy srebra². W wyniku badań uzyskano ok. 50% miedzi, 30% srebra oraz 5% ołowiu. Te wyniki otrzymano na podstawie kalibracji przeprowadzonej przy użyciu standardów zawierających te trzy pierwiastki. Pozostałe 15% to głównie arsen i złoto oraz śladowe ilości niklu i cynku.

Summary of the results

The investigated areas may be divided into two categories: areas with no corrosion and points with corrosion.

Points 1, 2, 4 and 7

The XRF spectra of the ‘clean’ areas, without corrosion, were very similar. An example of the spectrum, registered for area no. 1, is presented on the photo of point 2. The main elements are copper (Cu) and silver (Ag), while lead (Pb) was found as a minor element. Trace elements are nickel (Ni), gold (Au), zinc (Zn), and arsenic (As). The results demonstrate that to make the metallic cover, a Cu-Ag alloy was used. Lead, arsenic, zinc, and nickel are universally present as copper contaminants while gold and lead are usually related with silver ore contaminants². As a result of the investigation, it was stated that the cover consisted of ca. 50% copper, 30% silver and 5% lead. These results were obtained based on a calibration protocol conducted using reference standard containing those three elements. The remaining 15% is mainly arsenic and gold, as well as traces of nickel and zinc.

² Creagh, Bradley 2000.

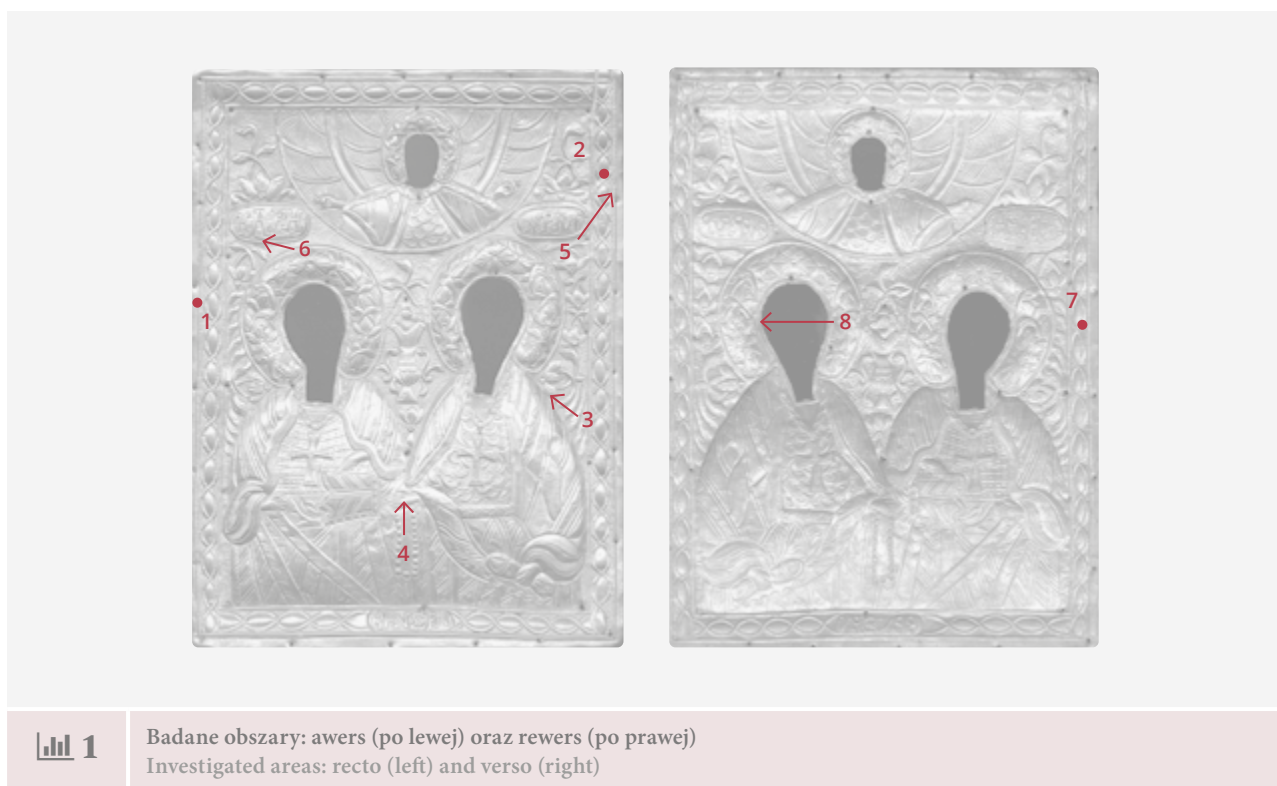
² Creagh, Bradley 2000.

Punkty 3, 5, 6 oraz 8

Obszary z korozją miały podobne wyniki do obszarów czystych. W obszarach 3, 5 oraz 6 czarny nalot jest widzialny na powierzchni, zaś w obszarze 8 zaobserwowano zielone produkty korozji miedzi. Przykładowe widmo zarejestrowano dla obszaru 3 i pokazano na zdjęciu punktu nr 3. Jedyną różnicą w tych obszarach jest obecność wapnia (Ca) oraz żelaza (Fe) jako pierwiastków śladowych. Te pierwiastki są zwykle związane z zanieczyszczeniem powierzchni obiektu³.

Points 3, 5, 6 and 8

The corroded areas showed similar results to the 'clean' ones. In areas 3, 5 and 6, the black deposit is visible on the surface, while in area 8, the green effects of copper corrosion were observed. An example of the spectrum registered for area no. 3 is presented on the photo of point 3. The only difference in those areas is the presence of calcium (Ca) and iron (Fe) as residual elements. These elements are usually related with contaminants on the surface of the object³.

**Literatura**

Creagh, Bradley 2000; Uzonyi et al. 2000

Bibliography

Creagh, Bradley 2000; Uzonyi et al. 2000

³ Uzonyi et al. 2000.

³ Uzonyi et al. 2000.

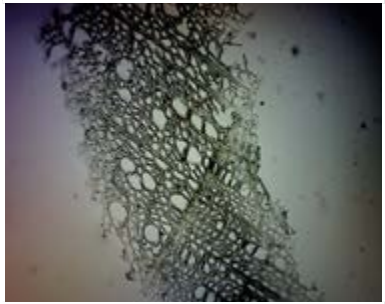
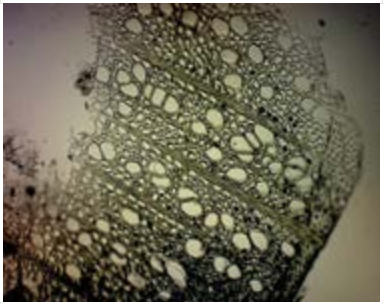
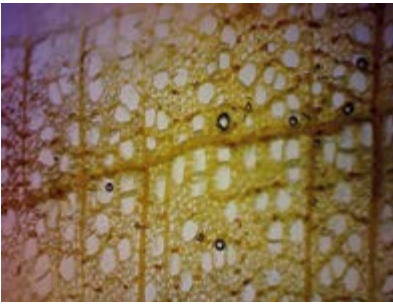
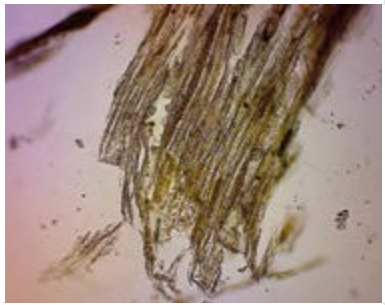
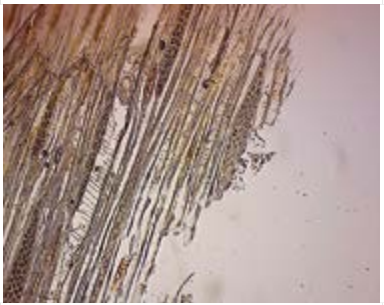
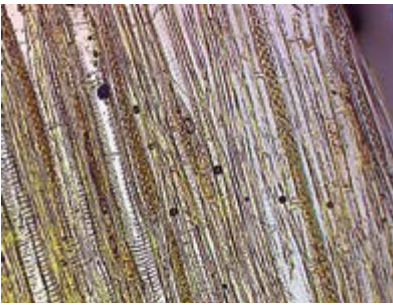
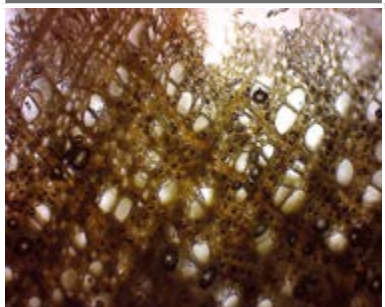
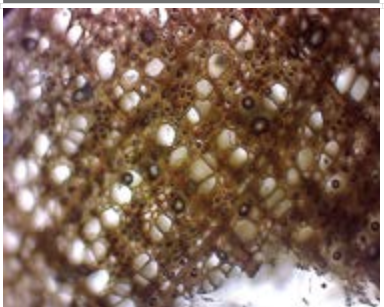

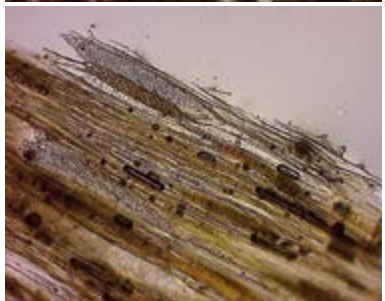
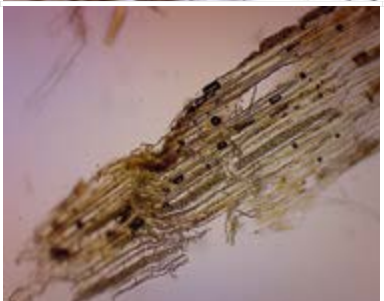
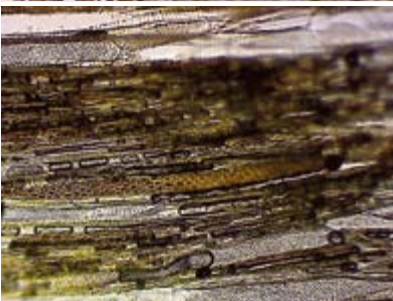
Aneks 3 | Appendix 3

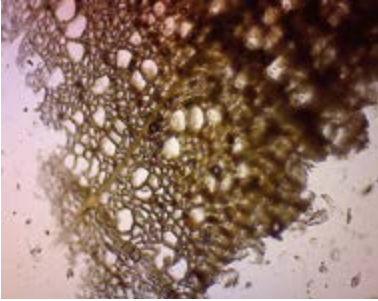

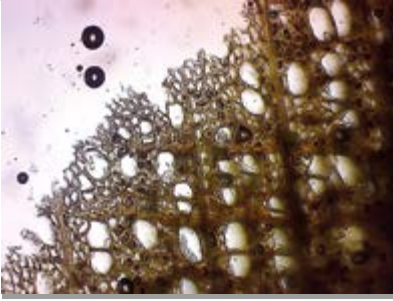
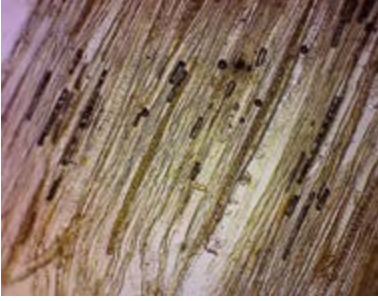
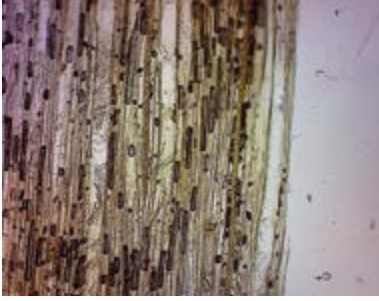
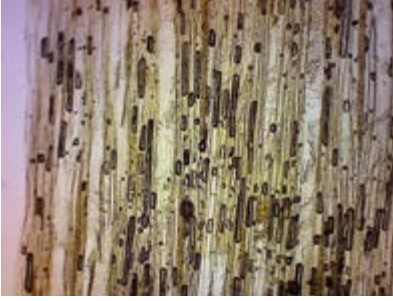
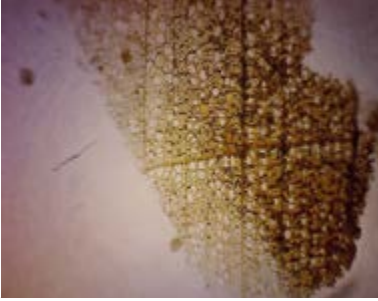
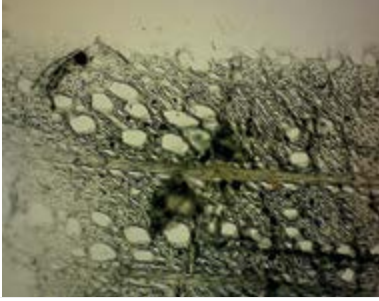
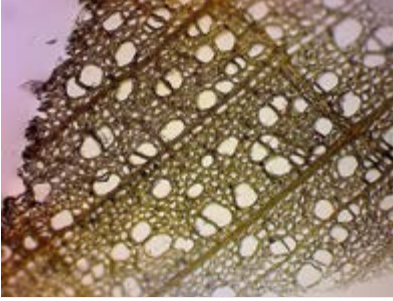



Fotografie przekrojów drewna

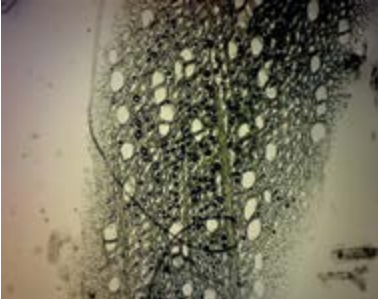
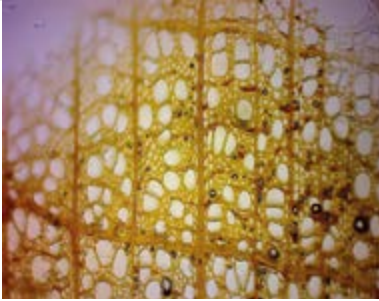
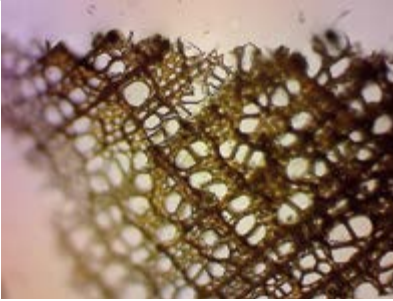
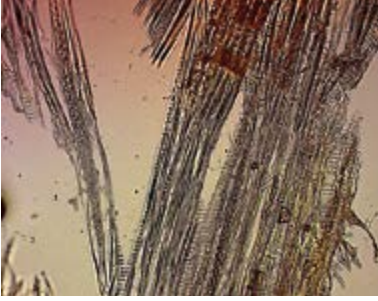
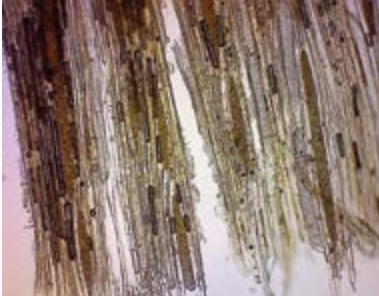
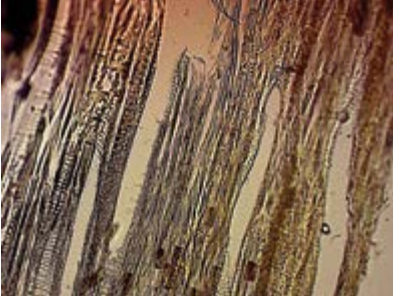
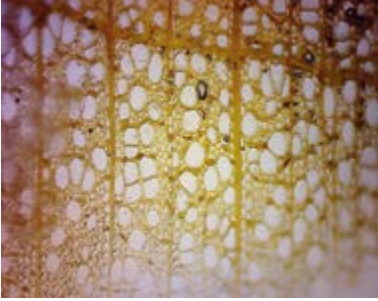

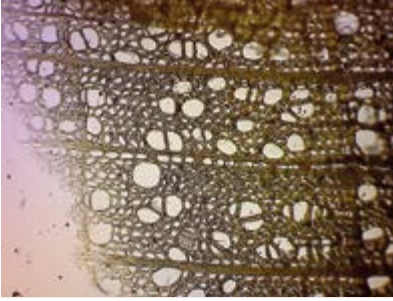
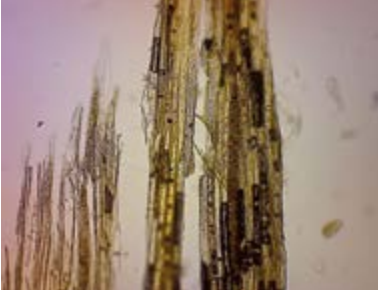

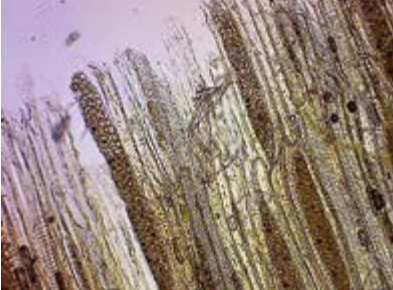
Jan Ptak
Akademia Sztuk Pięknych w Krakowie

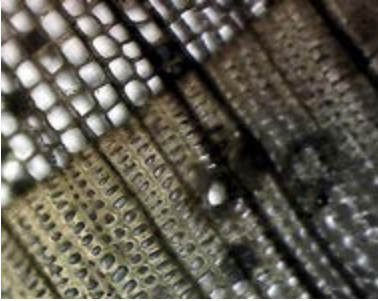
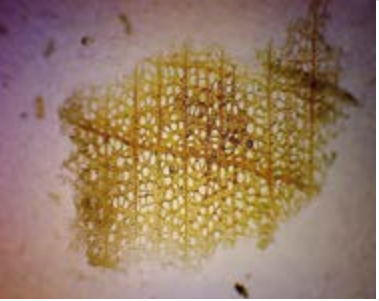

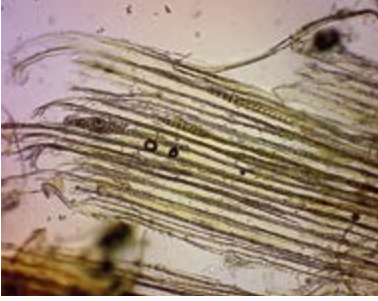
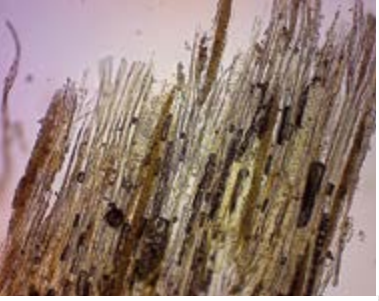
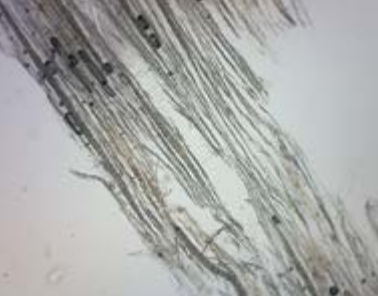

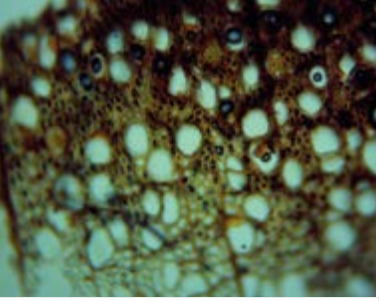
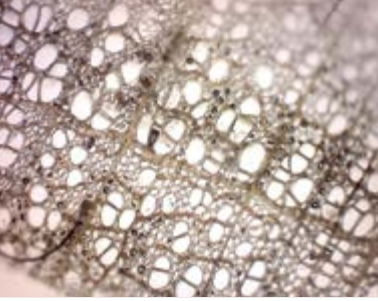

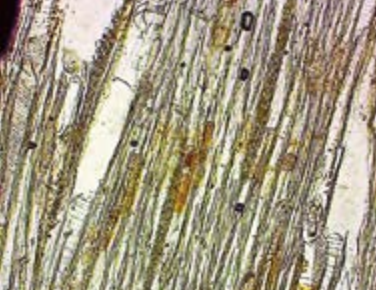
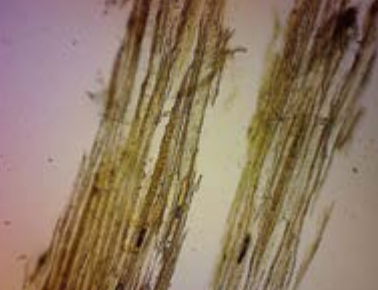
Photographs of Wood Cross-Sections

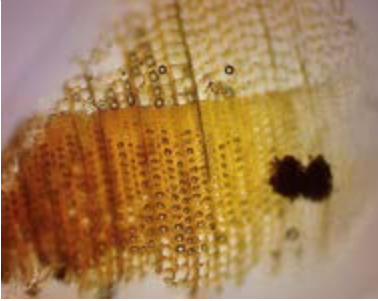
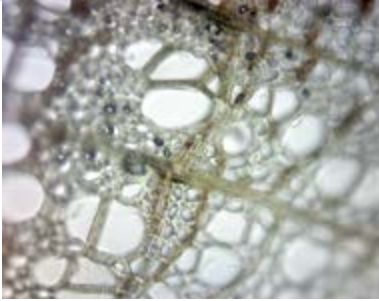
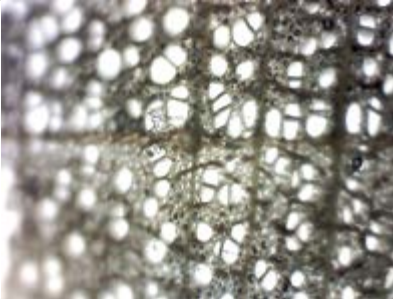
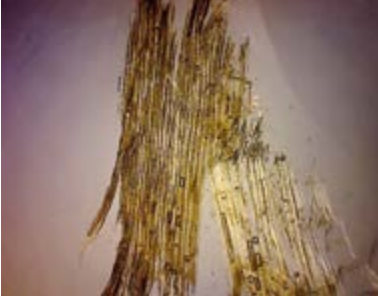


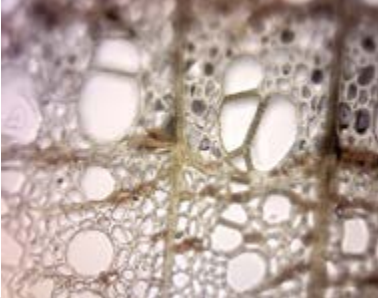
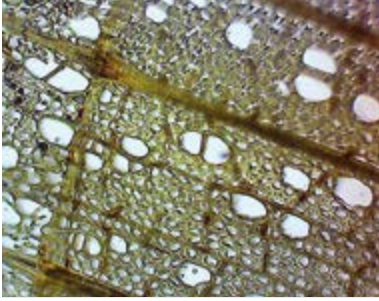


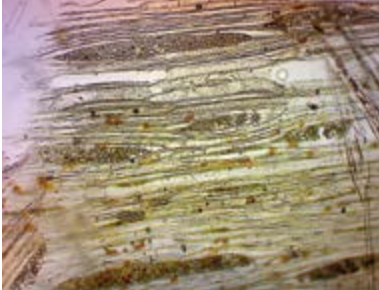

Jan Ptak
The Academy of Fine Arts in Krakow

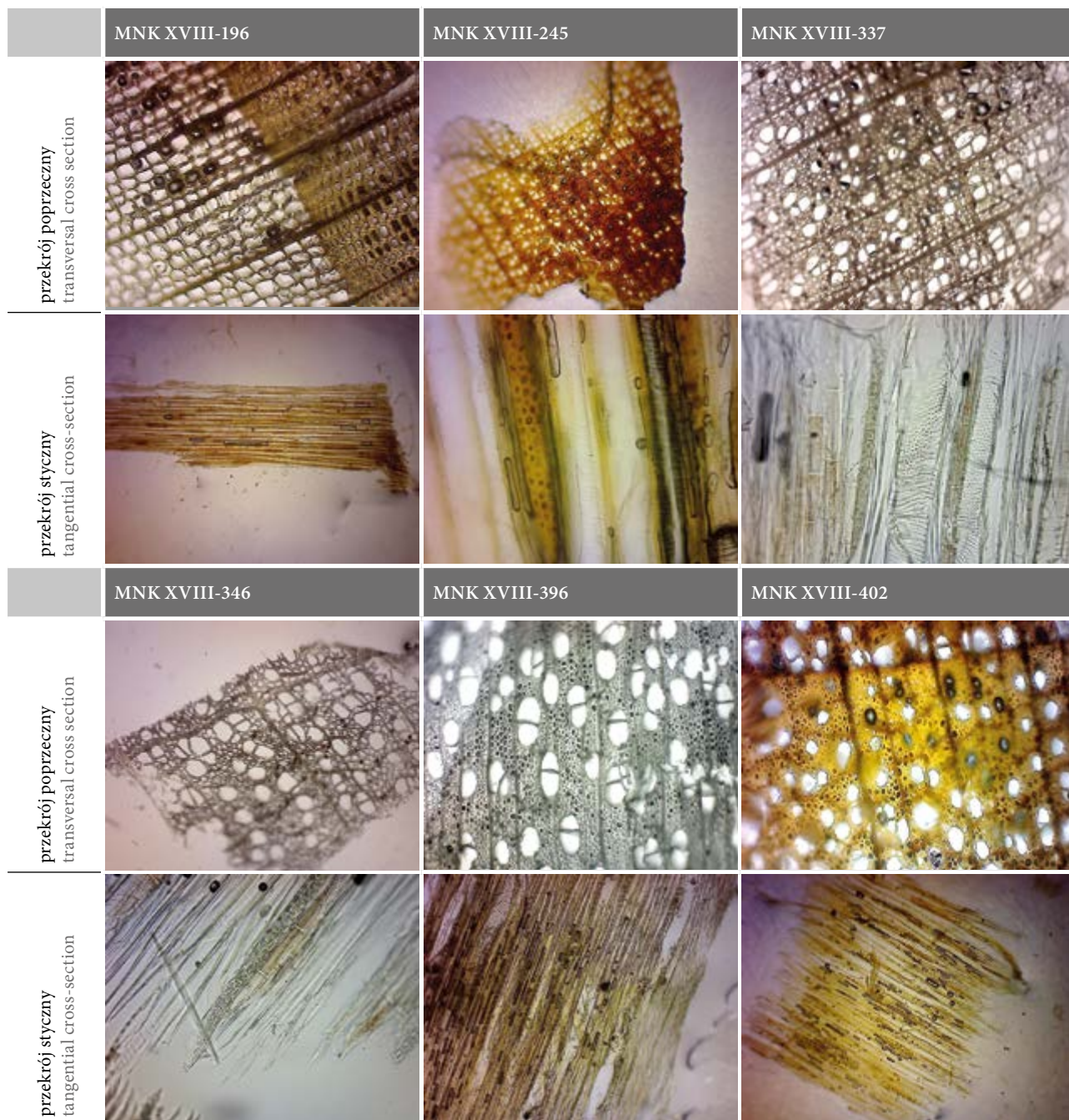
📷 1	MNK XVIII-3	MNK XVIII-4	MNK XVIII-6
przekrój poprzeczny transversal cross section			
przekrój styczny tangential cross-section			
	MNK XVIII-7	MNK XVIII-10	MNK XVIII-14
przekrój poprzeczny transversal cross section			
przekrój styczny tangential cross-section			

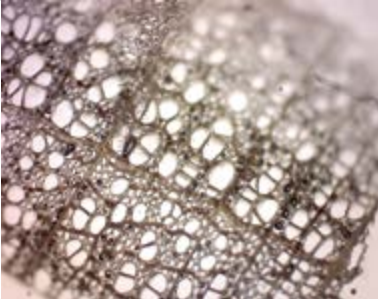
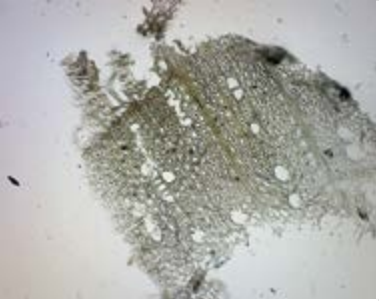
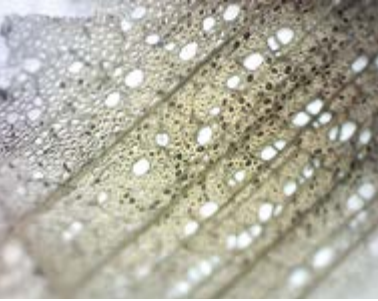



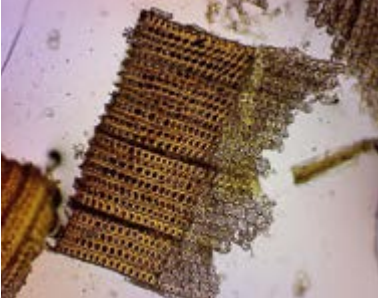
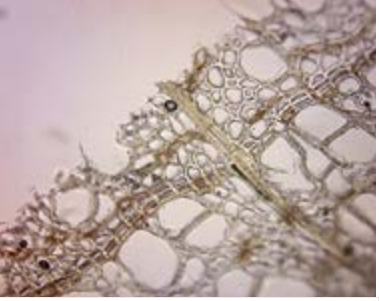




	MNK XVIII-15	MNK XVIII-19	MNK XVIII-20
przekrój poprzeczny transversal cross-section			
przekrój styczny tangential cross-section			
	MNK XVIII-25	MNK XVIII-26	MNK XVIII-27
przekrój poprzeczny transversal cross-section			
przekrój styczny tangential cross-section			

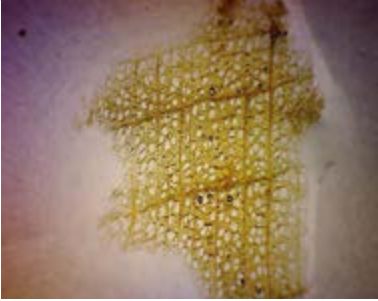
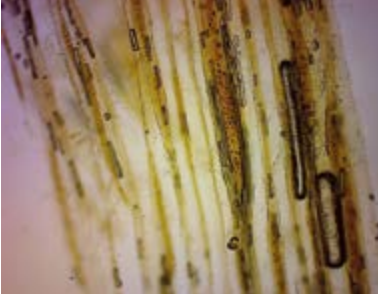
	MNK XVIII-28	MNK XVIII-29	MNK XVIII-30
przekrój poprzeczny transversal cross-section			
przekrój styczny tangential cross-section			
	MNK XVIII-45	MNK XVIII-57	MNK XVIII-58
przekrój poprzeczny transversal cross-section			
przekrój styczny tangential cross-section			

	MNK XVIII-62	MNK XVIII-64	MNK XVIII-68
przekrój poprzeczny transversal cross-section			
przekrój styczny tangential cross-section			
	MNK XVIII-71	MNK XVIII-87	MNK XVIII-110
przekrój poprzeczny transversal cross-section			
przekrój styczny tangential cross-section			

	MNK XVIII-111	MNK XVIII-112	MNK XVIII-123
przekrój poprzeczny transversal cross-section			
przekrój styczny tangential cross-section			
	MNK XVIII-183	MNK XVIII-186	MNK XVIII-192
przekrój poprzeczny transversal cross-section			
przekrój styczny tangential cross-section			



	MNK XVIII-452	MNK XVIII-533	MNK XVIII-534
przekrój poprzeczny transversal cross-section			
przekrój styczny tangential cross-section			
	MNK XVIII-636	MNK XVIII-795a	MNK XVIII-871
przekrój poprzeczny transversal cross-section			
przekrój styczny tangential cross-section			

	MNK XVIII-874		
przekrój poprzeczny transversal cross section			
przekrój styczny tangential cross-section			

Aneks 4 | Appendix 4

Tabele geologiczne

dr hab. Mariusz Kędziński
Instytut Nauk Geologicznych UJ

Geological Tables

Dr hab. Mariusz Kędziński
Institute of Geological Sciences of Jagiellonian University



Liczba okazów oznaczona w preparatach uszeregowana stratygraficznie Number of specimens marked in samples arranged stratigraphically

	stan zachowania state of preservation	liczba taksonów number of taxa	liczba okazów number of specimens	poziomy stratygraficzne stratigraphic levels	<i>Acuturris scootus</i>	<i>Ahmuellerella octoradiata</i>	<i>Ahmuer. regularis</i>	<i>Amphiz. brooksi</i>	<i>Arkh. cymbiformis</i>	<i>Arkh. confusa</i>	<i>A. specillata</i>	<i>Arkhangelskiella sp.</i>	<i>A. maastrichtiensis</i>	<i>Biscutum constans</i>
MNK-XVIII-110	D2	47	300	A. maastrichtiensis	3	3	1	5	10	7	29	23		
MNK-XVIII-112 nr 5' zaprawa no 5' ground	D2	49	300		1	5		11	4	38	12	21		
MNK-XVIII-112 nr 5 zaprawa no. 5 ground	D2	47	300		6			19	2	27	12	18		
MNK-XVIII-402 N4 zaprawa N4 ground	D3	41	300		1	5	2	10		5	4	7		
MNK-XVIII-110 nr 4 zaprawa Trojca? no. 4 ground Trinity?	D3	44	300		3	1		10	8	29	4	20		
MNK-XVIII-452 nr 5 no. 5	D3	39	300		1			11	9	34	8	13		
MNK-XVIII-68 nr 4 zaprawa no. 4 ground	D4	39	300		4			21	8	1	27	11	7	
MNK-XVIII-58 nr 5 zaprawa no. 5 ground	D4	41	300		5	6		22	6	22	7	19		
MNK-XVIII-110 LICO M.B. zaprawa ground	D3	33	300		1	1		59	7	2	37	8	10	
MNK-XVIII-337 nr 5 zaprawa no. 5 ground	D4	33	300		1			35		34	4	11		
MNK-XVIII-874 nr 4 zaprawa no. 4 ground	D3	43	300		1	4	1	43	4	24	1	22		
MNK-XVIII-186 [4 zaprawa 4 ground]	D3	42	300		6	6		22		1	9	3	16	
Chełm, warstwy średniowieczne (CWS) medieval layers (CWS)	D4	43	300		1			20		11	2	12		
MNK-XVIII-192 nr 5 zaprawa no. 5 ground	D3	37	300		1	2		63	7	1	8	3	16	
MNK-XVIII-534 nr 4 zaprawa no. 4 ground	D4	31	206		1	1	1	8	1	19	2	3		
MNK-XVIII-366 szlif 5 cross-section 5	D4	27	159		1			2	5	61	25	2		
MNK-XVIII-533 nr 4 zaprawa no. 4 ground	D4	23	146		1			14	1	3	2	4		
Chełm, miasto city (CC)	D3	37	300		1	1		75		5	6	4		
MNK-XVIII-64 nr 5 zaprawa no. 5 ground	D3	37	300		1	2		42	2	1	14	32		
MNK-XVIII-3 nr 4 zaprawa no. 4 ground	D3	37	300		1	2		41	2	1	26	21		
MNK-XVIII-45 nr 5 zaprawa no. 5 ground	D2	49	300		3			34		2	7	18		
MNK-XVIII-123 nr 4 zaprawa no. 4 ground	D3	35	300		3			43		3	17			
MNK-XVIII-10 [4 zaprawa 4 ground]	D4	29	300		2			73		13	9			
Chełm, górką katedralną (CGK) Cathedral Hill (CGK)	D2	42	300		5			9		5	54			
MNK-XVIII-26 nr 5 zaprawa no. 5 ground	D3	44	300	1	1		42	5	3	24	9			
MNK-XVIII-87 (4) zaprawa (4) ground	D3	40	300	2	1		40	3	18	7				
MNK-XVIII-245 nr 4 zaprawa no. 4 ground	D3	52	300	1			33	1	1	13	29			
MNK-XVIII-111 nr 4 zaprawa no. 4 ground	D4	29	300				40		2	14	7			
MNK-XVIII-19 [4 zaprawa 4 ground]	D3	43	300	3	5		63		2	14	24			
MNK-XVIII-4 nr 4 zaprawa no. 4 ground	D4	42	300	3	2		69		1	8	5			
MNK-XVIII-636 nr 5 zaprawa no. 5 ground	D3	41	300	2			15		3	8	13			
MNK-XVIII-29 [4 zaprawa 4 ground]	D3	39	300	1	2		33		2	12	21			
MNK-XVIII-62	D4	34	300	5	2		83		3	8	5			
MNK-XVIII-25 [4 zaprawa 4 ground]	D3	39	300	5	3		63		2	8	11			
MNK-XVIII-32 szlif 11 cross-section 11	D3	37	300	3	3		34		3	36	14			
MNK-XVIII-30 nr 4 no. 4	D4	34	153	2	1		3		3	2				
MNK-XVIII-71 nr 7 zaprawa no. 7 ground	D3	22	121				1	12	2	16	6			
MNK-XVIII-795a (szlif 4) zaprawa (cross-section 4) ground	D4	27	212				1			2				
MNK-XVIII-7 nr 5 zaprawa no. 5 ground	D4	24	136					7	1	4	1			
MNK-XVIII-5 zaprawa ground	D4	16	104				1				1			
MNK-XVIII-20 zaprawa ground	D4	25	101				2		5	1	7	3		
MNK-XVIII-27	D4	26	107				1		12		9	2		
MNK-XVIII-130c odwrocie zaprawa nr 5 ground on the back no. 5	D4	19	300				1							
MNK-XVIII-591 nr 4 zaprawa no. 4 ground	D4	4	4											
MNK-XVIII-6 nr 5 zaprawa no. 5 ground	D4	4	17						1					
MNK-XVIII-130c LICO nr 5 zaprawa no. 5 ground	D4	12	38											
MNK-XVIII-196 nr 4 zaprawa no. 4 ground	D4	1	1											
MNK-XVIII-183 4 zaprawa właściwa ground	D2	2	2						1					
MNK-ND 11250a zaprawa? ground?	o	o	0											
MNK-ND 11250a nr 4 zaprawa no. 4 ground	o	o	0											
MNK-XVIII-57 nr 5 zaprawa no. 5 ground	o	o	0											
MNK-XVIII-396 nr 6 złoto/zaprawa no. 6 gold/ground	o	o	0											
MNK-XVIII-574 nr 4 zaprawa no. 4 ground	o	o	0											
MNK-XVIII-183 4 zaprawa (kit C?) 4 ground	o	o	0											
MNK-XVIII-15 [4 zaprawa 4 ground]	o	o	0											
MNK-XVIII-871 [4 zaprawa 4 ground]	o	o	0											
MNK-XVIII-14 [4 zaprawa 4 ground]	o	o	0											
MNK-XVIII-346 nr 4 zaprawa no. 4 ground	o	o	0											
MNK-XVIII-28 [4 zaprawa 4 ground]	o	o	0											
Suma okazów Total number of specimens			11407		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10



<i>Bisc. coronum</i>	<i>Bisc. ellipticum</i>	<i>Biscut. melaniae</i>	<i>Braarudosphaera bigelowii</i>	<i>Br. parca constricta</i>	<i>Br. parca parca</i>	<i>Bronsonia sp.</i>	<i>B. enormis</i>	<i>Br. furfiva</i>	<i>B. signata</i>	<i>Bukrylithus ambiguus</i>	<i>Calculites ovalis</i>	<i>Chl. ast. amphiopons</i>	<i>Chl. ast. litterarius</i>	<i>Chl. astozygus sp.</i>	<i>Corolithion exiguum</i>	<i>Cretarhabdus conicus</i>	<i>Cr. ehrenbergii</i>	<i>Cribrosphaerella daniae</i>	<i>E. gorkae</i>	<i>E. eximius</i>	<i>E. turrisfjelli</i>	<i>E. parallelus</i>	<i>Eiffelithus sp.</i>	<i>Eprolithus sp.</i>	<i>Eprolithus floralis</i>	<i>Gartn. nanum</i>	<i>Gart. obliquum</i>	<i>Gartnergo sp.</i>	<i>Helicolithus trabeculatus</i>	<i>Helic. turonicus</i>	<i>Heteromarginatus sp.</i>	<i>Kamptnerius magnificus</i>	
4	1			3	6	2					2	6	4	5			13	3			5	7					1				2		
1	1			1	6	1		1				2	3	1			7	1			4	4			1	1	4	5			3		
1	2			2	10	1		1			3			2			3			3	9	10			2		1	10			1		
2			2	2	6		1				13						2			3	4	6				3	2				3		
3	1				6	1						1	11	9			14	1	3		4	8			1								
1			1		3	1					2		3	2			4	1	1		7	8			1				14		1		
			1		4							6	2				1		2		12	1				2	2	3			4		
1				2								3	2		1	7				6							2	2	3			4	
											2	2	5				5				2	4						1	7			2	
					1							1	2		1	3		2		4	4					1		3	2				
	3	1			3	2						3	1	1	1	4	1	1		4						3	1	3	6			2	
1	1											7	2			1	4		5	5					3	1	1	7					
1	1									1	5	4	5			1	9		5	6					2		2	1	2			2	
	4				1							5				2	2		3	4					2		2	8				2	
3	1			1	3	1						6	3			1			1	2					2		2	8				2	
					2							1				1			1		1							1				6	
																3																	
1											1				1	6	1	2		3		6					1	1	3			1	
	5							1				7	1			1	3		1	2						1			11			1	
					2	2						3				1	1	3		3		3					1	2	2				
1				2				2	3			5				3	3		3	5					3	1	2	6			2	5	
			1									3	1			5	1		6	5						3	1	2	6			2	1
								1		1			1		1	5			6	1							1		1				
1	1				1						1	6				1	1	5		4	11												8
2	1	1		1	6						1	5	1	1	1	7			10		4	4			2		5	5				6	
6			1	3							2					4	1	2		4	4					1	2	4				2	
								1	1			2	6			7	1	3		7	4					1	1	9				1	
					2							1	1						2		2	1						5				1	
								1				2	2			3		2	1	4	1	5					2	5			1	1	
1								1				1				1			2	3		2			1	1	1	1					
	3							1		1		2				2		2		1	4				2		2	7				1	
			1			1						2				2		3	1	4	2	3				2	1	4	7				1
												1	1			4		2		5	2						2	4					5
1	1										2	1			4	2	1		7	1	3					1	1	4				2	
				2	1						1	1	2			2		2		6	4												4
1				3	1						4			1		1			6	6	5					1	3	3					
	2			2	2											2				3													2
					1											1				1		2	4			1	2	1					
					3									1					1		1	2						4	1				
						1														1	3	2				1							
			1		1									1		1				2	3								1				
								1						2		1		1											3				1
				4													1			8		8	1	3		3	5						5
																	1				1	1	1	1									4



<i>Br. parca constricta</i>	<i>Br. parca parca</i>	<i>Bromsonia sp.</i>	<i>B. enormis</i>	<i>Br. furtiva</i>	<i>B. signata</i>	<i>Bukrylithus ambiguus</i>	<i>Calculites ovalis</i>	<i>Chiaast. amphiopos</i>	<i>Chias. litterarius</i>	<i>Chiasozygus sp.</i>	<i>Corolithion exiguum</i>	<i>Cretarhabdus conicus</i>	<i>Cr. ehrenbergii</i>	<i>Cribrosphaerella daniae</i>	<i>E. gorkae</i>	<i>E. eximius</i>	<i>E. turrissefelli</i>	<i>E. parallelus</i>	<i>Eiffelithus sp.</i>	<i>Eprolithus sp.</i>	<i>Eprolithus floralis</i>	<i>Gartn. nanum</i>	<i>Gart. obliquum</i>	<i>Gartnergo sp.</i>	<i>Helicolithus trabeculatus</i>	<i>Helic. turonicus</i>	<i>Heteromarginatus sp.</i>	<i>Kamptrernius magnificus</i>	<i>Lithraphidites carniolensis</i>	<i>Lithraphidites quadratus</i>	<i>Loxolithus armilla</i>	<i>Lucianorhabdus caueyxii</i>
0	1	2	1	0	0	0	1	2	1	2	0	0	4	1	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
0	0	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	1
0	1	3	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	3	0	3	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1
1	1	2	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	3
0	0	2	0	0	0	0	0	4	3	0	0	5	0	1	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0	2	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	0	0	0	0	3	0	2	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	3	0	0	1	0	1	0	1	0
0	0	1	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	2	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2
0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1	1	0	2	0	0	0	1	0	1	0	1	0	2	0	0	1	0	1	2	0	1	2	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	4	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	3	0	1	0	0	1	0	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	2	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	2	1	0	0	0	3	0	0	1	0	0	1	0	0	4	4	0	3	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	1
0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	1	0	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0

Ciąg dalszy tabeli 2
Table 2 continued



<i>Lucionorhabdus</i> sp.	<i>Markalius apertus</i>	<i>Markalius inversus</i>	<i>Microrhabdulus decoratus</i>	<i>M. cubiformis</i>	<i>M. decussata</i>	<i>Micula praemurus</i>	<i>Micula murus</i>	<i>Micula</i> sp.	<i>M. swastica</i>	<i>Monomarginatus</i> sp.	<i>Misceomarginatus</i> sp.	<i>Nephrolitus frequens</i>	<i>Nephro. miniporus</i>	<i>Orastrum campanensis</i>	<i>Petrarhabdus copulatus</i>	<i>Podorhabdus cf. elkfensis</i>	<i>Pl. ffbuliformis</i>	<i>Placozygus spiralis</i>	<i>Pred. arkhangel'skyi</i>	<i>Pred. cretacea</i>	<i>Predisc. incohatus</i>	<i>Pre. ponticula</i>	<i>Predis. spinoza</i>	<i>Predis. stoveri</i>	<i>Pred. microrhabdulina</i>	<i>Prediscosphaera</i> sp.	<i>Quadrum gartneri</i>	<i>Rhagodiscus angustus</i>	<i>Rhagodiscus</i> sp.	<i>R. anthophorus</i>	<i>R. levis</i>	<i>Reinhardtites</i> sp.
0	0	0	0	0	2	0	0	6	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	11	0	0	1	0	0	0	
0	0	0	0	0	8	0	0	19	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	5	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	1	6	0	0	12	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	3	0	1	0	1	0	8	0	0	0	0	1	1	
3	0	0	0	1	13	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	1	1	
3	0	1	0	1	5	0	0	9	0	0	0	1	1	0	0	0	4	0	0	5	0	0	0	0	2	8	0	0	1	0	0	
2	0	0	0	1	13	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	3	10	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	1	27	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	0	1	0	0	1	5	0	0	0	0	1	0	
1	0	0	0	1	11	0	0	15	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	5	0	0	0	1	2	6	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	9	0	0	13	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	6	0	1	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	19	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	1	7	0	0	0	0	0	1	
1	0	0	0	0	8	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	7	0	0	0	1	1	8	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	11	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	7	0	0	1	0	2	12	0	0	0	0	0	0	
0	0	1	0	1	26	0	0	8	0	0	0	4	1	0	0	1	5	0	2	0	0	0	1	1	5	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	21	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	5	7	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	13	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	1	6	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	
2	0	1	0	1	25	1	0	32	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	1	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	13	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	4	0	0	0	0	0	13	0	0	0	1	0	0	
1	0	1	0	0	10	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	4	0	0	0	0	3	12	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	20	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	5	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	
1	0	1	1	0	11	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	8	0	1	0	1	2	14	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	15	1	0	12	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	6	0	0	0	0	2	15	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	22	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0	2	11	0	0	0	0	0	0	
0	0	1	0	0	11	0	0	3	0	0	0	7	1	0	0	8	0	0	2	0	0	0	0	0	6	0	0	1	0	0	0	
1	0	0	0	0	9	1	0	11	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	5	0	1	1	0	1	9	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	18	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	0	0	0	1	1	11	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	12	0	1	5	0	0	0	1	0	0	0	5	0	0	4	0	0	1	1	3	10	0	0	0	0	0	1	
1	0	0	0	1	30	1	0	21	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	14	1	0	11	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	2	0	0	0	1	2	11	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	1	0	27	1	0	12	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	1	12	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	30	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6	0	0	0	0	1	14	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	17	0	0	8	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	7	0	0	0	0	1	14	0	0	0	0	1	0	
2	0	0	0	0	24	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	2	0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	0	1	
1	0	0	1	1	24	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	7	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	1	1	
2	0	0	0	0	15	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	1	6	0	0	1	0	0	0	
9	0	0	0	0	7	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	1	1	
1	0	0	1	0	10	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	1	0	
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	5	1	0	0	0	0	1	
3	0	0	1	1	4	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	4	0	0	1	0	0	0	
0	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	1	17	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	1	0	6	1	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	21	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	1	

<i>Retec. angustiforata</i>	<i>Ret. crenulata</i>	<i>Retecapsa sp.</i>	<i>Rotolapillus crenulatus</i>	<i>Staur. angustus</i>	<i>Staur. imbricatus</i>	<i>Staur. laffitei</i>	<i>Staur. mitchincensis</i>	<i>Staurolithites sp.</i>	<i>Tegumentum stradneri</i>	<i>Thoracosphaera sp.</i>	<i>T. gabalus</i>	<i>T. orionatus</i>	<i>Tranolithus stemmerikii</i>	<i>Uniplanarius gothicus</i>	<i>Watz. barnesiae</i>	<i>Z. birescenticus</i>	<i>Z. erectus</i>	<i>Zeugrhabd. embergeri</i>	<i>Zeugr. sigmoides</i>	<i>Zeugrhabdotus sp.</i>	Suma Total	
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	17	0	0	0	1	0	100	110	
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	2	100	112_5'	
2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6	1	0	0	1	1	100	112_5	
1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	19	2	0	0	0	5	100	402_N4	
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	100	110_4	
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	1	100	452	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	100	68	
0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	3	100	58	
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1	100	110_LICO	
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	100	337	
0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	100	874	
0	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	16	1	0	0	0	1	100	186	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	4	100	CWS	
0	0	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	1	100	192	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	100	534	
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	3	100	366	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10	0	0	0	0	1	100	533	
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1	0	0	0	0	100	CC	
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	100	64	
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	6	0	0	0	0	0	100	3	
2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	5	0	0	0	1	0	100	45	
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	7	0	0	0	0	1	100	123	
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	100	10	
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	8	0	1	0	8	100	CGK	
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1	100	26	
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7	0	0	0	0	2	100	87	
1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	2	2	100	245	
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	1	1	100	111	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	1	100	19	
0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	100	4	
0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	100	636	
0	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	100	29	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	100	62	
0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	100	25	
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	4	100	32	
1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	23	1	0	0	0	5	100	30	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	3	100	71	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	61	5	0	1	0	7	100	795a	
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	0	0	0	0	5	100	7	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	1	0	0	1	5	100	5	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	20	0	0	0	0	2	100	20	
1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	7	1	0	0	3	4	100	27	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79	0	0	0	0	1	100	130c	



Udział procentowy głównych rodzajów, taksonów charakterystycznych oraz wyniki analizy klastrow

Percentage participation of main genus and characteristic taxa as well as results of cluster analysis

	<i>Ahmuellerella</i>	<i>Arkhangelskiella</i>	<i>Biscutum</i>	<i>Broinsonia</i>	<i>Chiastozygus</i>	<i>Cribrospheraella</i>	<i>Eiffelithus</i>	<i>Gartnerago</i>	<i>Helicolithus</i>	<i>Lucianorhabdus</i>	<i>Micula</i>	<i>Placozygus</i>	<i>Prediscosphaera</i>	<i>Retecapsa</i>	<i>Staurolithites</i>	<i>Watznaueria</i>	<i>Heteromarginatus</i> sp.	<i>Monomarginatus</i> sp.	<i>Miscromarginatus</i> sp.	<i>Nephrolithus frequens</i>	<i>Nephro. miniporus</i>	<i>Staur. mielnicensis</i>	A	B	C	D	E
110	1	17	9	4	5	5	4	0	0	2	8	0	14	2	1	17	1	0	0	3	0	0					
112_5'	2	22	8	3	2	3	3	2	2	1	27	3	11	2	0	5	0	0	0	0	1	0					
112_5	2	20	7	5	1	1	6	1	3	1	20	1	13	4	1	6	0	0	0	1	0	0					
402_N4	2	6	3	4	0	1	4	2	0	6	27	1	7	2	1	19	0	0	0	0	0	0					
110_4	1	17	8	2	7	5	5	0	0	3	16	4	16	2	0	8	0	0	0	1	1	0					
452	0	21	5	2	2	2	5	0	5	2	29	2	15	1	0	6	0	0	0	0	0	0					
68	1	23	2	2	3	0	5	1	1	3	39	1	11	0	1	2	0	0	0	0	0	0					
58	4	19	7	1	2	2	2	0	2	2	27	3	14	2	2	5	0	0	0	0	1	1					
110_LICO	1	38	3	0	2	2	2	0	0	5	22	2	14	0	1	4	0	0	0	1	0	0					
337	0	24	4	0	1	1	3	1	1	1	40	2	12	3	0	5	0	0	0	0	0	0					
874	2	24	8	2	1	2	2	2	2	1	20	4	17	2	1	7	0	0	0	0	0	0					
186	4	12	6	0	3	0	5	2	2	1	17	3	22	3	1	16	0	0	0	0	0	0					
CWS	0	11	5	0	5	0	7	1	1	0	35	6	10	0	0	0	0	0	0	4	1	0					
192	1	27	7	0	2	1	3	1	3	1	26	2	15	1	2	5	0	0	0	0	0	1					
534	1	15	3	2	4	0	1	0	0	2	56	2	5	0	0	5	0	0	0	0	0	0					
366	1	58	1	1	1	1	1	1	0	6	11	1	3	4	0	3	0	0	0	0	0	0					
533	1	14	3	0	0	2	1	0	0	2	58	2	5	0	0	10	0	0	0	0	0	0					
CC	1	29	2	0	0	2	4	1	1	3	20	7	17	1	0	8	1	1	1	2	1	1					
64	1	20	12	0	3	0	2	0	4	1	21	4	20	1	1	8	0	0	0	0	0	0					
3	1	23	7	1	1	0	2	1	1	2	34	2	14	1	1	6	0	0	0	0	0	0					
45	1	14	6	1	2	1	4	2	2	1	17	5	26	2	2	5	1	0	0	0	0	0					
123	1	15	6	0	1	2	4	0	2	1	28	3	23	1	0	7	0	0	0	0	0	0					
10	1	29	3	0	0	2	2	0	0	0	35	2	18	2	0	3	0	0	0	0	0	0					
CGK	2	5	19	0	2	1	7	0	3	0	14	8	9	1	1	0	0	0	0	7	1	0					
26	1	25	4	2	2	2	5	2	2	1	21	4	18	1	1	4	0	0	0	0	0	0					
87	1	20	4	1	1	2	3	1	1	2	31	1	18	1	1	7	0	0	0	0	0	0					
245	0	16	10	0	3	3	5	1	3	2	18	5	18	2	3	4	0	0	0	1	0	1					
111	0	19	2	1	1	0	1	0	2	1	53	2	11	1	0	4	0	0	0	0	0	0					
19	3	26	8	0	1	1	4	1	2	0	26	3	17	0	0	2	0	0	0	0	0	0					
4	2	26	2	0	0	0	2	1	0	1	40	1	16	1	1	2	0	0	0	0	0	0					
636	1	9	5	0	1	1	2	1	2	1	44	2	22	2	3	2	0	0	0	0	0	1					
29	1	16	7	0	1	1	4	2	2	1	24	2	23	3	1	8	0	0	0	1	0	0					
62	2	31	2	0	1	1	3	1	1	2	34	6	10	0	0	2	0	0	0	0	0	0					
25	3	24	4	0	1	2	4	1	1	2	31	5	13	2	0	3	0	0	0	0	0	0					
32	2	24	5	1	1	1	4	0	1	3	33	2	10	0	1	6	0	0	0	0	0	0					
30	2	4	2	3	1	1	11	3	2	10	14	3	8	2	1	23	0	0	0	0	0	0					
71	1	25	7	3	0	2	2	0	2	1	32	0	14	0	0	3	0	0	0	0	0	0					
795a	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	2	2	7	0	0	61	0	0	0	0	0	0					
7	0	9	1	2	1	0	3	3	1	3	11	0	7	2	0	51	0	0	0	0	0	0					
5	1	0	1	1	0	0	4	1	0	0	5	1	1	0	0	75	0	0	0	0	0	0					
20	2	13	3	2	1	1	5	0	1	2	35	1	10	0	0	20	0	0	0	0	0	0					
27	1	20	2	1	2	1	1	0	3	2	39	2	7	1	2	7	0	0	0	0	0	0					
130c	0	0	0	1	0	0	6	3	2	1	0	0	3	0	0	79	0	0	0	0	0	0					

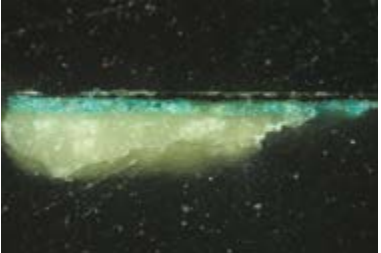
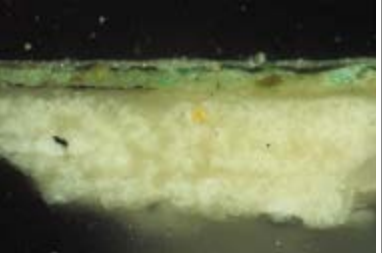



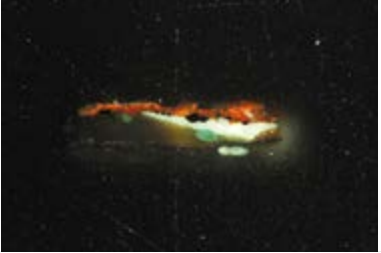
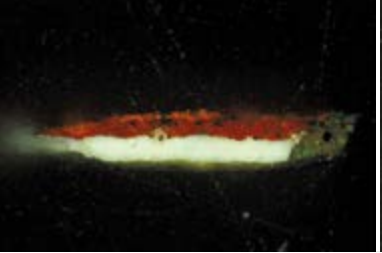
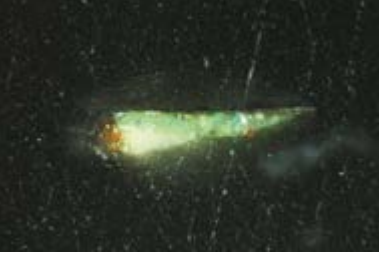
Aneks 5 | Appendix 5

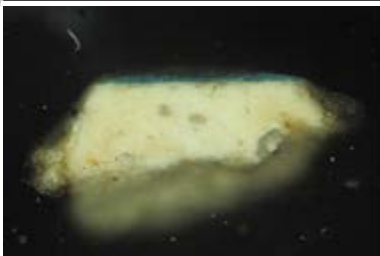
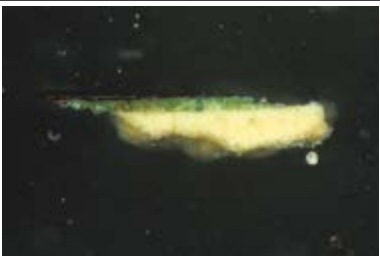
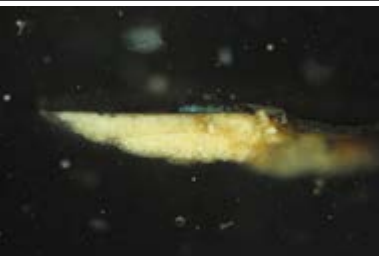
Fotografie szlifów

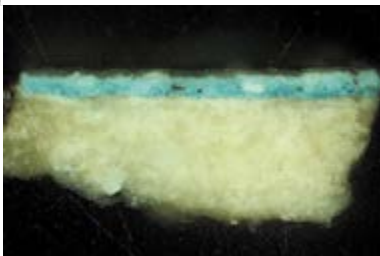
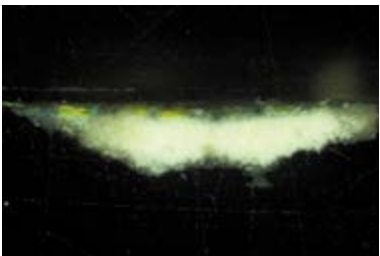
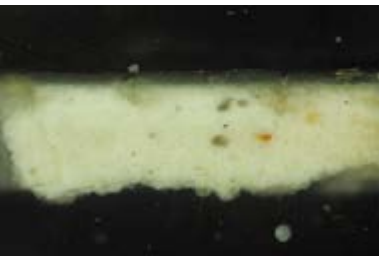
dr Michał Płotek, dr Małgorzata Walczak
Akademia Sztuk Pięknych w Krakowie

Photographs of Embedded Cross-Sections

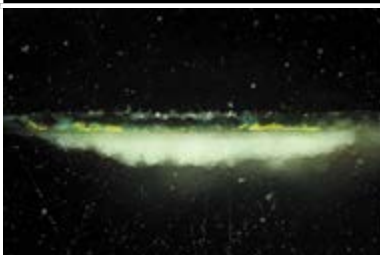
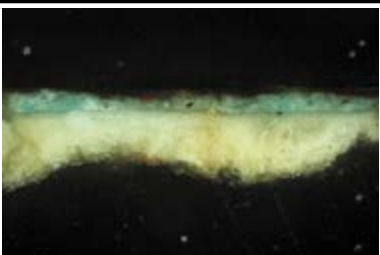
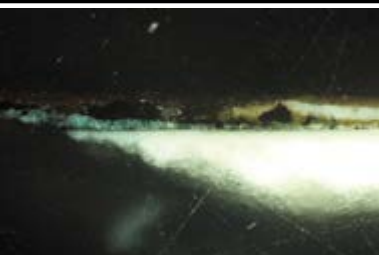
Dr Michał Płotek, Dr Małgorzata Walczak
The Academy of Fine Arts in Krakow

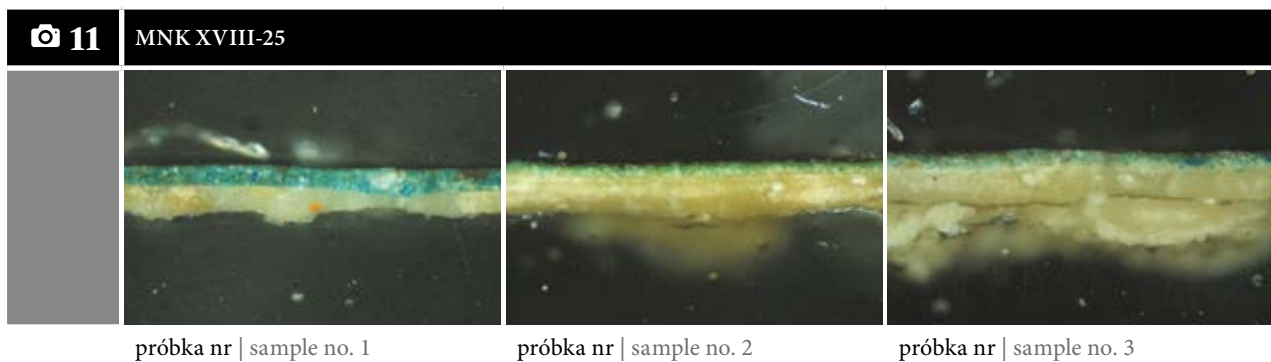
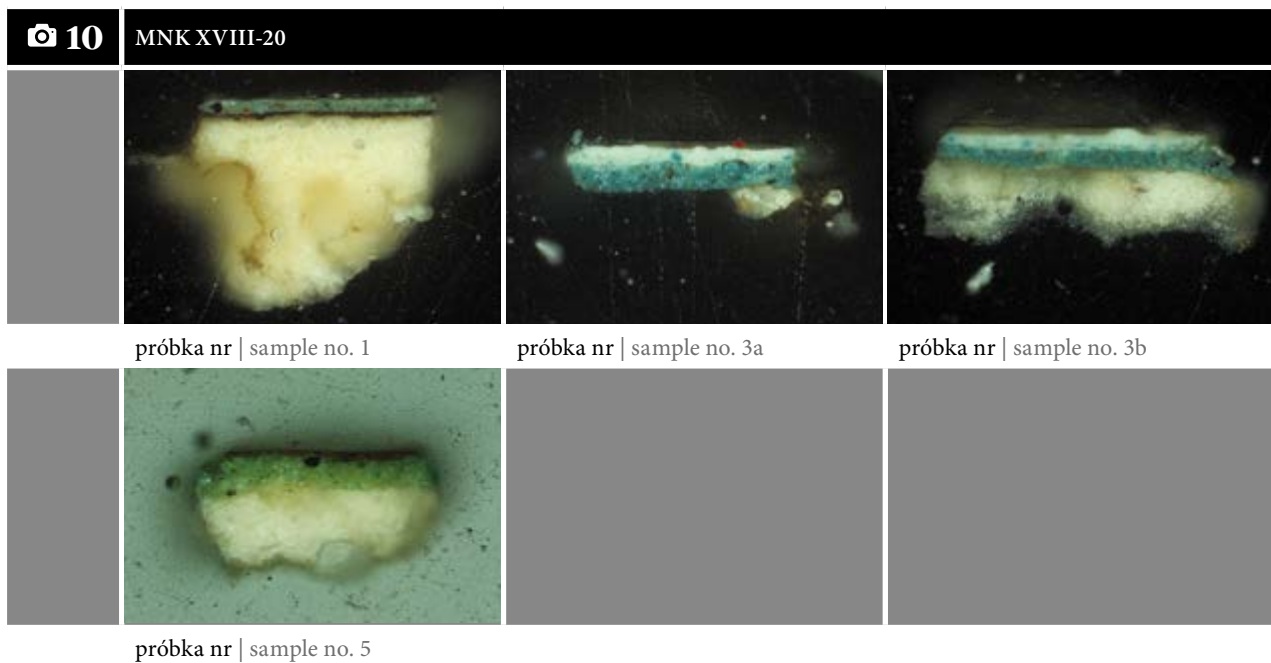
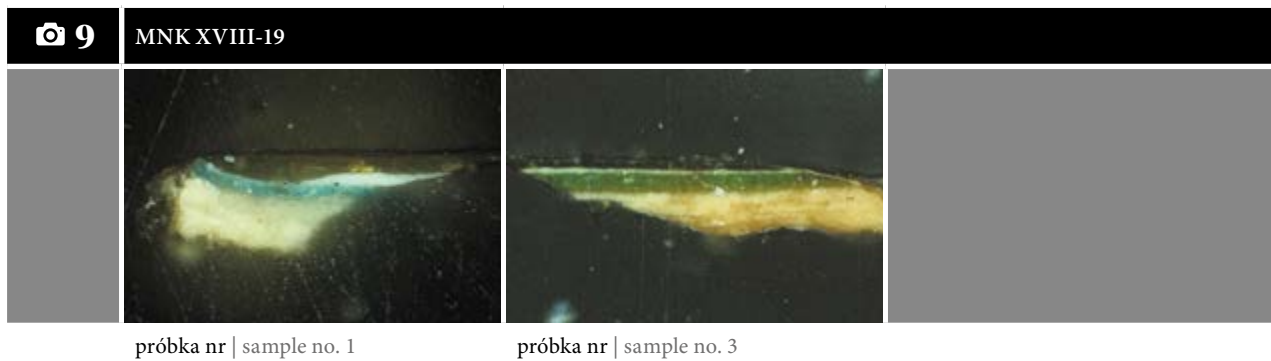
 1	MNK XVIII-3			
		próbka nr sample no. 3	próbka nr sample no. 3	
 2	MNK XVIII-4			
		próbka nr sample no. 1	próbka nr sample no. 2	próbka nr sample no. 3
 3	MNK XVIII-5			
		próbka nr sample no. 1	próbka nr sample no. 3	próbka nr sample no. 4
 4	MNK XVIII-6			
		próbka nr sample no. 1	próbka nr sample no. 2	próbka nr sample no. 3

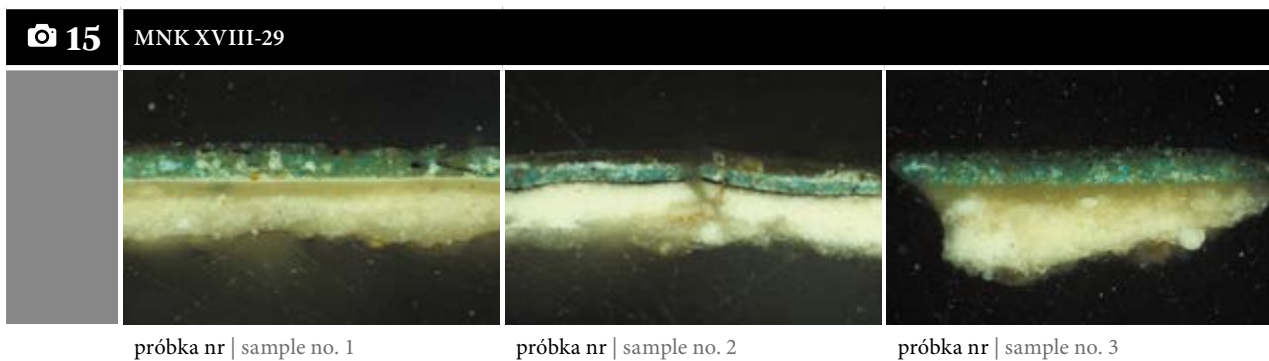
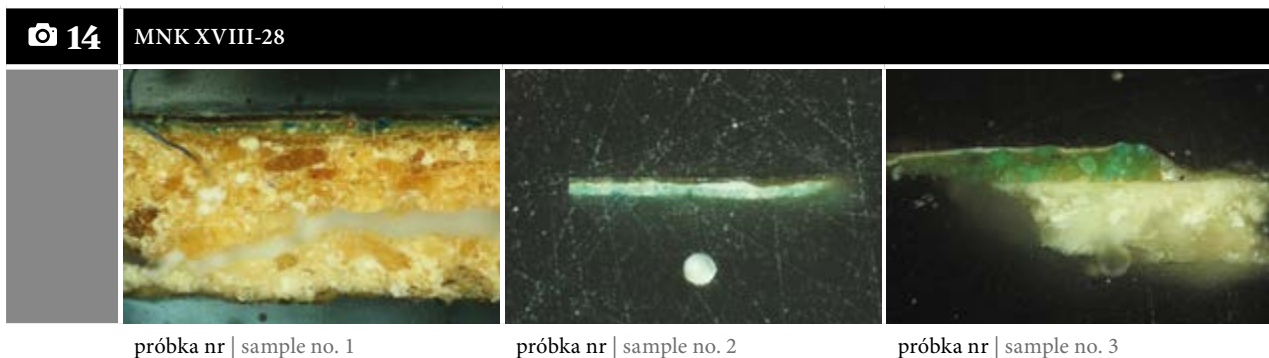
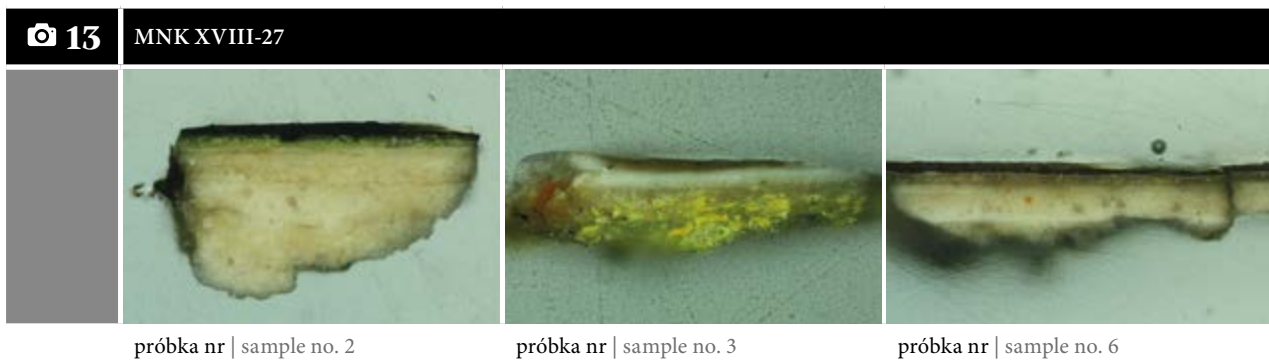
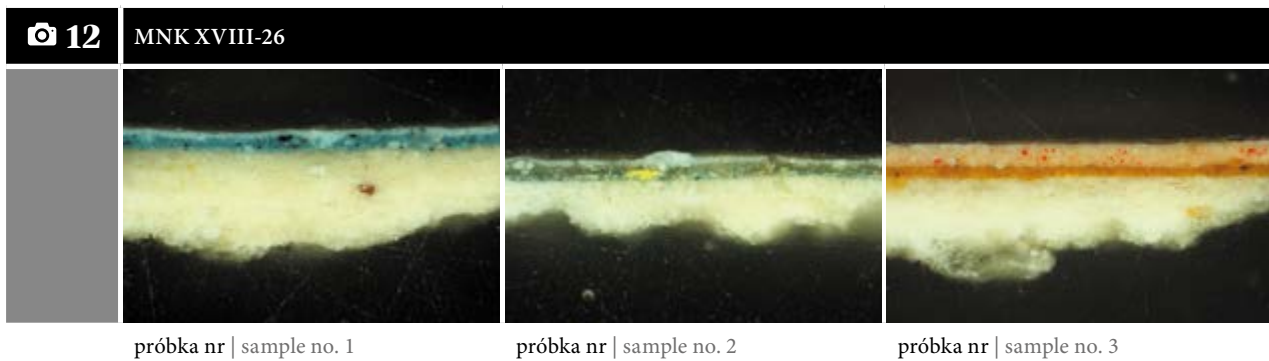
📷 5	MNK XVIII-7		
			
	próbka nr sample no. 1	próbka nr sample no. 2	próbka nr sample no. 3

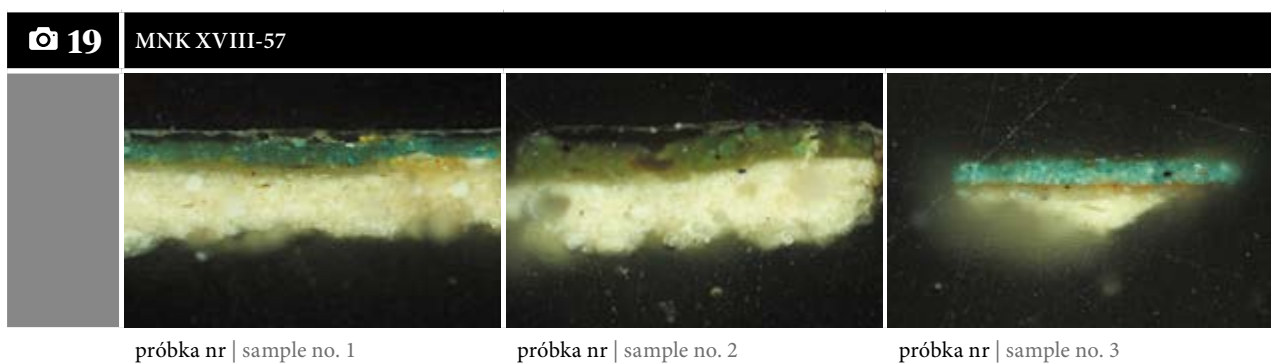
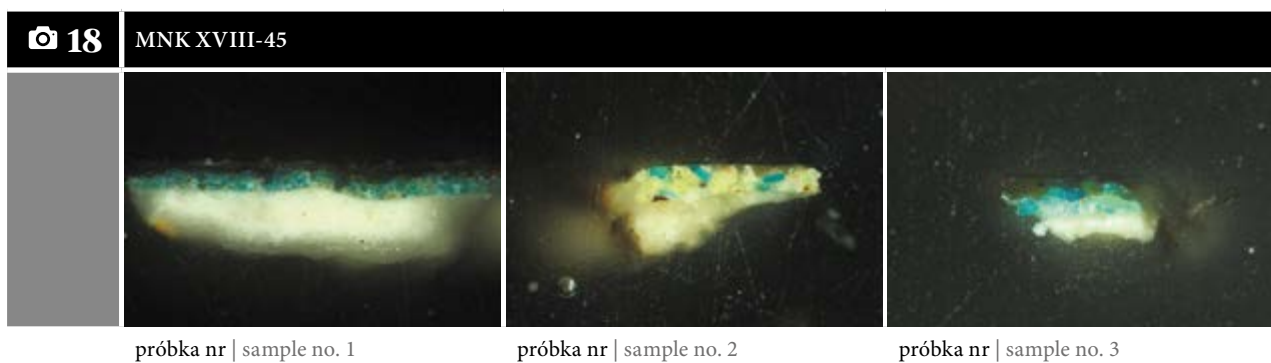
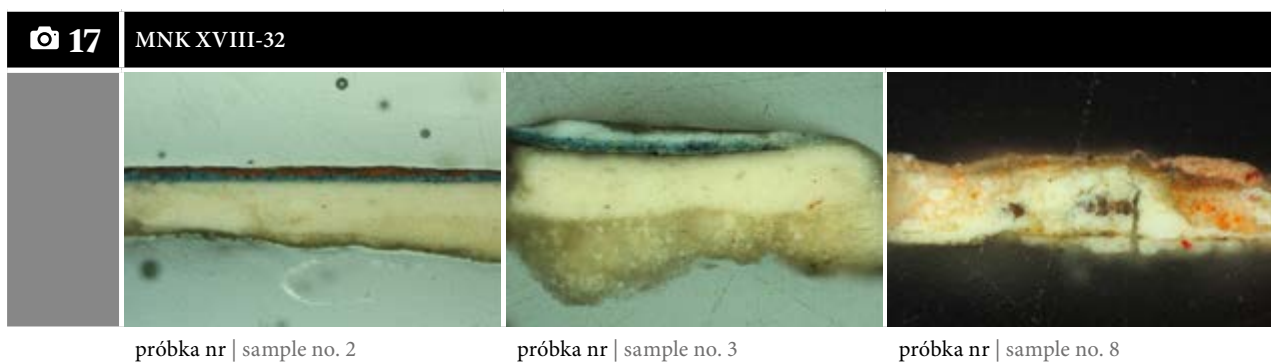
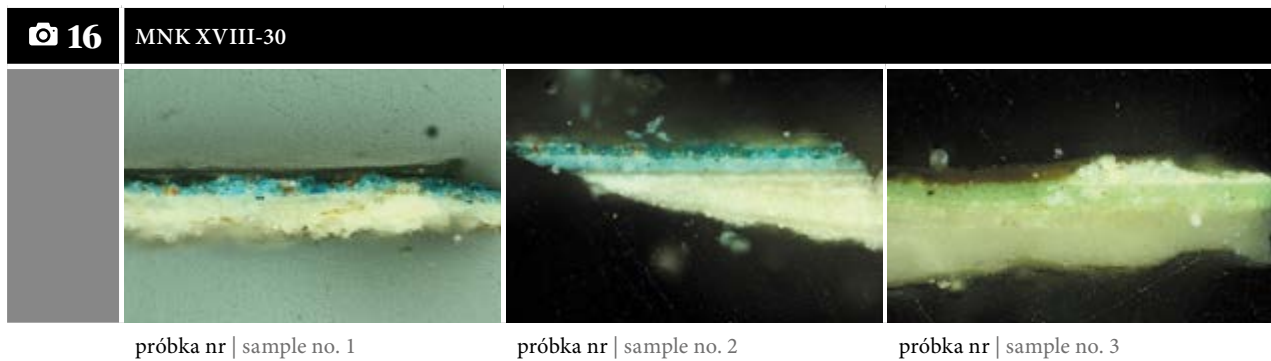
📷 6	MNK XVIII-10		
			
	próbka nr sample no. 1	próbka nr sample no. 2	próbka nr sample no. 3

📷 7	MNK XVIII-14		
			
	próbka nr sample no. 1	próbka nr sample no. 2a	próbka nr sample no. 2b
			
	próbka nr sample no. 3a	próbka nr sample no. 3b	

📷 8	MNK XVIII-15		
			
	próbka nr sample no. 1	próbka nr sample no. 2	próbka nr sample no. 3







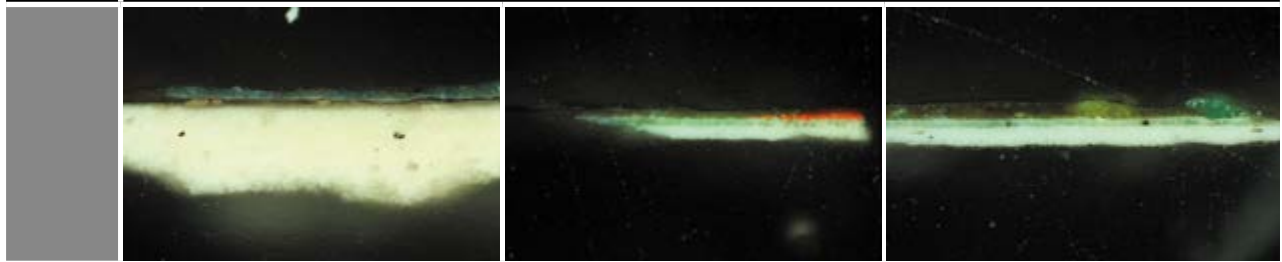
20 MNK XVIII-58			
próbka nr sample no. 1	próbka nr sample no. 3	próbka nr sample no. 4	

21 MNK XVIII-62			
próbka nr sample no. 2	próbka nr sample no. 3	próbka nr sample no. 4	
próbka nr sample no. 6	próbka nr sample no. 7		

22 MNK XVIII-64			
próbka nr sample no. 1	próbka nr sample no. 2	próbka nr sample no. 3	

23 MNK XVIII-68			
próbka nr sample no. 1	próbka nr sample no. 2	próbka nr sample no. 3	

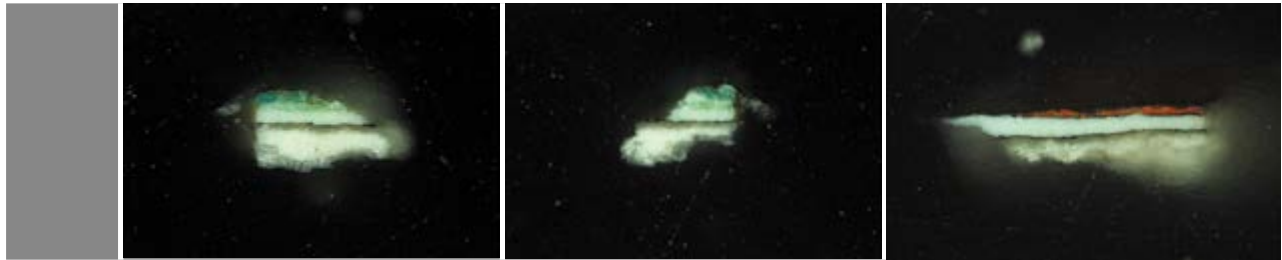
24 MNK XVIII-71



próbka nr | sample no. 1

próbka nr | sample no. 2a-1

próbka nr | sample no. 2a-2

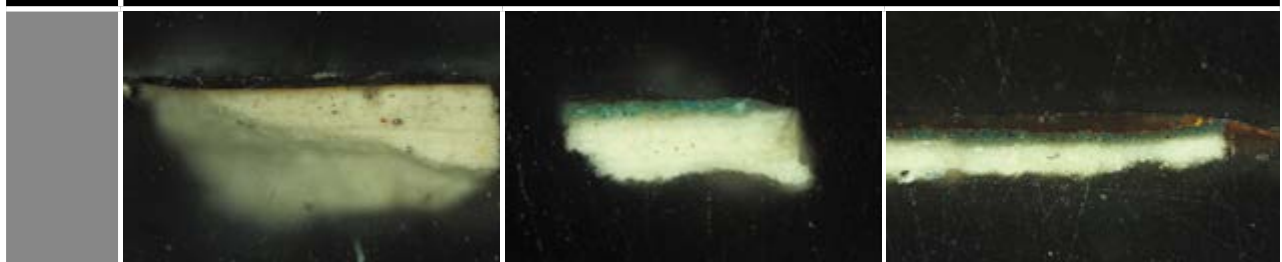


próbka nr | sample no. 2b

próbka nr | sample no. 2b

próbka nr | sample no. 4

25 MNK XVIII-87



próbka nr | sample no. 1

próbka nr | sample no. 2

próbka nr | sample no. 3

26 MNK XVIII-110

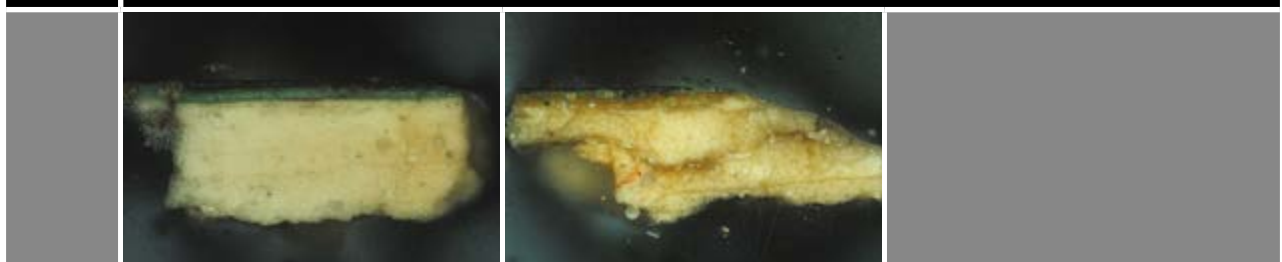


próbka nr | sample no. 1

próbka nr | sample no. 2

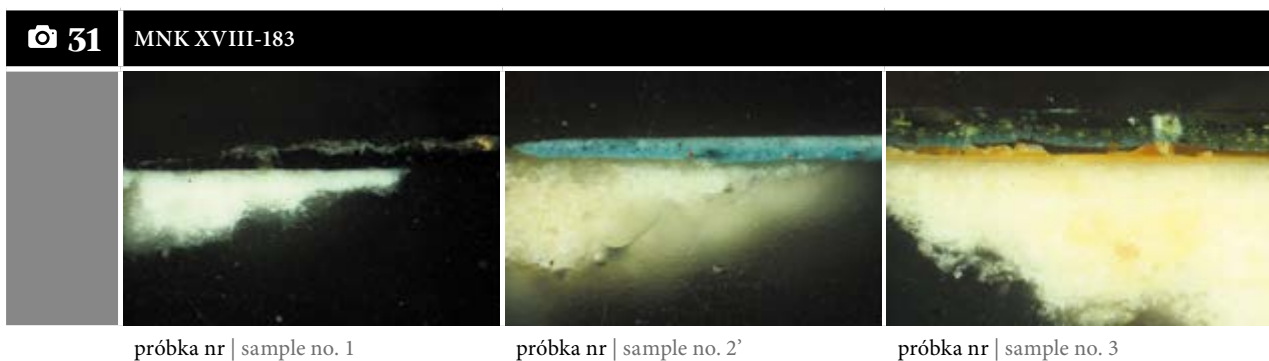
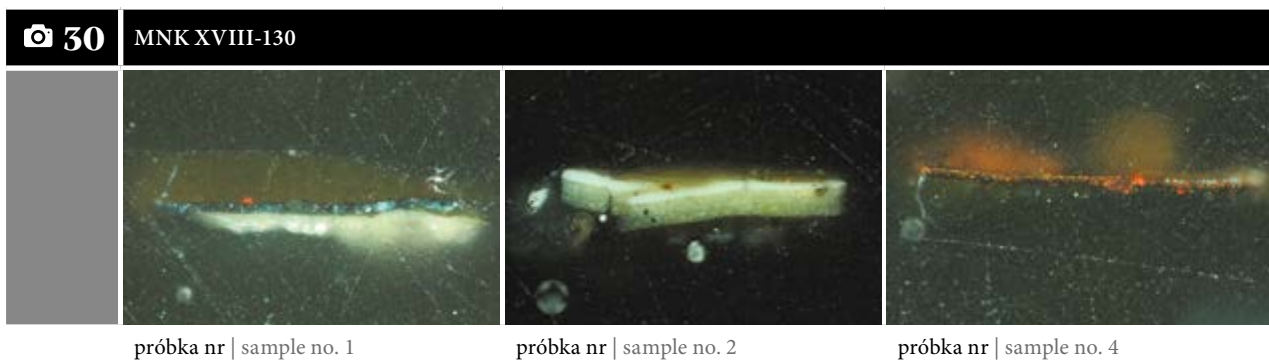
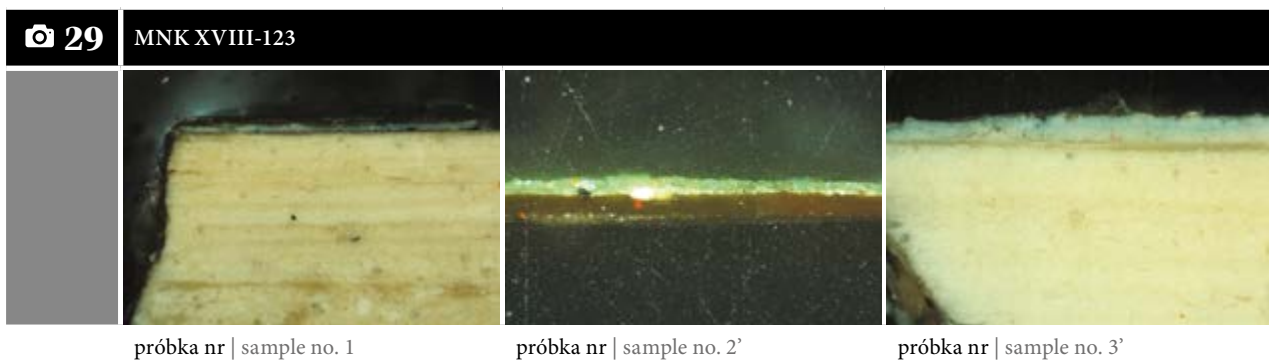
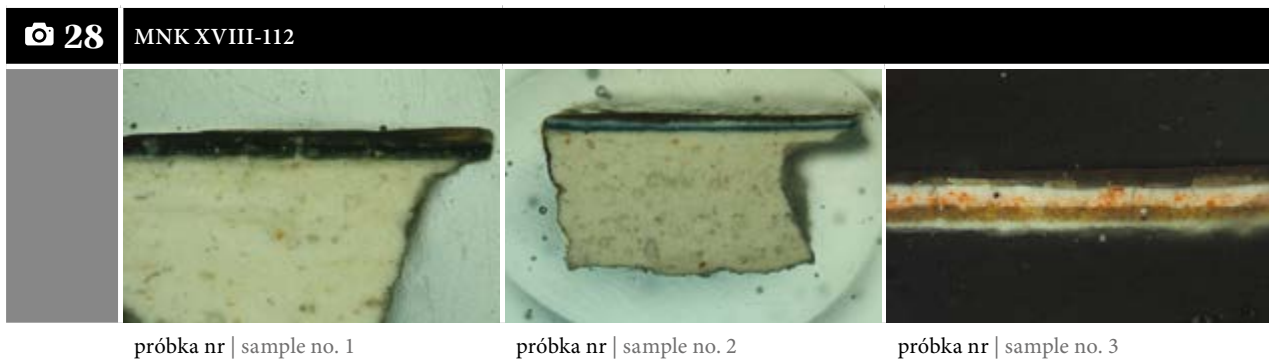
próbka nr | sample no. 3

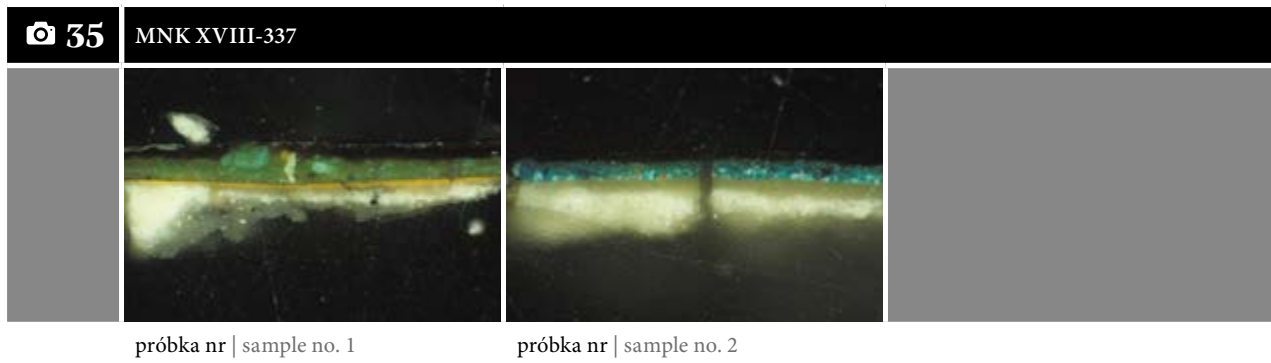
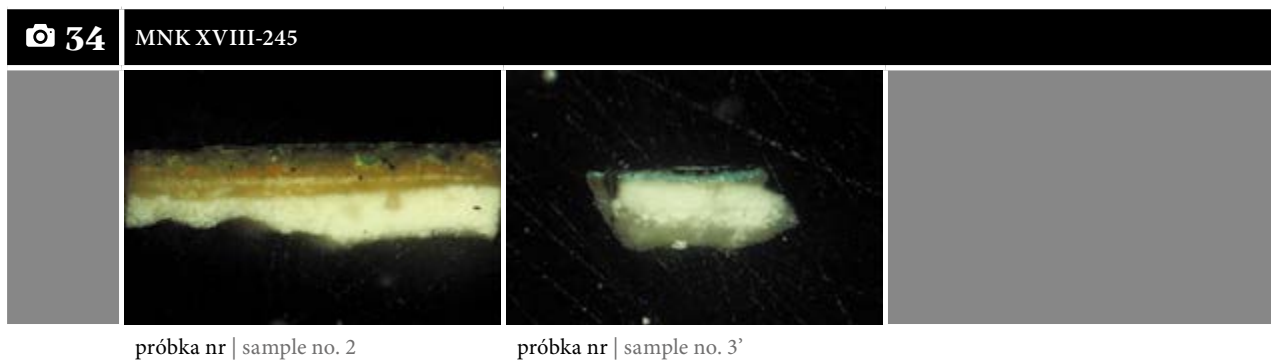
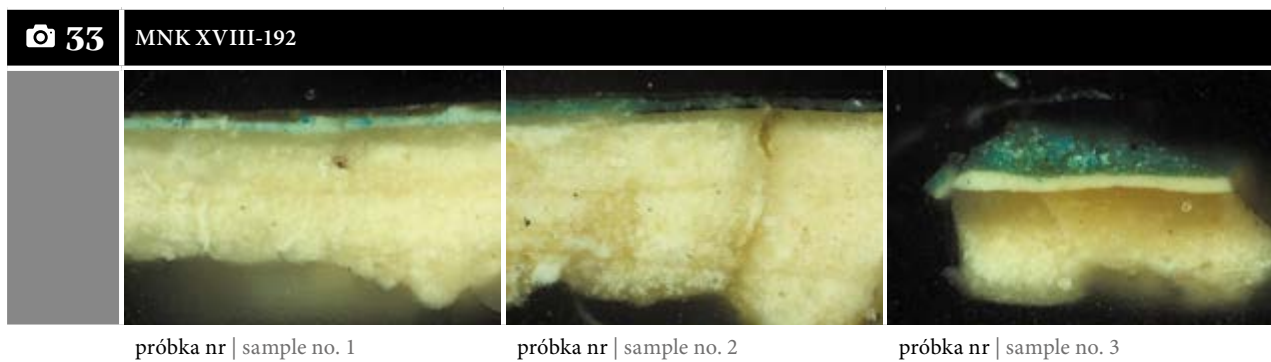
27 MNK XVIII-111


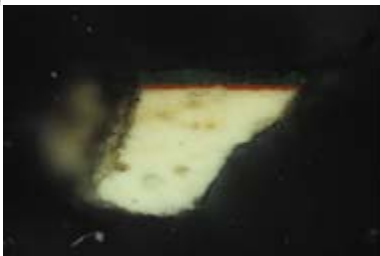
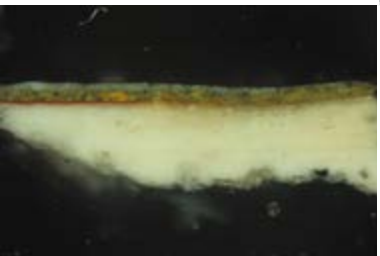




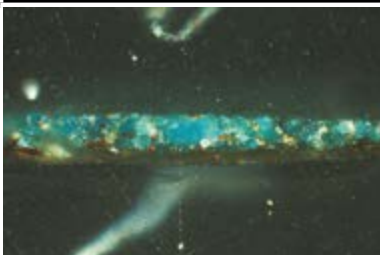
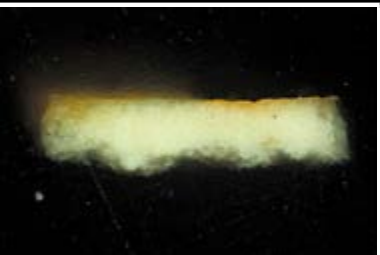
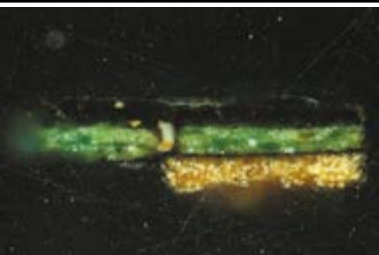
próbka nr | sample no. 1





próbka nr | sample no. 2


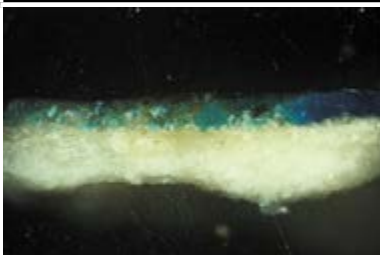






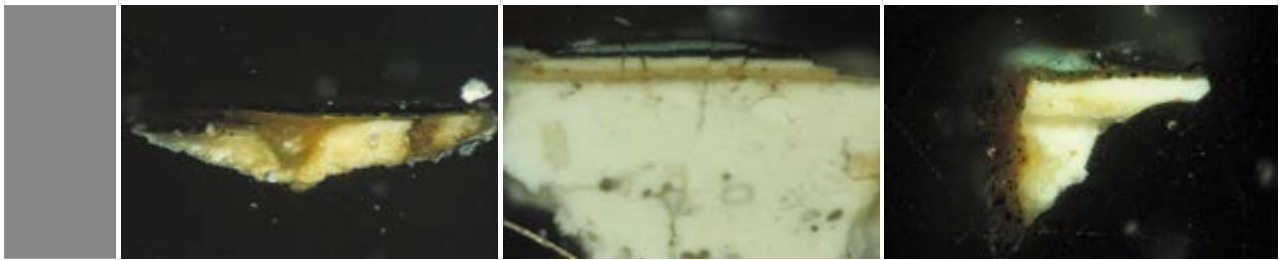
 36	MNK XVIII-346		
			
	próbka nr sample no. 1	próbka nr sample no. 2	próbka nr sample no. 3

 37	MNK XVIII-396		
			
	próbka nr sample no. 2	próbka nr sample no. 2'	próbka nr sample no. 4

 38	MNK XVIII-402		
			
	próbka nr sample no. 1	próbka nr sample no. 2	próbka nr sample no. 3

 39	MNK XVIII-452		
			
	próbka nr sample no. 2	próbka nr sample no. 4	próbka nr sample no. 6

40 MNK XVIII-533



próbka nr | sample no. 1

próbka nr | sample no. 2

próbka nr | sample no. 2'a



próbka nr | sample no. 2'b

próbka nr | sample no. 5

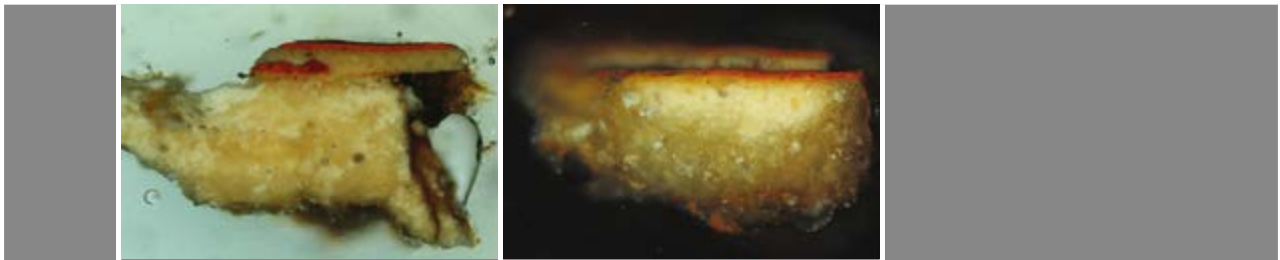
41 MNK XVIII-534



próbka nr | sample no. 1

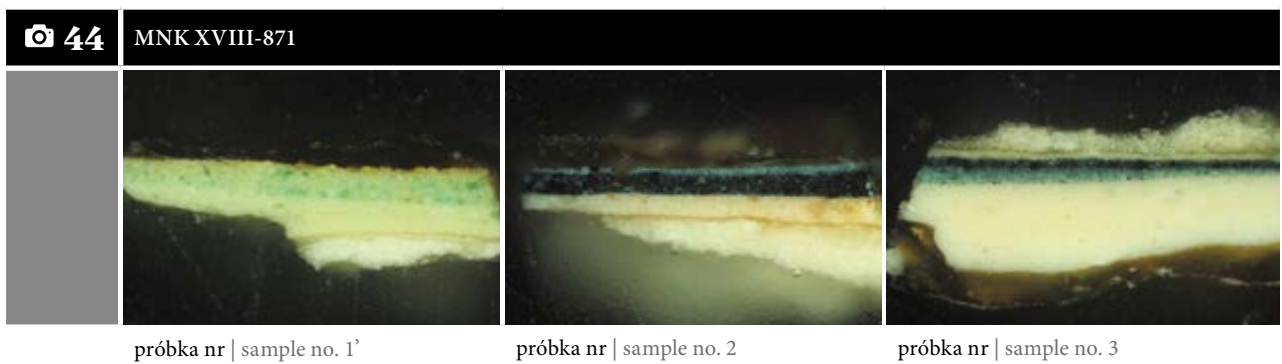
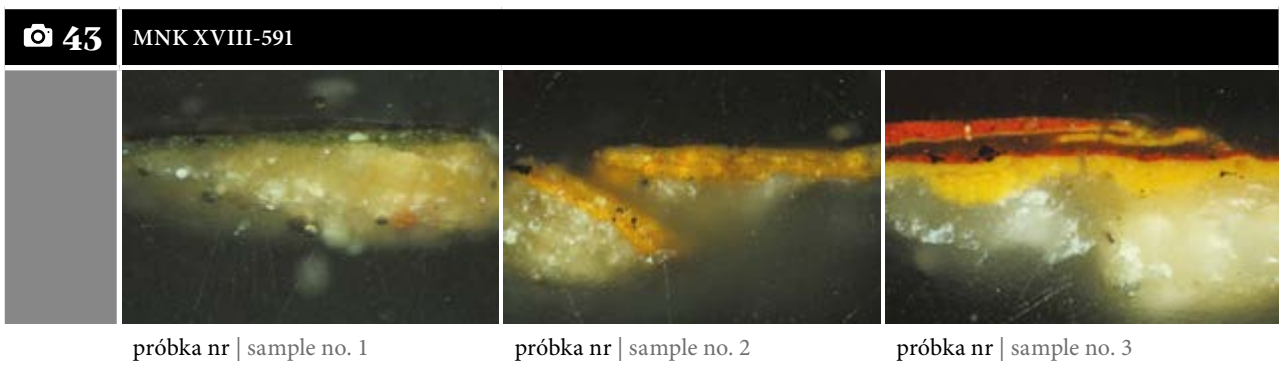
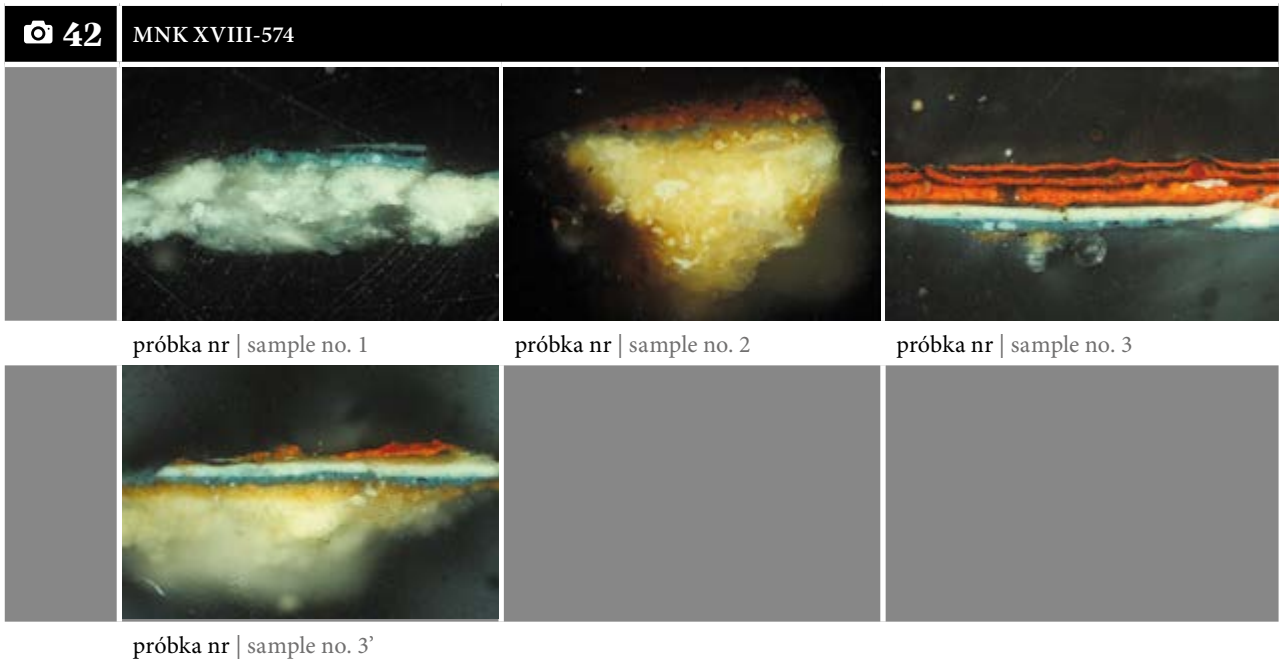
próbka nr | sample no. 1-2

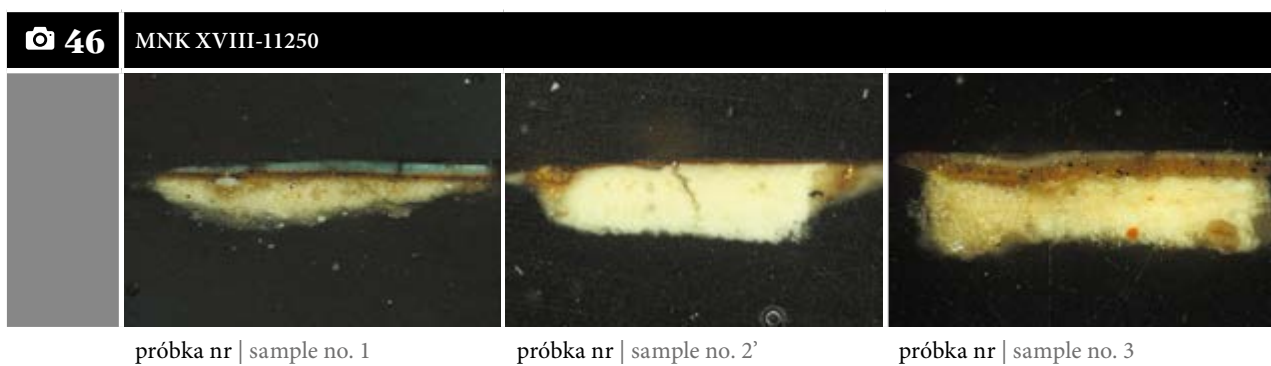
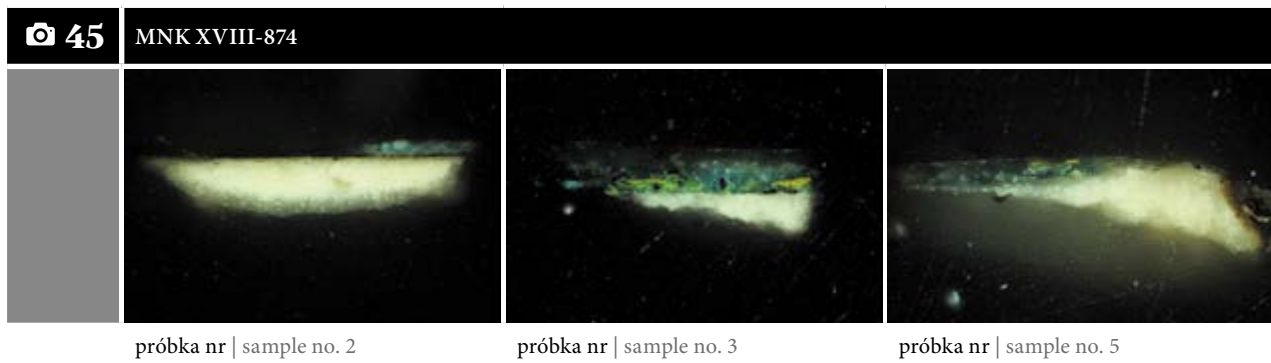
próbka nr | sample no. 2



próbka nr | sample no. 3-1

próbka nr | sample no. 3-2





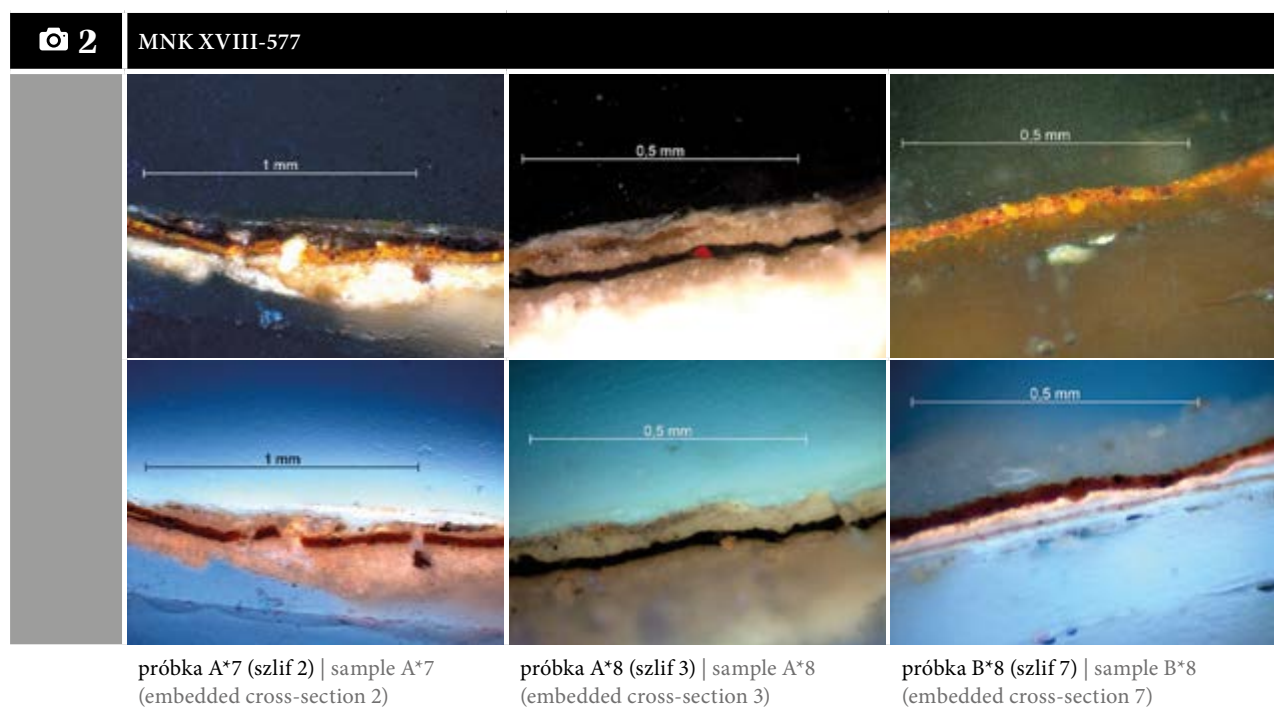
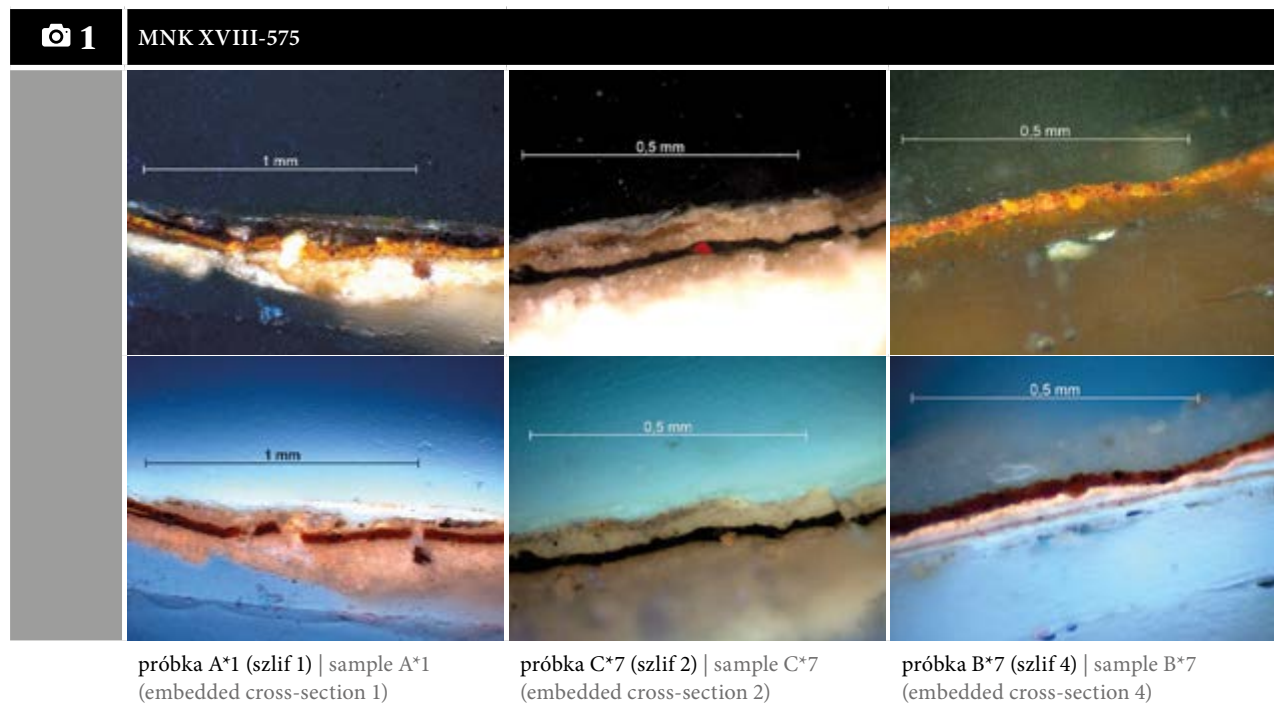
Aneks 6 | Appendix 6

Fotografie szlifów

dr Anna Klisińska-Kopacz
Laboratorium Analiz i Nieniszczących Badań Obiektów
Zabytkowych Muzeum Narodowego w Krakowie

Photographs of Embedded Cross-Sections

Dr Anna Klisińska-Kopacz
The Laboratory of Analysis and Non-Destructive Investigation of Heritage Objects at the National Museum in Krakow



Aneks 7 | Appendix 7

Makrofotografie wybranych ikon

Dominika Tarsińska-Petruk
Pracownia Konserwacji Malarstwa i Rzeźbyw Pałacu
Biskupa Erazma Ciołka
Muzeum Narodowe w Krakowie

Macrophotographs of Selected Icons

Dominika Tarsińska-Petruk
The Painting and Sculpture Conservation Studio
at The Bishop Erazm Ciołek Palace
The National Museum in Krakow

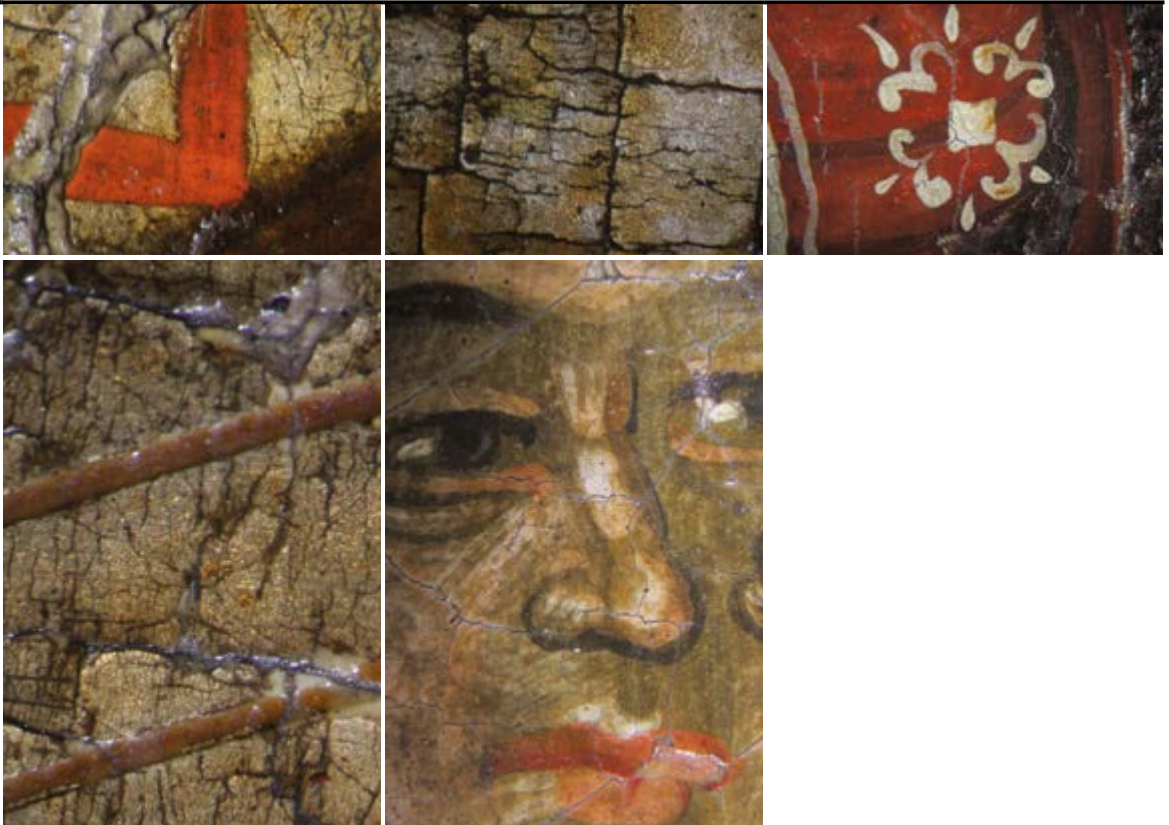
📷 1

MNK XVIII-3



📷 2

MNK XVIII-4



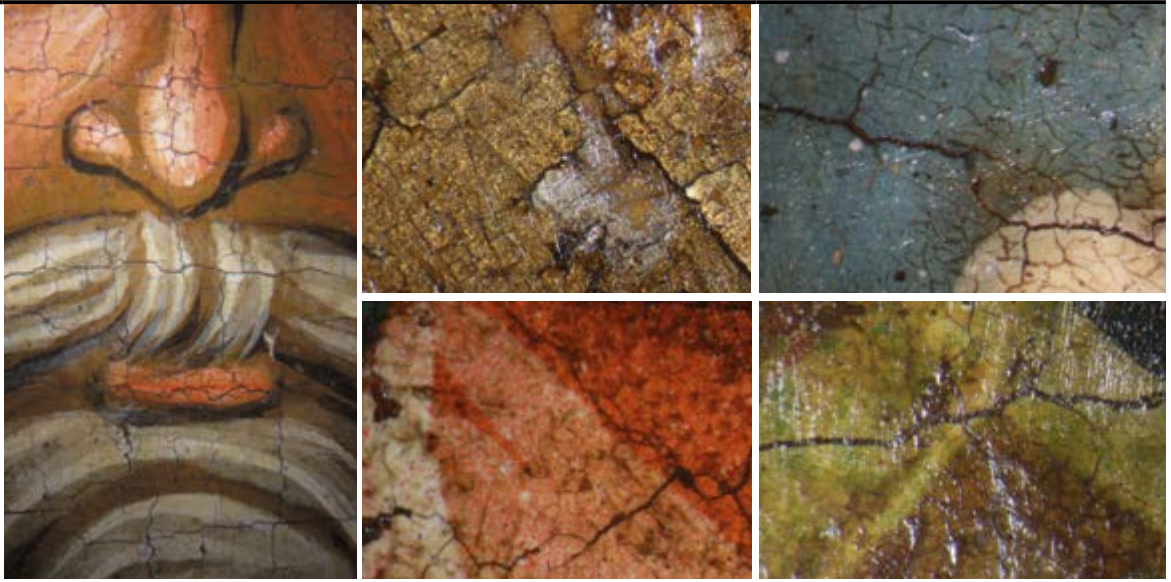
📷 3

MNK XVIII-5



📷 4

MNK XVIII-6



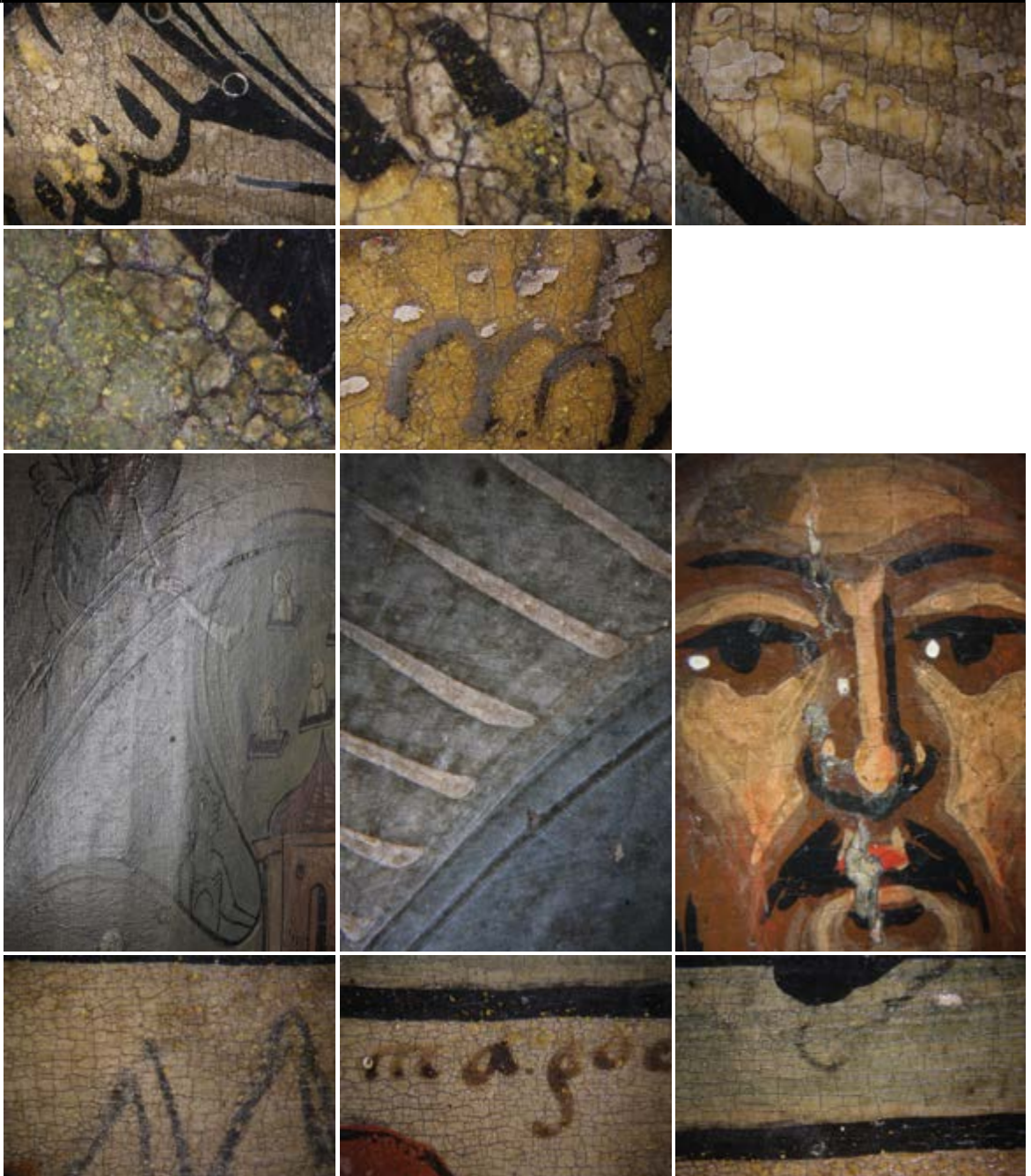
📷 5

MNK XVIII-7





MNK XVIII-10



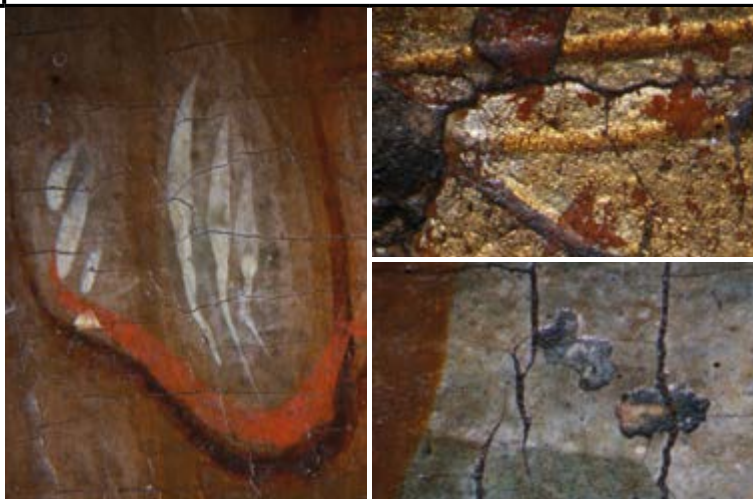
7

MNK XVIII-19



8

MNK XVIII-20





MNK XVIII-25



10

MNK XVIII-28



11

MNK XVIII-29



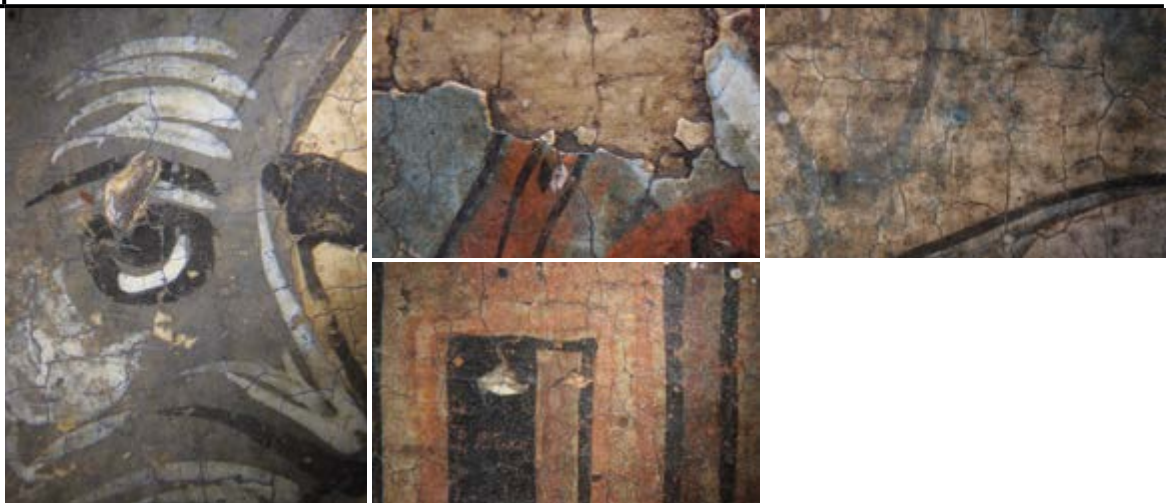
12

MNK XVIII-30

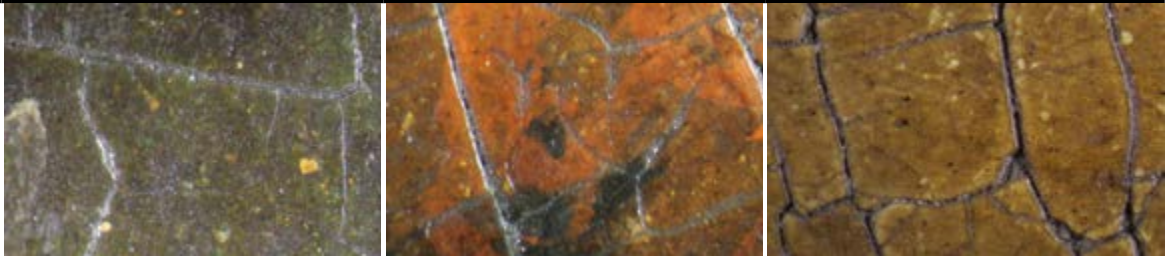


13

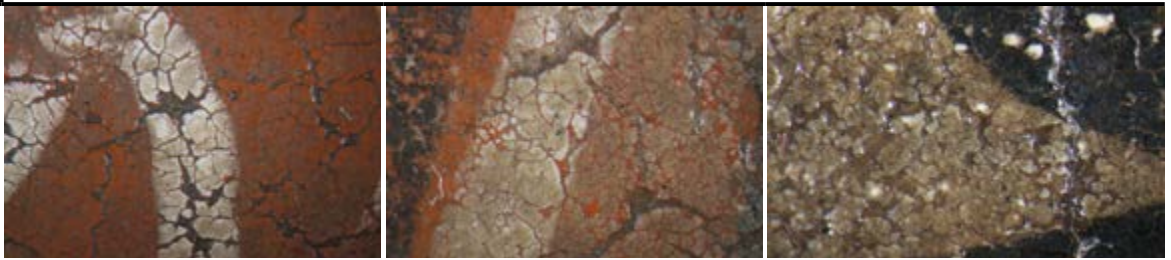
MNK XVIII-32



📷 14 MNK XVIII-57



📷 15 MNK XVIII-58



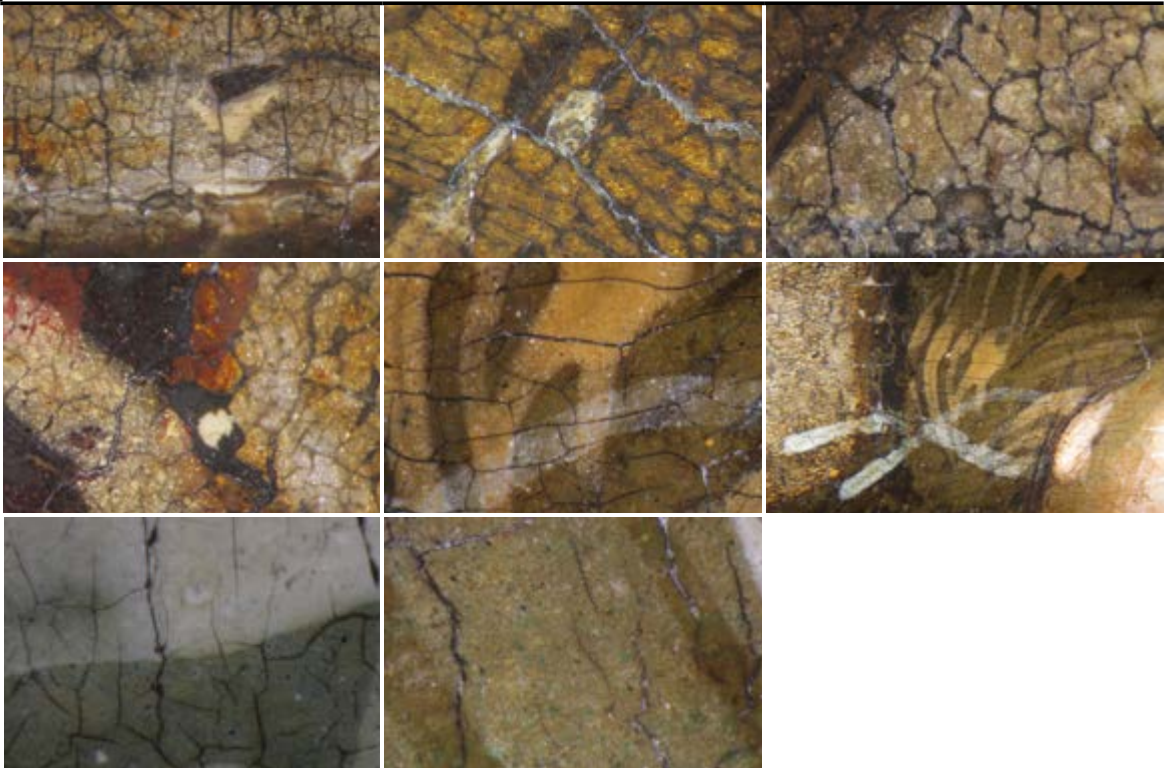
📷 16 MNK XVIII-62



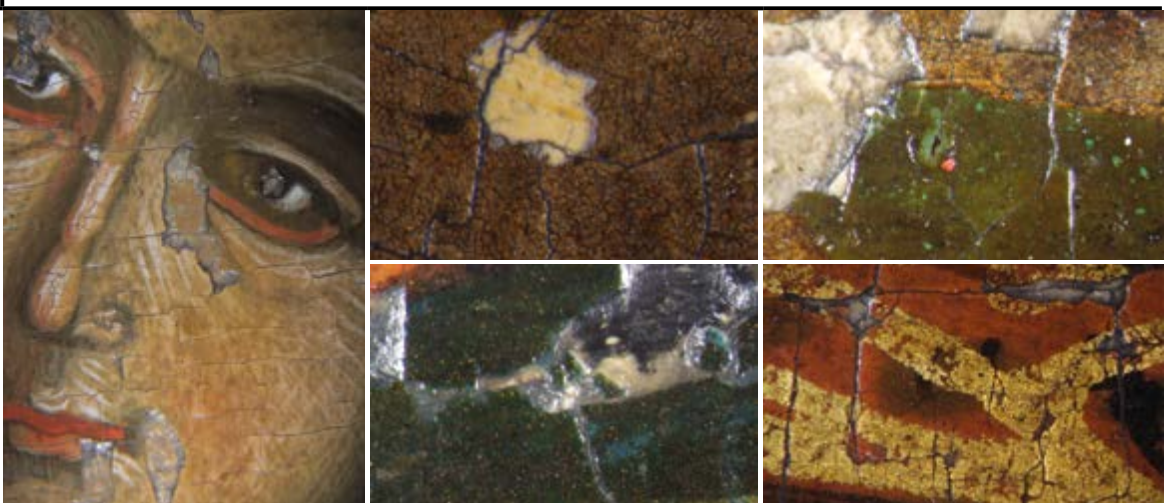
📷 17 MNK XVIII-64



📷 18 MNK XVIII-245



📷 19 MNK XVIII-337



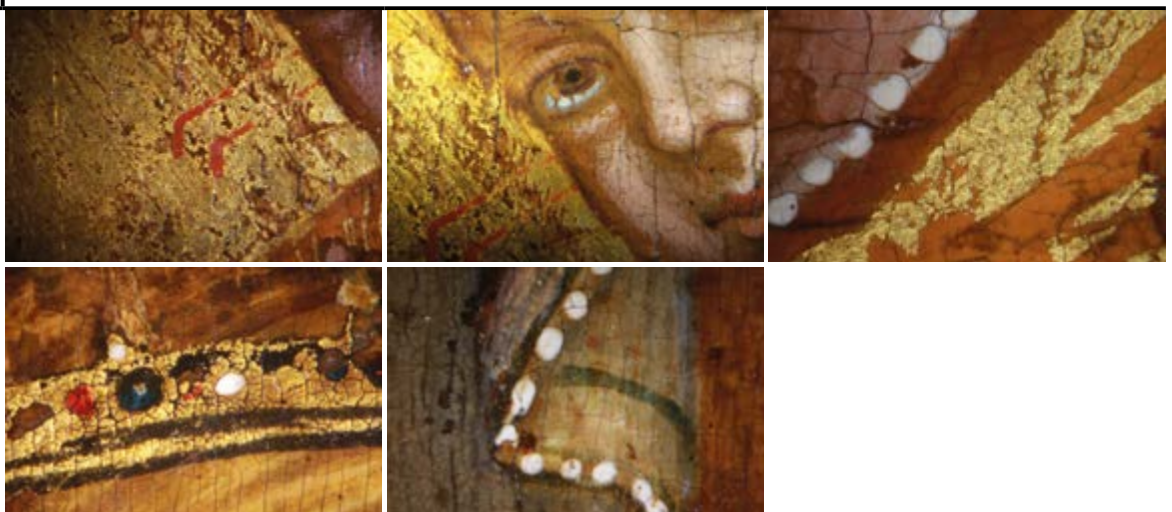
📷 20

MNK XVIII-346



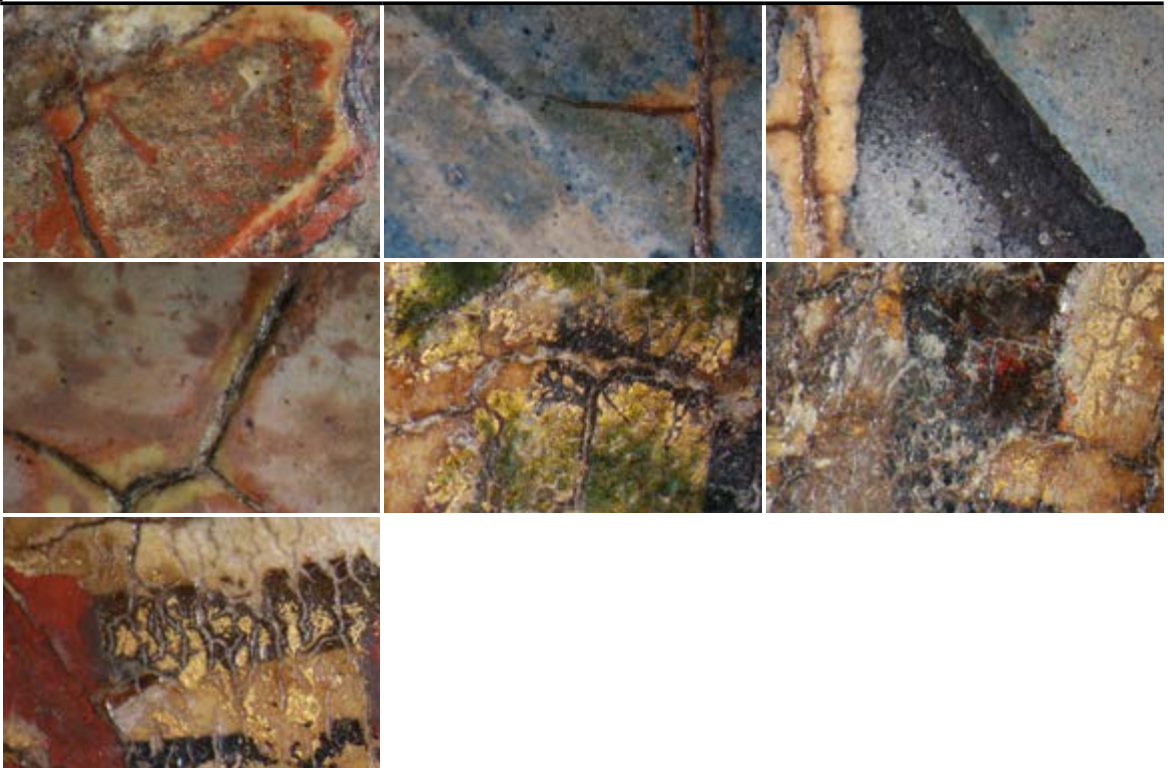
📷 21

MNK XVIII-396



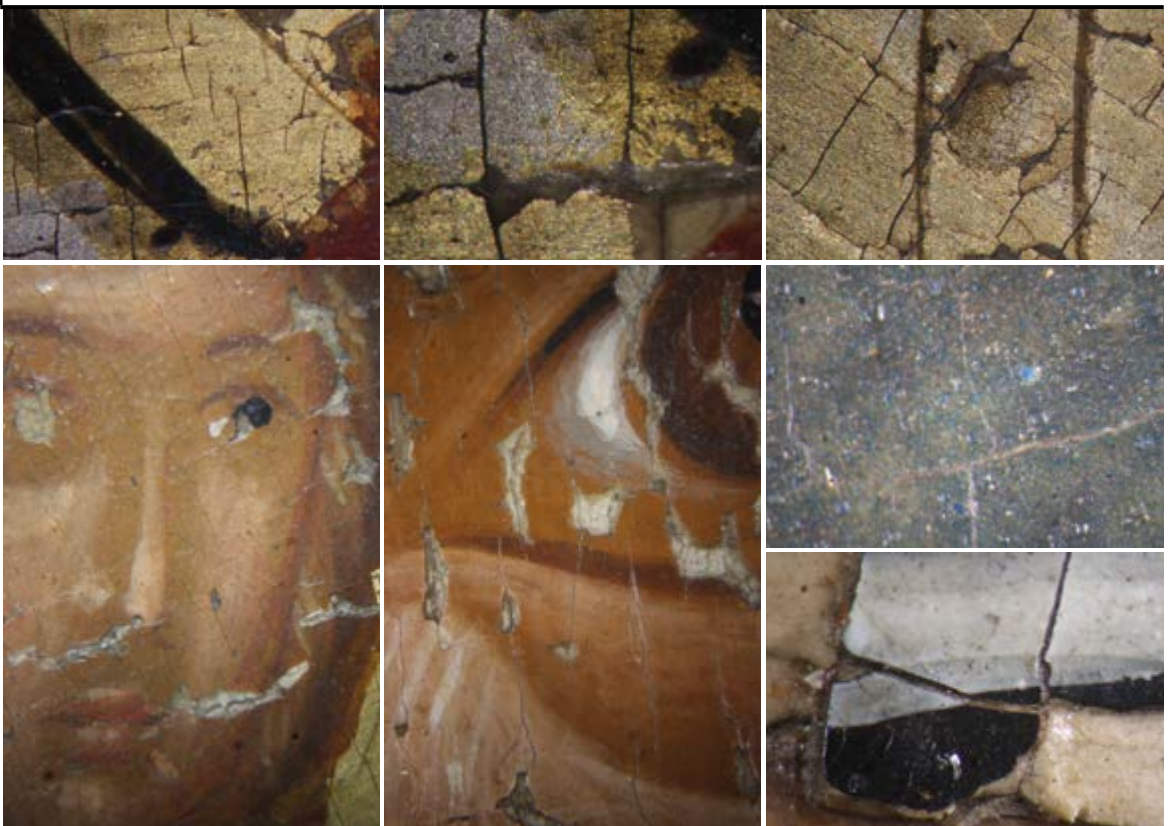
📷 22

MNK XVIII-402



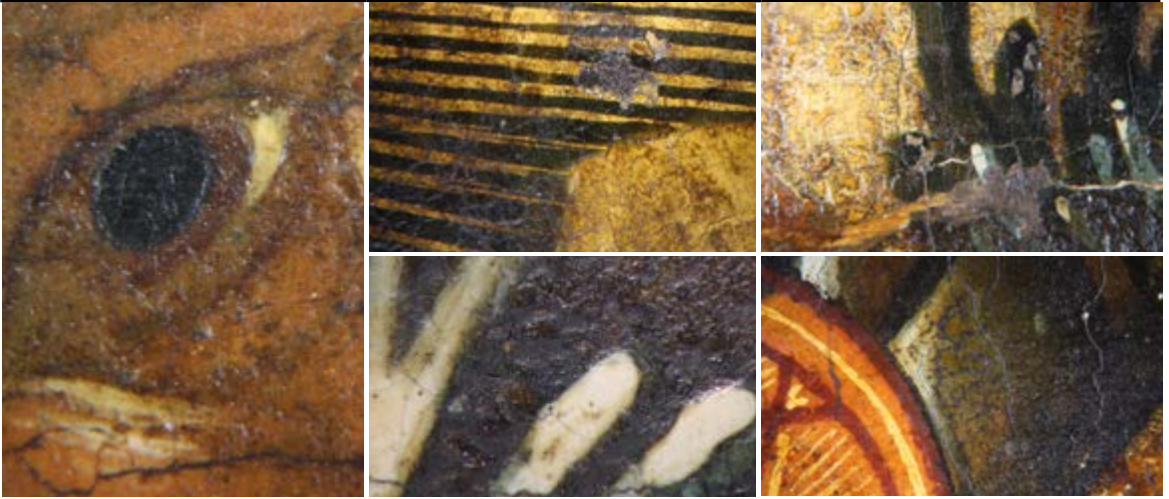
📷 23

MNK XVIII-452

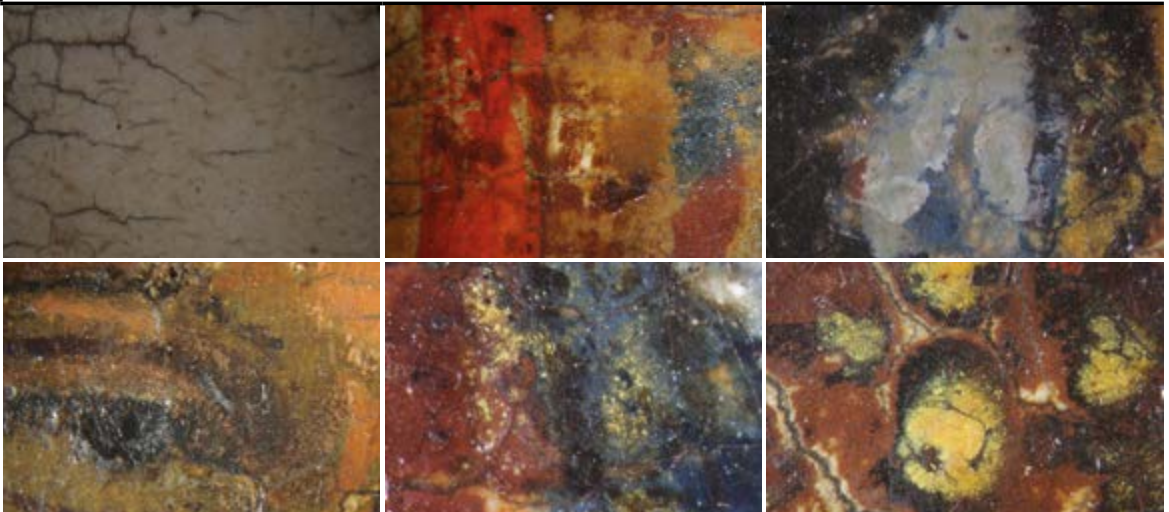


24

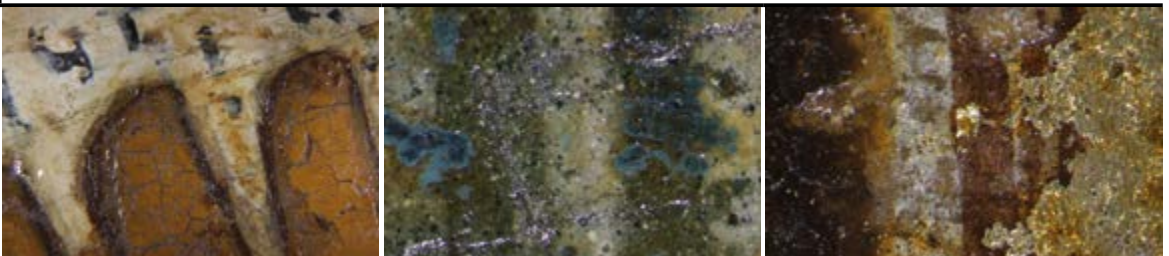
MNK XVIII-533

**25**

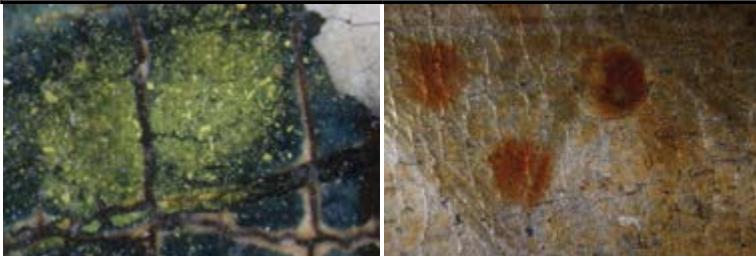
MNK XVIII-574

**26**

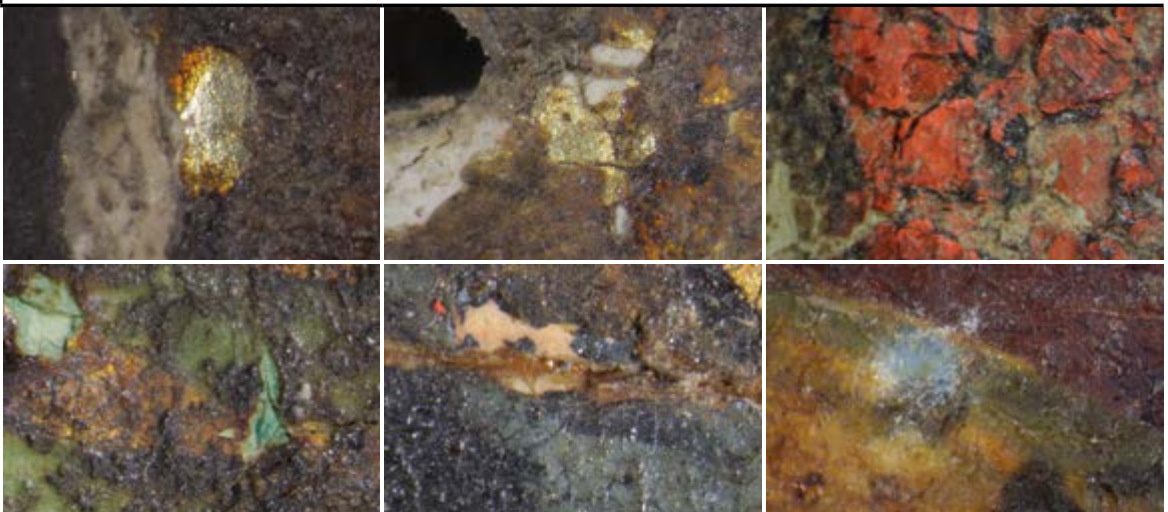
MNK XVIII-591



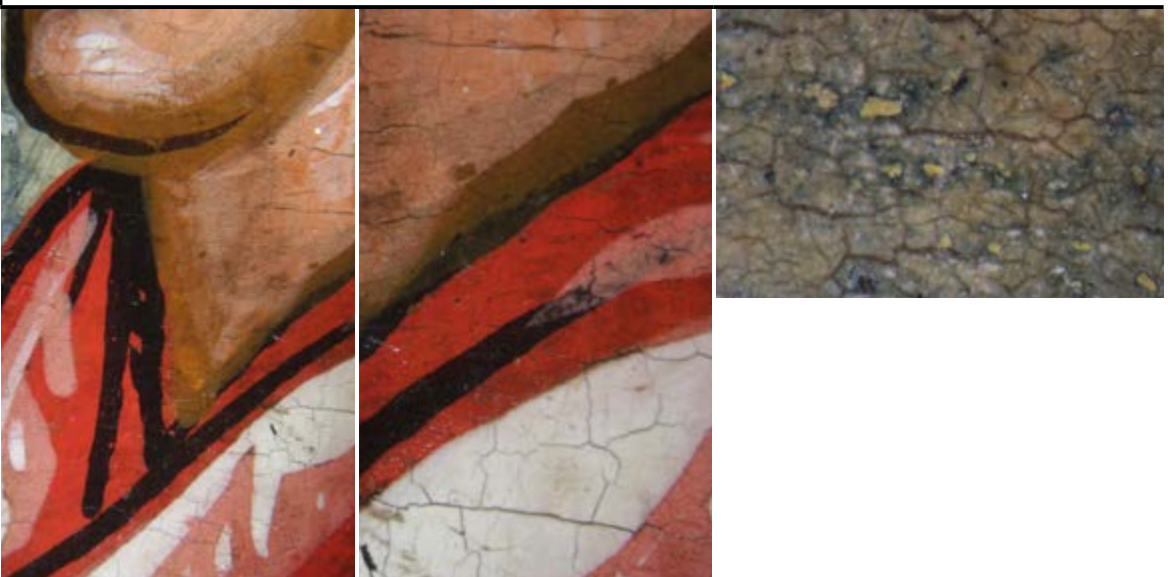
📷 27 MNK XVIII-636



📷 28 MNK XVIII-871



📷 29 MNK XVIII-874



Literatura | Bibliography

- Argenti Fossore et Alli 2013 – Argenti Fossore et Alli. *Znaczenie gospodarcze wschodnich części Górnego Śląska i Zachodnich krańców Małopolski w późnej fazie wczesnego średniowiecza*, P. Boroń (red.), Wrocław 2013, s. 233, 249
- Aru et al. 2014 – M. Aru, L. Burgio, M. S. Rumsey, *Mineral impurities in azurite pigments: Artistic or natural selection?*, "Journal of Raman Spectroscopy" 45 (2014), s. 1013–1018
- Bell et al. 1997 – I. M. Bell, R. J. H. Clark, P. J. Gibbs, *Raman spectroscopic library of natural and synthetic pigments (pre-approximately 1850 AD)*, "Spectrochimica Acta. Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy" 53 (1997), s. 2159–2179
- Berrie 2007 – B. H. Berrie, *Artist's pigments. A Handbook of Their History and Characteristic*, t. 4, Washington 2007
- Bikiaris et al. 2000 – D. Bikiaris, S. Daniilia, S. Sotiropoulou, O. Katsimbiri, E. Pavlidou, A. P. Moutsatsou et al., *Ochre-differentiation through micro-Raman and micro-FTIR spectroscopies: Application on wall paintings at Meteora and Mount Athos, Greece*, "Spectrochimica Acta. Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy" 56 (2000), s. 3–18
- Bouchard, Smith 2003 – M. Bouchard, D. C. Smith, *Catalogue of 45 reference Raman spectra of minerals concerning research in art history or archaeology, especially on corroded metals and coloured glass*, "Spectrochimica Acta. Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy" 59 (2003), s. 2247–2266
- Bown, Young 1998 – P. R. Bown, J. R. Young, *Techniques*, [w:] P. R. Bown (red.), *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy*, Dordrecht 1998, s. 16–28
- Bronk Ramsey, Lee 2013 – C. Bronk Ramsey, S. Lee, *Recent and planned developments of the Program OxCal*, "Radiocarbon" 55 (2013), s. 720–730
- Burgio, Clark 2001 – L. Burgio, R. J. H. Clark, *Library of FT-Raman spectra of pigments, minerals, pigment media and varnishes, and supplement to existing library of Raman spectra of pigments with visible excitation*, "Spectrochimica Acta. Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy" 57 (2001)
- Cennini 1995 – C. Cennini, *Rzecz o malarstwie*, Wrocław 1995
- Cheng et al. 2017 – H. Cheng, Y. Zhou, R. L. Frost, *Structure comparison of Orpiment and Realgar by Raman spectroscopy*, "Spectroscopy Letters" 50 (2017), s. 23–29
- Coremans et al. 1952 – P. Coremans, R. J. Gettens, J. Thissen, *La technique des „Primitifs flamands"*, "Studies in Conservation" 1 (1952), s. 1–29
- Creagh, Bradley 2000 – D. C. Creagh, D. A. Bradley, *Radiation in Art and Archaeometry*, Amsterdam 2000
- Dobek 2010 – K. Dobek, *Osobliwości przyrodnicze gminy Mielnik szansą rozwoju geoturystyki*, „Krajobrazy rekreacyjne – kształtowanie, wykorzystywanie, transformacja. Problemy Ekologii Krajobrazu" 27 (2010), s. 123–129
- Doerner 1975 – M. Doerner, *Materiały malarskie i ich zastosowanie*, Warszawa 1975
- Dubicka, Peryt 2011 – Z. Dubicka, D. Peryt, *Integrated biostratigraphy of Upper Maastrichtian chalk at Chełm (SE Poland)*, "Annales Societatis Geologorum Poloniae" 81 (2011), s. 185–197
- Eastaugh et al. 2013 – N. Eastaugh, V. Walsh, T. Chaplin, R. Siddall, *Pigment Compendium: A Dictionary and Optical Microscopy of Historical Pigments*, New York 2013
- Feller 1973 – R. L. Feller, *Rubens's: The Gerbier Family: Technical examination of the pigments and paint layers*, "Studies in the History of Art" 5 (1973), s. 54–74
- Flik 2003 – J. Flik, *Ars Longa – Vita Brevis. Tradycyjne i nowoczesne metody badania dzieł sztuki*, materiały z sesji naukowej poświęconej pamięci prof. Zbigniewa Brochowicza, Toruń 2003
- Franceschi et al. 2013 – E. Franceschi, D. Nole, S. Vassallo, *Archeometric non-invasive study of a Byzantine Albanian icon*, "Journal of Scientific Research & Reports" 2(1) (2013), s. 17–34
- Gajewski, Wyrwicka 1962 – Z. Gajewski, K. Wyrwicka, *Kry kredowe z okolic Dąbrowy*, „Przegląd Geologiczny" 10 (1962), s. 529–532
- Gaździcka 1978 – E. Gaździcka, *Calcareous nannoplankton from the uppermost Cretaceous and Paleogene deposits, of the Lublin Upland*, „Acta Geologica Polonica" 28 (1978), s. 335–376
- Gettens 1974 – R. J. Gettens, E. W. Fitzhugh, R. L. Feller, *Calcium carbonate whites*, "Studies in Conservation" 19 (1974), s. 157–184
- Górka 1957 – H. Górka, *Coccolithophoridae z górnego mastrychtu Polski Środkowej*, „Acta Palaeontologica Polonica" 2 (1957), s. 235–284
- Górka 1963 – H. Górka, *Coccolithophoridés, Dinoflagellés, Hystriospheraidés et microfossiles incertae sedis du Crétacé supérieur de Pologne*, „Acta Palaeontologica Polonica" 8 (1963), s. 3–90
- Hammer et al. 2001 – Ø. Hammer, D. A. T. Harper, P. D. Ryan, *PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis*, "Palaeontologia Electronica" 4 (2001), s. 9
- Hanesch 2009 – M. Hanesch, *Raman spectroscopy of iron oxides and (oxy)hydroxides at low laser power and possible applications in environmental magnetic studies*, "Geophysical Journal International" 177 (2009), s. 941–948

- Froment et al. 2008 – F. Froment, A. Tournié, P. Colombar, *Raman identification of natural red to yellow pigments: ochre and iron-containing ores*, "Journal of Raman Spectroscopy" 39 (2008), s. 560–568
- Jolkkonen et al. 1997 – N. Jolkkonen, A. Martiskainen, P. Martiskainen, H. Nikkanen, *The Conservation of Late Icons*, materiały naukowe, New Valamo 2–6 June 1997, St. Petersburg 7–11 June 1997, Helsinki 12–13 June 1997, Crete 20–24 October 1997, The Valamo Art Conservation Institute, Uusi-Valamo 1997
- Jolkkonen et al. 1999 – N. Jolkkonen, A. Martiskainen, P. Martiskainen, H. Nikkanen, *Icon Conservation in Europe, Frankfurt am Main, 24–28 February 1998*, The Valamo Art Conservation Institute, Uusi-Valamo 1999
- Jolkkonen, Nikkanen 2001 – N. Jolkkonen, H. Nikkanen, *Changes in Post-Byzantine Icon Painting techniques*, materiały naukowe ICOM Committee for Conservation, Interim meeting of the Icon Research Area, Copenhagen, Denmark 2001, The Valamo Art Conservation Institute, Uusi-Valamo 2001
- Kaszowska 2010 – Z. Kaszowska, *Możliwości i ograniczenia metod analitycznych stosowanych w badaniach technologicznych gotyckich malowideł tablicowych* (= Studia i Materiały WKiRDS ASP w Krakowie 19), Kraków 2010
- Kędzierski 2008 – M. Kędzierski, *Calcareous nanofossil and inoceramid biostratigraphies of a Middle Turonian to Middle Coniacian section from the Opole Trough of SW Poland*, "Cretaceous Research" 29 (2008), s. 451–467
- Kiefer et al. 2007 – W. Kiefer, A. P. Mazzolini, P. R. Stoddart, *Recent Advances in linear and nonlinear Raman spectroscopy I*, "Journal of Raman Spectroscopy" 38 (2007), s. 1538–1553
- Kozłowski 1950 – R. Kozłowski, *Mikroorganizmy z okresu kredowego pomocne przy odróżnianiu technik malarskich na tynkach, wykrywaniu późniejszych przemalowań, jak również odróżnianiu podobrazii kredowych*, „Ochrona Zabytków” 3(2–3) (1950), s. 93–104
- Kozłowski 1965 – R. Kozłowski, *Microscopic authentication of a Slavonic heathen idol in limestone*, "Studies in Conservation" 10 (1965), s. 27–35
- Krawczyk, Krąpiec 1995 – A. Krawczyk, M. Krąpiec, *Dendrochronologiczna baza danych*, materiały II krajowej konferencji „Komputerowe wspomaganie badań naukowych”, 14–16 XII 1994, Wrocław 1995, s. 247–249
- Križnar et al. 2008 – A. Križnar, M. V. Muñoz, F. de la Paz, M. A. Respaldiza, M. Vega, *Non-destructive XRF analysis of pigments in a 15th century panel painting*, 9th International Conference on NDT of Art, Jerusalem, Israel, 25–30 May 2008, Jerusalem 2008
- Kuckova et al. 2013 – S. Kuckova, I. C. A. Sandu, M. Crhova, R. Hynek, I. Fogas, V. S. Muralha, A. V. Sandu, *Complementary cross-section based protocol of investigation of polychrome samples of a 16th century Moravian Sculpture by optical vibrational and mass spectrometric techniques*, "Microchemical Journal" 110 (2013), s. 538–544
- Ligęza et al. 2001 – M. Ligęza, Z. Kaszowska, J. Rutkowski, *Technologia malowideł włoskich z XIV i XV w. z kolekcji Lanckorońskich Zamku Królewskiego na Wawelu*, Kraków 2001
- Mastrotheodoros et al. 2016 – G. Mastrotheodoros, K. G. Beltsios, Y. Bassiakos, V. Papadopoulou, *On the grounds of Post-Byzantine Greek icons*, "Archaeometry" 58(5) (2016), s. 705–880
- Metzger, Berrie 1995 – C. A. Metzger, B. H. Berrie, *Gerard David's St. Anne Altarpiece: Evidence for Workshop Participation*, [w:] *Historical Painting Techniques, Materials and Studio Practice*, University of Leiden, the Netherlands, 26–29 June 1995, Malibu 1995, s. 127–134
- Milanou et al. 2008 – K. Milanou, C. Vourvopoulou, L. Vranopoulou, A.-E. Kalliga, *Εικόνες με την υπογραφή Χειρ Αγγέλου. Η τεχνική ενός Κρητικού ζωγράφου του 15ου αιώ / Icons by the Hand of Angelos. The Painting Method of a Fifteenth-Century Cretan Painter*, Athina 2008
- Olszewska-Świetlik 2005 – J. Olszewska-Świetlik, *Technologia i technika gdańskiego malarstwa tablicowego drugiej połowy XV wieku*, Toruń 2005
- Ospitali et al. 2008 – F. Ospitali, D. Bersani, G. Di Leonardo, P. P. Lotici, *Green earths: vibrational and elemental characterization of glauconites, celadonites and historical pigments*, "Journal of Raman Spectroscopy" 39 (2008), s. 1066–1072
- Osticioli et al. 2009 – I. Osticioli, N. F. C. Mendes, A. Nevin, F. P. S. C. Gil, M. Becucci, E. Castellucci, *Analysis of natural and artificial ultramarine blue pigments using laser induced breakdown and pulsed Raman spectroscopy, statistical analysis and light microscopy*, "Spectrochimica Acta. Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy" 73 (2009), s. 525–531
- Pańczyk et al. 2010 – M. Pańczyk, E. Pańczyk, L. Giro, E. Gaździcka, J. Giemza, J. Świetlik-Olszewska, *Zastosowanie skaningowej mikroskopii elektronowej i instrumentalnej neutronowej analizy aktywacyjnej do identyfikacji pigmentów z ikony Chrystusa (Objawienia Pańskiego)*, „Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego” 439 (2010), s. 459–468
- Pańczyk et al. 2012 – M. Pańczyk, E. Pańczyk, J. Giemza J., E. Gaździcka, J. Olszewska-Świetlik, L. Giro, *Analiza warstw malarskich pochodzących z ikon z cerkwi w Korytnikach*, „Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego” 448 (2012), s. 451–462
- Pańczyk et al. 2015 – M. Pańczyk, E. Pańczyk, E. Gaździcka, J. Giemza, L. Giro, *Proweniencja zapraw stosowanych w malarstwie ikon z XV i XVI wieku z regionu karpackiego*, [w:] M. Pańczyk (red.), *IV Ogólnopolska Konferencja Naukowa, Złoza kopalni – aktualne problemy prac poszukiwawczych, badawczych i dokumentacyjnych, Warszawa 15–17.04.2015. Abstrakty*, Warszawa 2015, s. 127
- Pinińska 2010 – J. Pinińska, *Górnictwo skalne regionu lubelskiego. Zniszczenie czy rozwój?*, „Prace i Studia Geograficzne” 44 (2010), s. 153–167

- Perch-Nielsen 1973 – K. Perch-Nielsen, *Fossil coccoliths as indicators of the origin of Late Cretaceous chalk used in Medieval Norwegian art*, [w:] *Universitetets Oldsaksamling. Årbok 1970–1971*, Oslo 1972, s. 161–169
- Perch-Nielsen, Plahter 1995 – K. Perch-Nielsen von Salis, U. Plahter, *Analyses of fossil coccoliths in chalk grounds of medieval art in Norway*, [w:] M. Malmanger, L. Berczelly, S. Fuglesang (red.), *Norwegian Medieval Frontals and Related Material* (= Acta ad Archaeologiam Artium Pertinentia 11), 1995, s. 145–155
- Quinn, Day 2007 – P. Quinn, P. Day, *Ceramic micropalaeontology: the analysis of microfossils in ancient ceramics*, “*Journal of Micropalaeontology*” 226 (2007), s. 159–168
- Reimer et al. 2013 – P. J. Reimer, E. Bard, A. Bayliss, J. W. Beck, P. G. Blackwell, C. Bronk Ramsey, C. E. Buck, H. Cheng, R. L. Edwards, M. Friedrich, P. M. Grootes, T. P. Guilderson, H. Haflidason, I. Hajdas, C. Hatté, T. J. Heaton, D. L. Hoffmann, A. G. Hogg, K. A. Hughen, K. F. Kaiser, B. Kromer, S. W. Manning, M. Niu, J. van der Plicht, R. W. Reimer, D. A. Richards, E. M. Scott, J. R. Southon, R. A. Staff, C. S. M. Turney, *IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0–50,000 Years cal BP*, “*Radio-carbon*” 55 (2013), s. 1869–1887
- Rinn 2005 – F. Rinn, *TSAP-Win. Time series analysis and presentation for dendrochronology and related applications. User Reference*, Heidelberg 2005
- Roy, Feller 1993 – A. Roy, R. L. Feller, *Artist's Pigments. A Handbook of Their History and Characteristic*, t. 2, Washington 1993
- Rybicki, Rybicki 1973 – S. Rybicki, J. Rybicki, *Własności inżyniersko-geologiczne utworów kredowych okolic Chełma Lubelskiego*, „*Kwartalnik Geologiczny*” 17 (1973), s. 301–309
- Salis 1995 – K. von Salis, *Calcareous nannofossils in the arts*, “*Journal of Nannoplankton Research*” 17 (1995), s. 88–90
- Schweingruber 1982 – F. H. Schweingruber, *Mikroskopische Holz-anatomie*, Zürich 1982
- Slansky 1960 – B. Slansky, *Materiały do malarstwa i konserwacji*, Warszawa 1960
- Slansky 1965 – B. Slansky, *Badanie i konserwowanie obrazów*, Warszawa 1965
- Sujkowski 1931 – Z. Sujkowski, *Petrografia kredy Polski. Kreda z głębokiego wiercenia w Lublinie w porównaniu z kredą niektórych innych obszarów Polski*, „*Sprawozdania Państwowego Instytutu Geologicznego*” 6 (1931), s. 485–628
- Švabenicka 1994 – L. Švabenicka, *Coccoliths in the chalk material of high Gothic paintings (14th and 15th centuries, Bohemia)*, “*Věstník Českeho Geologického Ústavu*” 69 (1994), s. 47–51
- Švabenicka 2006 – L. Švabenicka, *Biostratigraphic and paleoenvironmental evaluation of samples taken from the medieval paintings according to studies of calcareous nannofossils*, [w:] *Zpravy o geologických výzkumech v roce 2006*, 2006, s. 171–176
- Szychowska-Krąpiec 2004 – E. Szychowska-Krąpiec, *Świerkowy standard dendrochronologiczny z obszaru południowej Polski*, „*Sprawozdania z posiedzeń Komisji PAU*”, 2 (2004), s. 85–88
- Szychowska-Krąpiec 2010 – E. Szychowska-Krąpiec, *Long-term chronologies of Pine (Pinus sylvestris L.) and fir (Abies alba Mill.) from the Małopolska region and their palaeoclimatic interpretation*, „*Folia Quaternaria*” 79 (2010), s. 122
- Ślesiński 1980 – W. Ślesiński, *Metody badawcze stosowane w identyfikacji i diagnostyce dzieł sztuki*, „*Zeszyty Naukowe Akademii Sztuk Pięknych w Krakowie*” 11 (1980)
- Ślesiński 1984 – W. Ślesiński, *Techniki malarskie. Spoiwa organiczne*, Warszawa 1984
- Uzonyi et al. 2000 – I. Uzonyi, R. Bugoi, A. Sasianu, Á. Z. Kiss, B. Constantinescu, M. Torbágyi, *Characterization of Dyrrhachium silver coins by micro-PIXE method*, “*Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*” 161–163 (2000), s. 748–752
- Ward 2008 – G. W. R. Ward, *The Grove Encyclopedia of Materials and Techniques in Art*, Oxford 2008
- Wrapson 2007 – L. Wrapson, *The materials and techniques of the c. 1307 Westminster Abbey sedilia*, [w:] J. Nadolny (red.), *Medieval Painting in Northern Europe: Techniques, Analysis, Art History*, London 2007, s. 114–136
- Zielski, Krąpiec 2004 – A. Zielski, M. Krąpiec, *Dendrochronologia*, Warszawa 2004

