

STUDIA WILANOWSKIE

XXIV

WARSZAWA 2017



MUZEUM PAŁACU
Króla Jana III
W WILANOWIE

Wstęp

Światło

Im promieniściej rzecz widzialna przedstawia światło, tym szlachetniejszą jest i piękniejszą. Światło zaś samo zbiera w sobie blask i piękno wszystkiego, co widzialne i przewyższa je.

Mikołaj z Kuzy¹

ŚWIATŁO A OCHRONA ZBIORÓW – NOWOCZESNE METODY MONITORINGU ZMIAN BARW

Światło jest źródłem życia, ale też nośnikiem informacji.

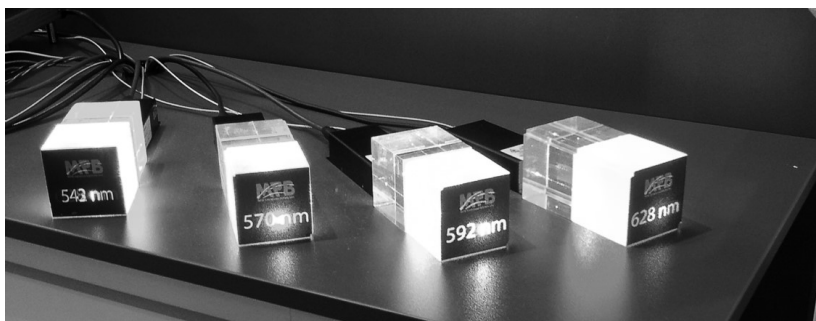
W sensie literackim, metaforycznym, filozoficznym symbolizuje wiedzę. Człowiek oświecony jest mędrcem, tym, który poznał tajemnicę. Bez światła nie byłoby możliwe kontemplowanie świata, postrzeganie kształtów ani barw, rozpoznawanie faktury i właściwości materii.

Agnieszka Pawlak

Sylvia Svorová Pawelkovicz

W wymiarze fizycznym światło jest promieniowaniem elektromagnetycznym mieszczącym się w zakresie fal o długości od 380 do około 760 nm. Są to długości, które rejestruje ludzkie oko. Promieniowanie fal krótszych niż 380 nm (ultrafiolet) i dłuższych niż 760 nm (podczerwień) jest promieniowaniem optycznym leżącym poza zakresem percepcji człowieka, podobnie jak promieniowanie gamma czy rentgenowskie. Oko ludzkie jest więc wrażliwe na bardzo wąski wycinek pełnego widma elektromagnetycznego, co pokazuje ilustracja ².

Określoną długość fali oko ludzkie „widzi” jako barwę. Fale najkrótsze rejestruje jako fioletowe, najdłuższe – jako czerwone. Mieszanina wszystkich fal z zakresu widzialnego daje wrażenie światła białego. Po przejściu przez pryzmat wiązka światła białego ulega rozszczepieniu na siedem barw tęczy – od fioletu poprzez błękity, zieleń, żółcienie aż do czerwieni³. Każda barwa zawiera się w określonym przedziale długości fal: fioletowa: 380–430 nm; niebieska: 430–490 nm; zielona: 490–570 nm; żółta: 570–600 nm; pomarańczowa: 600–630 nm; czerwona: 630–780 nm.



s. 340 il. 59

Barwy światła odpowiadające różnym długościom fal

1 J. Białostocki, *Okno i Oko. Realizm i Symbolika refleksów światła w sztuce Dürera i jego poprzedników*, [w:] *idem, Symbole i obrazy w świetle sztuki*, t. 1, Warszawa 1982, s. 83.

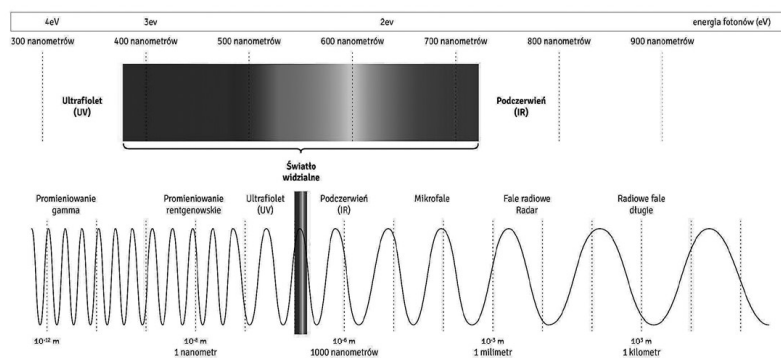
2 *Za: Encyklopedia nowej generacji*, Warszawa 2008, s. 788; por. E. Wnuczak, *Fizyka. Działy wybrane. Optyka falowa, teoria względności, kwantowa natura światła, atom, kwantowa natura materii, mechanika kwantowa*, Wrocław 1995, s. 11–14.

3 E. Wnuczak, *op. cit.*

s. 340 il. 60

Widmo promieniowania elektromagnetycznego.

Podziałki u góry i u dołu podają długość fal w nanometrach (nm), na górze podano jednostki miary energii fotonów w elektronowoltach (eV)



Oddziaływanie światła z materią

Promieniowanie optyczne oddziałuje na materię w rozmaity sposób. Po dotarciu do obiektu, w zależności od jego właściwości, część promieniowania go przenika, część odbija się od jego powierzchni, a część zostaje pochłonięta.

Ta pochłonięta energia może mieć charakter destrukcyjny, wpływa bowiem na przemiany zachodzące w wyglądzie i strukturze materiału, gdyż inicjuje lub przyspiesza wiele reakcji chemicznych, jak: fotoliza, utlenianie i hydroliza. Skutkiem tych procesów jest degradacja, a w końcu rozkład materii. Pochłonięty kwant promieniowania powoduje wzbudzenie elektronów w atomach cząsteczek, co może prowadzić do zerwania wiązań i rozkładu cząsteczek na prostsze fragmenty, np. wolne rodniki. Każdy fragment cząsteczki jest zdolny do dalszej reakcji i dąży do niej. Raz pobudzona cząsteczka może pośredniczyć w przekazaniu pochłoniętej energii innej cząsteczce innej substancji⁴. Przytoczone zmiany zachodzące na poziomie cząsteczki ujawniają się w skali makroskopowej w różnej postaci: przebarwień, zabarwień (w przypadku materiałów białych), żółknięcia, blaknięcia, ciemnienia bądź osłabienia struktury (na przykład włókien celulozy, wełny czy jedwabiu), a także rozkładu spoiw, choćby klejów naturalnych. Światło wzmagają też szkodliwe działanie zanieczyszczeń powietrza. Stopień degradacji zależy od natężenia promieniowania, czasu oddziaływania oraz temperatury i wilgotności zawartej w atmosferze, jak też zanieczyszczeń biolo-

4 Hasło: *Reakcja fotochemiczna*, [w:] *Encyklopedia nowej generacji...*, s. 641.

gicznych i chemicznych znajdujących się w powietrzu. Zniszczenia i przemiany zachodzące w materiałach pod wpływem światła zależą od pochłoniętej dawki energii promieniowania⁵.

Ze względu na wysoką energię kwantów, promieniowanie ultrafioletowe (UV) jest bardziej niebezpieczne dla obiektów niż światło widzialne (VIS) czy promieniowanie podczerwone (IR). Promieniowanie ultrafioletowe (UV), przenosząc dawkę energii powyżej 3eV, inicjuje procesy fotodegradacji prowadzące do dezintegracji i zniszczeń strukturalnych, objawiających się między innymi żółknięciem barw. Energia 2eV do 3eV, odpowiadająca światłu widzialnemu (VIS), inicjuje procesy blaknięcia, czyli utraty koloru. Energia promieniowania podczerwonego nie wystarcza wprawdzie do zainicjowania reakcji fotochemicznych, ale podnosi temperaturę powierzchni, przez którą została zaabsorbowana⁶, co wpływa na przyspieszenie rozmaitych procesów fizyko-chemicznych.

Należy pamiętać, że reakcje raz uruchomione przez promieniowanie świetlne zachodzą nawet po usunięciu szkodliwego źródła światła. Zmiany będące ich skutkiem są nieodwracalne i się kumulują.

Ewolucja metod i strategii ochrony zbiorów przed szkodliwym działaniem światła od połowy XX wieku do dnia dzisiejszego – wybrane zagadnienia

Poglądy na sposób ochrony zabytkowych zbiorów muzealnych przed szkodliwym wpływem światła dziennego ewoluowały na przestrzeni ostatniego półwiecza. Jednym z pierwszych naukowców, którzy określali standardy ochrony i opieki dla obiektów zabytkowych przechowywanych w muzeum, był Garry Thomson, który w 1978 roku zebrał usystematyzowaną wiedzę na temat wpływu środowiska na obiekty zabytkowe w pracy na temat środowiska muzealnego⁷. Przez długie lata pozycja ta była lekturą obowiązkową dla opieku-

5 Efekty działania światła na zabytkowe materiały organiczne zostały po przebadaniu opisane w wielu publikacjach, między innymi: S. Michalski, *Damage to museum objects by visible radiation (light) and ultraviolet radiation (UV)*, *Lighting, [w:] Lighting in Museums, Galleries and Historic Houses. University of Bristol, April 1987*, London 1987, s. 3–16 (http://www.academia.edu/741938/1987_Damage_to_museum_objects_by_visible_radiation_light_and_ultraviolet_radiation_UV [dostęp: 7 V 2017]); D. Saunders, J. Kirby, *Light-induced damage: investigating the reciprocity principle*, „ICOM Committee for Conservation 1st Triennial Meeting, Edinburgh, Scotland, 1–6 September 1996”, Paris 1996, s. 87–90; S. Michalski, *The Lighting Decision*, [w:] *Fabric of an Exhibition, Preprints of Textile Symposium 97. 1997*. Ottawa: Canadian Conservation Institute 1998, s. 327–334; M. Farke, M. Binetti, O. Hahn, *Light damage to selected organic materials in display cases: A study of different light sources*, „Studies in Conservation”, t. 61, 2016, nr 1, s. 83–93.

6 J. Druzik, S. Michalski, *Guidelines for Selecting Solid-State Lighting for Museums*, Canadian Conservation Institute, The Getty Conservation Institute 2011, <http://www.connectingtocollections.org/wp-content/uploads/2011/08/SSL-Guidelines-Ver.-10.0.pdf> (dostęp: 15 VIII 2017); Stefan Michalski, *Agent of Deterioration: Light, Ultraviolet and Infrared*, <http://canada.pch.gc.ca/eng/1444925073140> (dostęp: 1 V 2017).

7 G. Thomson, *The Museum Environment*, t. 1–2, London 1978.

nów kolekcji. Thomson wprowadził tam termin „konserwacja prewencyjna” i zwrócił uwagę na konieczność monitorowania takich czynników środowiska, jak: wilgotność, temperatura i światło, ze względu na ich niszczący wpływ na obiekty zabytkowe. W odniesieniu do światła zalecał ograniczanie dostępu promieniowania słonecznego do wnętrza poprzez stosowanie w oknach zasłon i filtrów przeciw promieniowaniu UV oraz uzupełnianie oświetlenia sztucznym światłem żarowym, które zawiera proporcjonalnie mniej szkodliwego promieniowania niż światło słoneczne. Wskazał też, że najkorzystniejsze dla muzeów jest utrzymanie we wnętrzach natężenia światła w granicach 50–200 lx⁸, zgodnie z poziomem ówczesnej wiedzy i stanu badań.

Ustalone przez Thomsona normy określające dopuszczalne natężenie światła dla poszczególnych grup obiektów (uszeregowanych według wrażliwości na promieniowanie optyczne) przez długi czas przyjmowane były bezkrytycznie. Jednak z upływem czasu stwierdzono, że stosowanie tak restrykcyjnych ograniczeń (50 lx dla obiektów wrażliwych, 200 lx dla średnio wrażliwych)⁹ jest bezzasadne, gdyż efekty działania promieniowania optycznego się kumulują. Oznacza to, że liczy się całkowita dawka promieniowania zaabsorbowana przez dany materiał. Tak więc silne światło w krótkim czasie spowoduje takie same zniszczenia, jak mniej intensywne oświetlenie oddziałujące przez długi okres.

Naświetlenie (ekspozycja) jest zatem iloczynem natężenia światła i czasu. Jeśli natężenie światła wyrażamy w luksach (lx), a czas w godzinach (h), to obraz eksponowany przez 10 godzin w świetle o natężeniu 100 lx otrzyma dawkę naświetlenia równą 1000 lukso-godzin; taką samą dawkę otrzyma obraz, który będziemy oświetlać światłem o natężeniu 50 lx przez 20 godzin. Jeśli więc zmniejszymy o połowę natężenie światła, nie zmieniając czasu naświetlania, to tym samym teoretycznie zmniejszymy o połowę stopień (współczynnik) zniszczenia.

Ważna jest też jednak dynamika procesu degradacji. Nie ma bowiem prostej zależności pomiędzy dawką przyjętego promieniowania świetlnego a stopniem odbarwienia, gdyż nie jest tak, że podwojona dawka światła zawsze spowoduje dwa razy silniejsze odbarwienie. Proces degradacji nie przebiega wprost proporcjonalnie do upływu czasu. Jest znacznie szybszy i intensywniejszy na początku, z czasem

8 Luks (lx) to jednostka natężenia oświetlenia w układzie SI równa natężeniu oświetlenia powierzchni 1 m², na którą pada równomierny strumień świetlny 1 lumena; za: *Słownik języka polskiego PWN*, Warszawa 2004.

9 W swojej pracy Thomson zalecał, by obiekty średnio wrażliwe na promieniowanie świetlne (jak: obrazy olejne, temperowe, niebarwiona skóra, rogi, kość słoniowa i wschodnia laka) eksponować w natężeniu do 200 lx, natomiast obiekty wrażliwe (jak: tkaniny, akwarele, grafiki, rękopisy, barwiona skóra, eksponaty przyrodnicze, pióra, futro) eksponować w natężeniu 50 lx. Późniejsze badania wykazały, że laka wschodnia jest bardzo wrażliwa na światło.

zaś słabnie aż do całkowitego ustania¹⁰. Co więcej, różne substancje reagują inaczej na te same dawki światła. Znaczenie ma też rodzaj i stan materiału, na który promieniowanie świetlne oddziałuje¹¹.

Garry Thomson, choć zdawał sobie sprawę z kumulatywnego działania promieniowania optycznego, nie określił dawek zalecanych dla poszczególnych kategorii materiałów, ograniczając się jedynie do wskazań odnośnie do natężenia światła i do stwierdzenia, że w miarę możliwości czas ekspozycji należy skracać, a oświetlenie utrzymywać na niezbędnym, minimalnym poziomie, koniecznym do podziwiania dzieła sztuki.

Dopiero w następnych latach Stefan Michalski z Kanadyjskiego Instytutu Konserwacji (*Canadian Conservation Institute* – CCI) sporządził zestawienia określające dawki światła bezpieczne dla poszczególnych kategorii zbiorów, tak by zapobiegać zniszczeniom w perspektywie przyszłych stu lat. Normy przyjęte następnie przez Międzynarodową Komisję Oświetleniową (*Commission Internationale de l'Éclairage* – CIE)¹² na podstawie badań prowadzonych w latach 1964–2001 przez wielu naukowców¹³, w tym Stefana Michalskiego, są nadal dość ograniczające. W praktyce, z uwagi na trudności dostosowania ich do realiów muzeum, są one często przekraczane. Tymczasem kolejne badania podejmowane od lat dziewięćdziesiątych coraz wyraźniej pokazują, że prognozowanie zniszczeń inicjowanych przez promieniowanie optycz-

10 Prowadzone od lat sześćdziesiątych XX wieku badania nad przebiegiem procesu blaknięcia zaowocowały licznymi pracami na ten temat, tu podaję tylko wybrane pozycje: R. Johnston-Feller, R.L. Feller, C.W. Bailie, M. Curran, *The Kinetics of fading: Opaque paint films pigmented with Alizarin lake and titanium dioxide*, „Journal of the American Institute for Conservation”, t. 23, 1984, nr 2, s. 114–129; R.L. Feller, *Accelerated Ageing: Photochemical and Thermal Aspects*, Los Angeles 1994 (Research in Conservation Technical Report Series); J. Kirby, *Fading and colour change of Prussian blue: occurrences and early reports*, „National Gallery Technical Bulletin”, t. 14, 1993, s. 63–71 (<http://www.nationalgallery.org.uk/upload/pdf/kirby1993.pdf> [dostęp: 16 VIII 2017]); P. M. Whitmore, C. Baillie, S.A. Connors, *Micro-fading tests to predict the result of exhibition: progress and prospects*, [w:] A. Roy, P. Smith (red.), *Tradition and Innovation: Advances in Conservation. Contributions to the Melbourne Congress, 10–14 October 2000*, London 2001, s. 200–205 (http://www.microfading.com/uploads/1/1/7/3/11737845/whitmore_et_al_1999.pdf [dostęp: 16 VIII 2017]); A. Burnstock, I. Lanfear, K. Jan van den Berg, L. Carlyle, M. Clarke, El. Hendriks, J. Kirby, *Comparison of the fading and surface deterioration of red lake pigments in six paintings by Vincent van Gogh with artificially aged paint reconstructions*, „ICOM Committee for Conservation 14th Triennial Meeting, the Hague, 12–16 September 2005”, London 2005, s. 459–466; M. Perla Colombini, A. Andreotti, C. Baraldi, I. Degano, J.J. Lucejko, *Colour fading in textiles: A model study on the decomposition of natural dyes*, „Microchemical Journal”, t. 85, nr 1, 2007, s. 174–182 (https://www.academia.edu/5984511/Colour_fading_in_textiles_A_model_study_on_the_decomposition_of_natural_dyes [dostęp: 16 VIII 2017]).

11 M. Farke, M. Binetti, O. Hahn, *op. cit.*; S. Michalski, *The power of history in the analysis of collection risks from climate fluctuations and light*, „ICOM-CC, 17th Triennial Meeting, Melbourne, Australia, 15–19 September 2014”, Paris 2014, s. 4–8.

12 CIE wydała normę odnoszącą się do metod kontrolowania zniszczeń muzealiów spowodowanych przez promieniowanie optyczne; zob. *Control of damage to museum objects by optical radiation CIE 157:2004*.

13 *Ibidem*, s. 28–30.

ne jest zagadnieniem ogromnie złożonym. Prawidłowe szacunki powinny uwzględniać nie tylko czas naświetlania i natężenie światła, lecz również wiedzę na temat techniki i technologii dzieła sztuki. Ogromne znaczenie mają nie tylko użyte substancje barwiące (pigmenty nieorganiczne czy barwniki organiczne), ale też rodzaj barwionego materiału, stanowiącego podłoże zabytku. W przypadku tkanin (na przykład wełny, jedwabiu czy bawełny) istotny jest między innymi rodzaj zaprawy barwierskiej, a dla malarstwa znaczenie ma rodzaj spoiwa. Oczywiście, kolejną zmienną, którą należy brać pod uwagę, opracowując prognozy, jest rozkład spektralny (widmo) zastosowanego oświetlenia. Inaczej oddziałuje naturalne światło słoneczne, inaczej sztuczne źródła światła.

Te spostrzeżenia doprowadziły w ostatnim czasie do zmiany taktyki: zamiast wyznaczać restrykcyjne normy, zaleca się zindywidualizowanie podejścia do problematyki ochrony zabytkowych kolekcji przed światłem na podstawie rozpoznania zbiorów z uwzględnieniem aspektu społecznego. W istocie bardzo ważne jest nie tylko przechowanie zabytków dla przyszłych pokoleń w nie pogorszonym stanie – co stanowi podstawowe założenie konserwacji prewencyjnej, ale też nieograniczone udostępnianie ich społeczeństwu. Misją muzeum jest przecież nie tylko ochrona zabytków przeszłości, lecz również edukacja. Dlatego w opracowywaniu strategii ochrony nie można pomijać czynnika ludzkiego – zbiory mają być udostępniane, ludzie powinni podziwiać prezentowane dzieła w komfortowych dla siebie warunkach. Tymczasem w zbyt ciemnych wnętrzach nie sposób rozróżnić niektórych detali kompozycji. Fragmenty znajdujące się na ciemnym tle są niewidoczne. Starsi ludzie nie dostrzegają szczegółów przy natężeniu światła 50 lx, co wynika z fizjologii oka. Stąd w zaleceniach dotyczących oświetlenia muzealnego publikowanych przez Stefana Michalskiego pojawiły się dodatkowo instrukcje dotyczące warunkowego zwiększania natężenia światła, gdy wymagają tego okoliczności. Takie sytuacje mają miejsce, na przykład, kiedy grupa zwiedzających składa się z osób starszych, gdy dzień jest pochmurny, eksponowane obiekty są ciemne, a detale mało skontrastowane. Michalski proponuje wówczas trzykrotne zwiększenie natężenia światła: 50 lx \times 3 (starszy zwiedzający) \times 3 (słabe kontrasty) \times 3 ciemne płaszczyzny i tym podobne¹⁴. W skrajnych wypadkach dopiero oświetlenie 4000 lx gwarantuje dobrą widoczność, a decyzję o zwiększeniu natężenia oświetlenia muszą podejmować opiekunowie w zależności od priorytetów i przyjętej strategii muzeum.

Stefan Michalski i Robert Waller¹⁵ wspólnie z naukowcami z wiodących muzeów i instytutów badawczych, jak: Holenderski Instytut Dziedzic-

14 S. Michalski, *The Lighting Decision. Fabrics of an Exhibition: An Interdisciplinary Approach – Preprints*, Ottawa 1997, s. 96–104 (<http://canada.pch.gc.ca/eng/1444925073140> [dostęp: 1 V 2017]).

15 R.R. Waller, *Risk management applied to preventive conservation*, 1995, <http://museum-sos.org/docs/WallerSPNHC1995.pdf> (dostęp: 10 V 2017); J. Henderson, R. Waller, *Effective preservation decision strategies*, „Studies in Conservation”, t. 61, 2016, nr 6, s. 308–323, 2015.

twa (*Netherlands Institute for Cultural Heritage – ICN*¹⁶), Instytut Konserwacji Fundacji J. Paul Getty (*The Getty Conservation Institute – GCI*), Międzynarodowy Instytut Konserwacji (*The International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works – IIC*), od lat rozpowszechniają metodę opracowywania strategii opieki i zarządzania kolekcjami bazującą na uprzednio przeprowadzonych analizach ryzyka, przygotowanych indywidualnie dla każdej kolekcji. Według tej koncepcji opiekunowie, zanim rozplanują strategię postępowania, powinni, w miarę możliwości, rozpoznać własne zbiory i instytucję, określić i ocenić ryzyko oraz wartość obiektów, tak by rozpisać zrównoważony i odpowiednio dostosowany plan prewencji, uwzględniający też strategiczne cele muzeum i wspomniany już aspekt społeczny¹⁷. Dotyczy to wszelkich czynników zniszczeń związanych ze środowiskiem, w którym przechowujemy zabytki – w tym także światła¹⁸. Istotnym elementem jest również historia przechowywania zabytku. Zabytki stanowiące kolekcje muzealne w przeszłości ulegały już wielu przemianom¹⁹. Wiedząc, że zmiany barwne zachodzą w ciągu pierwszych miesięcy naświetlania i zależą zarówno od natężenia i rodzaju światła, jak i od materiałów, z których zbudowany jest obiekt²⁰, opiekunowie mogą zrewidować swoje podejście do ochrony zbiorów przed światłem. Jeśli róż barwiący jedwabne nici tapiserii ściennych po trzystu latach ekspozycji uległ całkowitemu unicestwieniu (przypadek wilanowskich wełurów z apartamentów królewskich), to po co ograniczać naświetlenie? Proces blaknięcia się zakończył, może zatem wystarczy wyeliminować promieniowanie UV wpływające na strukturę materiałów? Innym przykładem jest przypadek eksponowanego w Muzeum Van Gogha w Amsterdamie obrazu Van Gogha *Kwitnący migdałowiec* (1890). W chwili powstania migdałowiec miał jasnoróżowe kwiaty, a nie białe, które obecnie mogą podziwiać rzesze turystów pielgrzymujących do tego dzieła²¹. Czy z tego powodu obraz ma niższą wartość? Pierwotna koncepcja artystyczna została zmieniona przez czas i światło prawdopodobnie już w ciągu pierwszych 50 lat od powstaniu dzieła. Konstata-

16 ICN – od 2011 roku pod nową nazwą Netherlands Cultural Heritage Agency (RCE).

17 S. Michalski, *From standards to best practices to risk assessment - where have we been and where are we going?*, [w:] *Museum Exhibit Lighting 2007: Classic Issues, New Light*, Richmond (VA) 2007.

18 Na stronie CCI można znaleźć materiały dotyczące ochrony przed światłem wraz z opracowanym przez zespół Stefana Michalskiego programem do obliczania i szacowania przyszłych zniszczeń spowodowanych promieniowaniem optycznym, co jest pomocne podczas oceny ryzyka: <http://canada.pch.gc.ca/eng/1450464034106> (dostęp: 1 V 2017).

19 S. Michalski, *The power of history...*

20 M. Farke, M. Binetti, O. Hahn, *op. cit.*

21 A.W. Brokerhof, „The deterioration processes of organic objects in museum, historic house and archive, environments”, wykład wygłoszony podczas warsztatów w ramach studiów magisterskich na uniwersytecie UCL, Londyn, 10 stycznia 2006, s. 3, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.463.3289&rep=rep1&type=pdf> (dostęp: 8 V 2017).

cje te prowadzą do postawienia pytań o wartość obiektu zabytkowego. Czym jest dla nas to pojęcie? Co wpływa na wartość obiektu i kiedy – naszym zdaniem – ją traci? A także o to, jaką utratę wartości jesteśmy w stanie zaakceptować? Projektując oświetlenie ekspozycji i sporządzając nowoczesny plan ochrony kolekcji przed niszczącym czynnikiem środowiska, jakim jest światło, należy brać pod uwagę wszystkie wymienione wyżej aspekty, zarówno materialne, jak i społeczne.

Niemniej, jak zaznaczono wyżej, taki plan wymaga doskonałej znajomości nie tylko kolekcji, lecz także planów strategicznych muzeum i specyfiki instytucji.

Poznanie kolekcji implikuje prowadzenie badań składu i właściwości materiałów malarskich (pigmentów i barwników, spoiw, podłoży), z których zbudowane są zabytki. Konieczne jest też śledzenie ich historii i przeszłych zdarzeń, które mogły przyczynić się do powstania obserwowanych w zmian. Dopiero poznawszy budowę zabytków i ich historię, można odpowiednio zdiagnozować przyczyny zniszczeń. Ważne jest też, by stale rozpoznawać charakter procesów deterioracji zachodzących w obiektach pod wpływem czynników środowiskowych, by móc przewidywać ewentualne przyszłe zniszczenia i opracowywać plany zapobiegania im.

Choć światło niewątpliwie wpływa na strukturę i wygląd zabytkowej materii, pozostaje pytanie, czy zawsze ono jest przyczyną zmian barwnych obserwowanych na powierzchni obiektów? Związki przyczynowo-skutkowe, które staramy się jednoznacznie określić, nie zawsze są oczywiste, ponieważ czynniki środowiskowe oddziałują synergicznie i trudno oddzielić jedno od drugich. Już na początku naszej ery zauważono, że obszary malowane cynobrem (czerwony siarczek rtęci – HgS) z czasem mogą czernieć. Bardzo długo przypisywano tę przypadłość działaniu światła. Dopiero w ostatnim dwudziestolecu udało się ten proces znacznie lepiej poznać i zrozumieć. Otóż okazało się, że pierwotną przyczyną ciemnienia czerwieni cynobrowej są zanieczyszczenia chlorkami i halogenkami. Otrzymywany sztucznie cynober, czyli *vermilion*, może być w procesie produkcyjnym zanieczyszczany chlorkami, ale podobne chlorkowe zanieczyszczenia może zawierać także cynober pochodzenia naturalnego. W wyniku reakcji z siarczkiem rtęci powstają wówczas światłoczułe związki, które powodują wspomniany efekt czernienia lub szarzenia. Co ciekawe, badania prowadzone w National Gallery wykazały, że składnikami kurzu osadzającego się na obiektach muzealnych są właśnie między innymi chlorki (na przykład chlorek sodu), które w wyniku reakcji z pigmentem – siarczkiem rtęci (cynober, *vermilion*) tworzą światłoczułe chlorosiarczki rtęci powodujące przebarwienia czerwieni. Badania stratygraficzne warstw malarskich²² wykazały natomiast, że

22 Badaniom poddano m.in. obraz Benozza Gozzolego, *The Virgin and Child Enthroned among Angels and Saints*, 1461–1462, tempera jajowa na desce, National Gallery w Londynie.

szczerniała warstwa znajduje się jedynie na powierzchni obrazu, głębsze warstwy czerwieni cynobrowej nie zawierają chlorków i pozostają nienaruszone²³. Wynika z tego, że obszary malowane czerwinią cynobrową należałoby bardziej chronić przed zanieczyszczeniami powietrza i kurzem, niż przed światłem. Jako przykład równie złożonej i trudnej interpretacji mogą posłużyć też badania prowadzone w latach 2006–2007 przez dr Agnieszkę Laudy nad mikrobiologicznymi zanieczyszczeniami powietrza i ich potencjalnym wpływem na procesy biodeterioracji welurów genueńskich z obić ściennych w apartamentach królewskich w Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie²⁴. Przeprowadzone doświadczenia wykazały, że w powietrzu są takie szczepy bakterii, jak na przykład *Bacillis Vallismortis* i *Bacillis Subtilis*, które mają zdolność odbarwiania naturalnych barwników, między innymi kwasu karminowego zastosowanego do barwienia badanych tkanin. Trzeba przy tym dodać, że kwas karminowy zaliczany jest do barwników antrachinowych, które są zasadniczo dosyć odporne na działanie światła i uznane są za odporne chemicznie. Jak widać, i w tym wypadku nie tylko światło mogło być przyczyną zmian kolorystycznych, jakie zaszły w tkaninach.

W Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie prowadzone są też inne badania mające na celu lepsze poznanie zarówno składników kolekcji i środowiska muzealnego, jak i procesów degradacji zachodzących w materiałach organicznych. Na przykład od 2007 roku we wnętrzach pałacu monitorowane jest natężenie światła, dzięki czemu możliwe było opracowanie strategii ochrony tapiserii naściennych w Apartamentach Królewskich²⁵. W 2012 roku rozpoczęto też uzupełniający projekt mający na celu obserwowanie światła i zmian barw wybranych elementów zabytkowego wystroju w tych Apartamentach. Wnętrza korpusu głównego pałacu wilanowskiego, do których należą m.in.: Sypialnie Króla i Królowej wraz z łączącym je Gabinetem Holenderskim oraz przylegającymi do nich alkierzami są jednymi z najcenniejszych i najstarszych. Wszystkie te sale w latach 2009–2011 poddane były kompleksowym pracom konserwatorsko-restauratorskim²⁶, a przy tej okazji niektóre z nich objęto wspomnianymi projektami badawczymi. Projekt dotyczący monitoringu światła i zmian barwnych nadal trwa i obejmuje cztery z wyżej wymienionych pomieszczeń: Sypialnię Króla i Królowej, Gabinet Holenderski oraz Gabinet Chiński Króla.

23 M. Spring, *Fading, darkening, browning, blanching: a review of our current understanding of colour change and its consequences in Old Master paintings*, [w:] R. Clarricoates, H. Dowding, A. Gent (red.), *Colour Change in Paintings – Archetype Publications*, London 2016, s. 2–3.

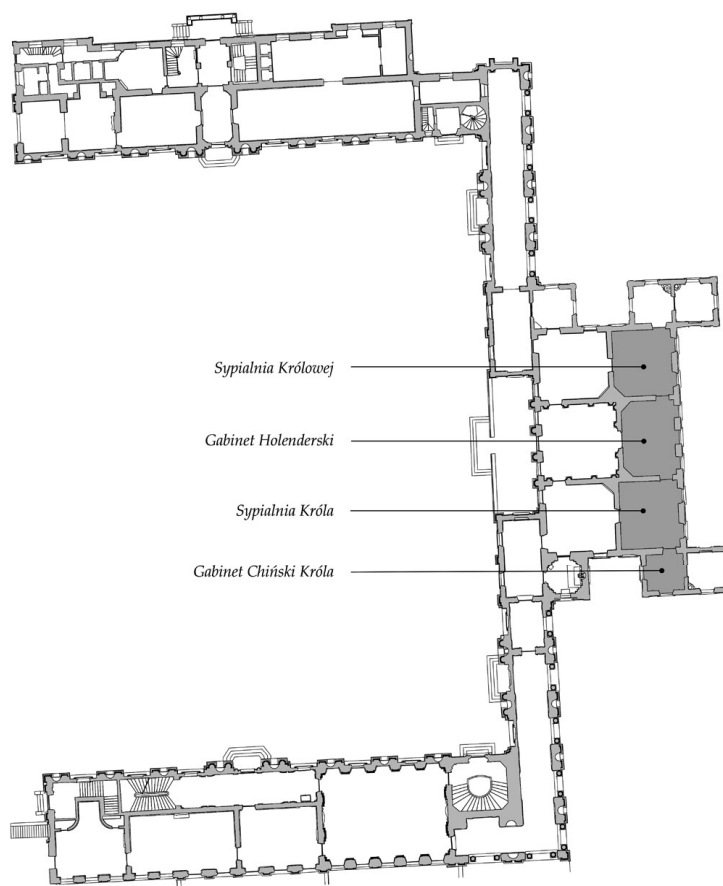
24 A. Laudy, *Microbiological Quality of Indoor Air in the Wilanów Palace Museum and its potential impact on the biodeterioration of the Genoa Velvets*, Wilanów 2013.

25 A. Pawlak, *Światło w muzeum, dylematy konserwatora*, „Wilanowski Informator Konserwatorski”, 2013, s. 117–131.

26 http://www.wilanow-palac.pl/prace_konserwatorskie_w_gabinecie_chińskim_krola.html (dostęp: 9 IV 2017).

il. 61

Wnętrze korpusu głównego pałacu objęte monitoringiem światła i zmian barwnych



Monitorowanie zmian barw wybranych elementów zabytkowego wystroju wnętrz w Pałacu w Wilanowie

Obiektywne określenie kolorów nie jest sprawą oczywistą, barwa bowiem jest wrażeniem zależnym od trzech elementów: światła, oka i przedmiotu. Barwa jest więc uzależniona od fizjologii patrzącego, źródła światła i właściwości materii, na którą pada promieniowanie świetlne. Kolor jest zjawiskiem subiektywnym, trudno mierzalnym. Pomiaru barw można jednak dokonywać za pomocą spektrofotometrów, które mierzą promieniowanie świetlne przechodzące przez próbkę lub światło odbite, umożliwiając opisanie barwy badanego przedmiotu w obiektywny sposób. W przypadku projektu monitorowania zmian barwy eksponatów w pałacu w Wilanowie stosowany jest przenośny spektrofotometr mierzący promieniowanie odbite. Uzyskany wynik może być zapisany w formie widma lub w postaci liczbowej, na przykład w trójwymiarowej przestrzeni kolorów $L^*a^*b^*$ znormalizowanej w 1976 roku przez Międzynarodową Komisję Oświetleniową (CIE). W systemie $CIEL^*A^*B^*$:

- składowa L^* określa jasność zapisywaną w przedziale 0–100;
- składowa a^* opisuje natężenie barwy na osi zielono-czerwonej i przyjmuje wartość od $-120 (-a^*)$ do $+120 (+a^*)$;
- składowa b^* opisuje natężenie barwy na osi niebiesko-żółtej i przyjmuje wartość od $-120 (-b^*)$ do $+120 (+b^*)$.

Zmiany parametrów opisujących barwę wyraża się w postaci: ΔL^* , Δa^* , Δb^* . Obliczenia wykonuje oprogramowanie (CM-S 100w SpectraMagic™ NX wersja 2.0) dostarczone wraz z urządzeniem. Do obliczenia całkowitej zmiany barwy ΔE stosowany jest model CIE 2000²⁷. Można założyć, że gdy ΔE jest w zakresie²⁸:

- 0 < ΔE < 1 – obserwator nie widzi różnicy pomiędzy barwami;
- 1 < ΔE < 2 – tylko doświadczony obserwator widzi różnicę pomiędzy barwami;
- 2 < ΔE < 3,5 – niedoświadczony obserwator zauważa różnicę pomiędzy barwami;
- 3,5 < ΔE < 5 – obserwator zauważa wyraźną różnicę między barwami;
- 5 < ΔE – obserwator odnosi wrażenie dwóch różnych barw.

Głównym bodźcem do rozwoju spektrofotometrii był rozwój procesów kontroli jakości w różnych dziedzinach przemysłu (drukarnictwo, lakiernictwo, przetwórstwo żywności). W konserwacji zabytków spektrofotometria wykorzystywana jest przy charakteryzacji pigmentów²⁹, w badaniach wrażliwości pigmentów i barwników na warunki klimatyczne³⁰. Spektrofotometria odbiciowa w zakresie fal UV-VIS-IR jest również szeroko wykorzystywana w identyfikacji materiałów artystycznych jako technika nieinwazyjna i nieniszcząca znana pod nazwą FORS (Fiber Optics Reflectance Spectroscopy)³¹.

Niezależnie od projektu śledzenia zmian barwnych w pałacu w Wilanowie w ramach działań wpisujących się w zakres konserwacji prewencyjnej od 2007 roku monitorowany jest poziom naświetlenia obiektów³². Od maja 2012 roku dane te uzupełniane są o pomiary

27 http://www.brucelindbloom.com/index.html?Eqn_DeltaE_CIE2000.html (dostęp: 30 IV 2017); <https://www.konicaminolta.com/instruments/knowledge/color/part5/03.html> (dostęp: 30 IV 2017).

28 W. Mokrzycki, M. Tatol, *Color difference Delta E—A survey*, „Machine Graphics and Vision”, t. 20, 2011, nr 4, s. 383–411.

29 M.L. Vázquez de Ágredos Pascual, M.T. Doménech Carbó, A. Doménech Carbó, *Characterization of Maya Blue pigment in pre-classic and classic monumental architecture of the ancient pre-Columbian city of Calakmul (Campeche, Mexico)*, „Journal of Cultural Heritage”, t. 12, 2011, nr 2, s. 140–148.

30 V.L. Beltran, J. Druzik, S. Maekawa, *Large-scale assessment of light-induced color change in air and anoxic environments*, „Studies in Conservation”, t. 57, 2012, nr 1, s. 42–57.

31 <http://chsopensource.org/category/spectroscopy/fors-fiber-optics-reflectance-spectroscopy> (dostęp: 30 IV 2017); P. Ricciardi, *UV-visible-NIR reflectance spectrophotometry in cultural heritage: Background paper*, „Analytical Methods”, t. 8, 2016, s. 5894–5896.

32 P. Baranowski, S. Pawełkowicz, *Badania światła i wymiana stolarki okiennej w pałacu w Wilanowie – różne postrzeganie problemów*, „Wilanowski Informator Konserwatorski”, 2009, s. 128–135; S. Pawełkowicz, *Bezpieczne światło we wnętrzu zabytkowym na przykładzie Muzeum Pałacu w Wilanowie – badania i praktyka*, [w:] *Problematyka funkcjonowania muzeów w obiektach zabytkowych. Materiały z konferencji konserwatorskiej, Muzeum Zamkowe w Pszczynie, 21–23 października 2010*, Pszczyna 2012, s. 113–128.

s. 341 il. 62

Pomiary radiometryczne
prowadzone w latach
2007–2012

spektrofotometryczne, których zadaniem jest ustalenie faktycznego ryzyka dla obiektów³³. Alarmujące dane dotyczące natężenia oświetlenia w budynku oraz niemożność spełnienia restrykcyjnych norm³⁴ zachęciły opiekunów kolekcji do zweryfikowania modeli teoretycznych. Badania radiometryczne początkowo (2007–2012) obejmowały różne pomieszczenia rozlokowane we wszystkich częściach pałacu (oba skrzydła boczne i korpus główny). Natężenie oświetlenia mierzone było nie tylko punktowo, ale również przez dłuższy okres (tydzień lub miesiąc), dzięki czemu zebrane dane były bardziej reprezentatywne. Obecnie (od maja 2012 r.) ograniczone są do pomiarów przy obiektach włączonych w program monitorowania zmian barw.



Metodyka badań spektrofotometrycznych

Badania spektrofotometryczne prowadzone są w odniesieniu do dwóch typów materiałów klasyfikowanych według norm muzealnych do grupy wrażliwych na promieniowanie świetlne³⁵: płycin wykonanych w technice laki europejskiej naśladujących technologię laki chińskiej, zdobiących ściany Gabinetu Chińskiego, oraz tkanin obiciowych

33 A. Pawlak, S. Pawełkiewicz, *Managing light in the historic interiors of Wilanów Palace Museum – case study*, [w:] *International Conference: Reducing Risks to Heritage 2012, ICCROM and CCI in Amersfoort*, www.kennisvoorcollecties.nl/dmsdocument/39 (dostęp: 30 IV 2017). Co pół roku sporządzane są sprawozdania. Autorzy: dr Dagmara Szworst-Lupina, mgr Sylwia Svorová Pawełkiewicz, dr Urszula Szkop, mgr Małgorzata Czarnecka, mgr Artur Borkowski, dr Anna Dworak.

34 S. Michalski, *Agent of Deterioration: Light, Ultraviolet and Infrared*, <http://canada.pch.gc.ca/eng/1444925073140> (dostęp: 30 IV 2017).

35 *Ibidem*.



znajdujących się w Sypialni Króla, Gabinetcie Holenderskim i Sypialni Królowej. Pomieszczenia te, jak wspomniano w latach 2009–2011 zostały poddane szeroko zakrojonym pracom konserwatorskim. W przypadku płycin obejmowały one między innymi usunięcie pociemniałych, wtórnych lakierów i przemalowań oraz wykonanie uzupełnień warstwy malarskiej. Natomiast ze względu na katastrofalny stan zachowania oryginalnych tkanin, osłabionych strukturalnie i z daleko posuniętymi zmianami kolorystycznymi, podjęto decyzję o zastąpieniu ich nowymi rekonstrukcjami wykonanymi z zastosowaniem tradycyjnych technik tkackich. W przypadku tkanin monitorowane obiekty nie mają więc charakteru zabytkowego *sensu stricto*.

Wybór punktów i obiektów do badań został przeprowadzony w ścisłej współpracy z konserwatorami Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie. Metodologię badań dostosowano do charakteru materiałów, stąd *de facto* mamy do czynienia z dwiema procedurami badawczymi uwzględniającymi między innymi rodzaj powierzchni (gładkie płyciny kontra fakturalne tkaniny) czy przesłanki konserwatorskie (ryzyko uszkodzenia tkanin naciągniętych na krosna podczas pomiarów – o czym niżej). Przy wyborze punktów kierowano się również ograniczeniami urządzenia – rozmiarem samego spektrofotometru oraz pola pomiarowego, jak również zasadami prowadzenia badań naukowych, tj. koniecznością zapewnienia: powtarzalności pomiarów i reprezentatywnego charakteru punktu pomiarowego w stosunku do całego obiektu, a także powtarzalnej preparatyki próbek.

W przypadku Gabinetu Holenderskiego monitorowano poziom nasświetlenia i zawartość promieniowania UV oraz związane z tym zmiany wywołane światłem dziennym przedostającym się do pomieszczenia przez wyposażone w folie ochronne portfenetry. W odniesieniu do tkanin badania objęły również wpływ oświetlenia sztucznego, w szczególności kinkietów wyposażonych w źródła światła LED wprowadzonych do pomieszczeń podczas ostatnich prac konserwatorsko-remontowych.

il. 63

Pomiary spektrofotometryczne rozpoczęte w 2012 r.

Parametry urządzenia

Do pomiarów stosowany jest przenośny spektrofotometr firmy Konica Minolta CM-600d zaprojektowany do badań próbek o skomplikowanym kształcie³⁶. Urządzenie ma możliwość pomiaru w dwóch trybach: pomiar SCI (składowa lustrzana włączona) i(lub) SCE (składowa lustrzana wyłączona). Zakres długości fali: 400–700 nm, przy rozdzielczości widmowej 10 nm. Źródłem światła jest ksenonowa lampa błyskowa z filtrem odcinającym UV. Czas wykonania pojedynczego pomiaru wynosi ok. 1 s. Przestrzeń kolorów ustawiono na CIELAB; równanie różnicy kolorów – CIE2000; obserwator – 10°, iluminant na D65; geometria pomiaru – oświetlenie rozproszone, kąt obserwacji 8° (d/8°), a średnica maski pomiarowej 8mm. Przed przystąpieniem do badań przeprowadzono kalibrację bieli za pomocą wzorca bieli firmy Konica Minolta CM-A177.

Procedura badań płycin

W Gabinetcie Chińskim wyznaczono 28 punkty pomiarowe na płycinach znajdujących się na ścianach, drzwiach oraz w glicach okiennych, z uwzględnieniem stron świata (strona wschodnia, północna i południowa). Wybrano punkty zarówno na listwach, np. płaszczyzny różowe (odbarwione i nieodbarwione), czerwone i niebieskie, jak i na płycinach ze scenami przedstawiającymi. W przypadku przedstawień, ze względu na niewielki ich rozmiar, wystąpiła trudność w znalezieniu odpowiednio dużej, jednolitej kolorystycznie powierzchni. Urządzenie bowiem zbiera informacje z pola o minimalnej średnicy 8 mm. Miejsca zostały dyskretnie oznaczone za pomocą w pełni odwracalnej farby akwarelowej, co ułatwia odnalezienie tego samego punktu podczas kolejnych sesji pomiarowych.

il. 64

Próbki tkanin umieszczone na tkaninach ściennych w Gabinetcie Holenderskim i w Sypialni Króla



³⁶ <https://www.konicaminolta.eu/pl/urządzenia-pomiarowe/produkty/barwa-i-polysk/spektrofotometry-przenosne/cm-700d-cm-600d/wstep.html> (dostęp: 30 IV 2017).

Ustalono, że badania przeprowadzane będą co dwa miesiące, na jedno badanie będzie się składało dziesięć pomiarów, które następnie zostaną uśrednione i powtórzone pięciokrotnie (*de facto* więc jedno badanie składa się z 50 pojedynczych pomiarów). Istotną cechą wpływającą na odbiór barwy płycin jest ich połysk uzyskiwany poprzez nałożenie werniksów, stąd przy pomiarach w Gabinetcie Chińskim uwzględniano tryb SCI (składnik lustrzany uwzględniony) i SCE (składnik lustrzany wytłumiony).

Procedura badań tkanin

Pośród tkanin do badania wybrano 30 punktów pomiarowych. Ponieważ podczas przeprowadzania pomiarów urządzenie musi ściśle przylegać do powierzchni, a sposób zawieszenia tkanin wykluczał nacisk, zdecydowano się przeprowadzać badania na ścinkach tkanin umieszczonych w wybranych punktach pomieszczenia. Fragmenty tkaniny są przypinane do oryginału, a następnie w dniu pomiaru zdejmowane.

Monitorowane tkaniny znajdują się w trzech pomieszczeniach:

Sypialnia Króla

Tkanina obiciowa ścienna koloru błękitnego ze srebrnymi nićmi

Każdą z czterech badanych ścinek tkaniny ściennej umieszczono w różnym miejscu: blisko źródła światła LED, w najbardziej naświetlonym miejscu, w najciemniejszym miejscu oraz w kopercie (chroniącej przed dostępem światła).

Tkanina z łoża królewskiego

Z tkaniny na łożu badano jasną i ciemną czerwień oraz złote nitki. Materiał badawczy umieszczono w dwóch miejscach: najbardziej naświetlonym miejscu oraz w ciemnej kopercie (chroniącej przed dostępem światła).

Sypialnia Królowej

Tkanina obiciowa ścienna koloru czerwonego z tak zwanego lustra

Ścinki umieszczono blisko źródła światła LED oraz w kopercie (chroniącej przed dostępem światła).

Gabinet Holenderski

Tkanina obiciowa ścienna wzorzysta

Za pomocą spektrofotometru badano kolory: zielony, czerwony, pomarańczowy. Ścinki tkaniny z kolorami zielonym oraz czerwonym umieszczono blisko źródła światła LED, w najbardziej naświetlonym miejscu, w ciemnym miejscu oraz w kopercie. Tkaninę z kolorem pomarańczowym umieszczono blisko źródła światła LED, w najbardziej naświetlonym miejscu oraz w kopercie (chroniącej przed dostępem światła).

Tkanina obiciowa ścienna różowa z tak zwanego lustra

Różową tkaninę z lustra umieszczono w najbardziej naświetlonym miejscu oraz w kopercie (chroniącej przed dostępem światła).

W odniesieniu do tkanin konieczne było opracowanie podstawki niwelującej odkształcenia poszczególnych nitek powstające pod wpływem ciężaru urządzenia. Przed przystąpieniem do badań każdą tkaninę odkurzono w celu pozbycia się zanieczyszczeń, które również mogą mieć wpływ na ostateczny odbiór barwy. Ponieważ w tkaninie występują drobne oczka, materiał podczas pomiaru umieszczany jest na jednolitym i tym samym tle z czarnej płytki ceramicznej. Dla nitek barwnych pomiary były prowadzone w trybie SCE (składnik lustrzany wytłumiany), natomiast dla nitek metalowych, tj. srebrnej i złotej nici, zastosowano tryb SCI i SCE.

Opracowanie danych – metody statystyczne

Uzyskane wyniki wprowadzono do programu CM-S100w SpectraMagic™ NX wersja 2.0 i poddano obróbce. Rezultaty wprowadzono z kolei do programu Excel oraz Statistica (v. 8.0).

Zarówno powierzchnia płycin, jak i tkanin charakteryzuje się dużą nierównością i niejednorodnością, stąd konieczne było na samym początku pomiarów ustalenie różnicy ΔE niezwiązanej ze zmianami kolorystycznymi, ale raczej z delikatnym przesunięciem urządzenia względem monitorowanego punktu lub odmiennym ułożeniem nitek w tkaninie. Uzyskany wynik był pomocny przy analizowaniu zebranych danych. Ustalono, że błąd pomiarowy różnicy barw dla poszczególnego badania będzie wynosił tyle, ile wynosi ΔE między pomiarami wykonanymi podczas pierwszej sesji. Niemniej jednak należało określić metodę opracowania danych przy wsparciu wykwalifikowanych statystyków³⁷. Zastosowano następujące metody statystyczne: test Dixona, analizę regresji, korelację r-Pearsona, test Dunnetta.

Test Dixona (zwany również testem Q) posłużył do wyeliminowania ze zbioru danych tak zwanych błędów „grubych”. Test polega na ułożeniu zbioru danych w porządku rosnącym i odrzuceniu maksymalnie dwóch wyników znacząco różniących się od pozostałych.

W celu określenia zależności czasu i zmiany barwy oraz tendencji zmian wartości ΔE w czasie dla każdego badanego punktu opracowano model regresji i wyznaczono współczynnik determinacji R^2 . Zastosowane analizy są podstawowymi narzędziami do badania charakteru i związku między rozkładami zmiennych. Model regresji pozwala przewidzieć dynamikę zachodzących zmian w oparciu o zgromadzone dane, a trafność jego dopasowania określa współczynnik determinacji. Skonstruowany model regresyjny ukazuje zależność liniową, wykładniczą, potęgową bądź logarymiczną pomiędzy zmiennymi. Konieczne było również ustalenie siły tej zależności (korelacji), a więc stwierdzenie, czy współzależność faktycznie zachodzi.

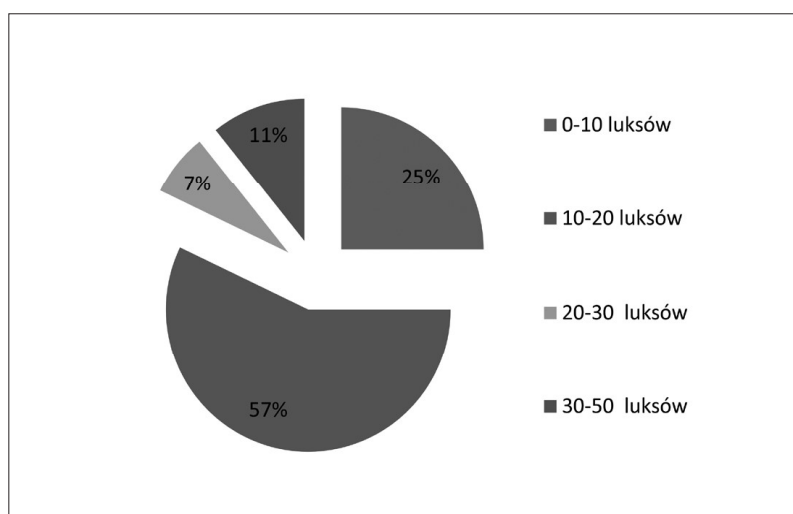
³⁷ Opracowanie statystyczne danych: dr Dagmara Szworst-Łupina, dr Marcin Studnicki.

Kolejnym krokiem było przeprowadzenie testu Dunnetta (testu *post-hoc*), co dało możliwość określenia potencjalnego punktu czasowego, w którym nastąpiła istotna statystycznie zmiana wartości ΔE . Średnie ΔE poszczególnych pomiarów porównywano ze średnią ΔE pierwszego pomiaru i określano, czy zmiana ta jest istotna statystycznie. Analizy wykonywano przy założeniu poziomu istotności $\alpha=0,05$.

Wnioski z badań

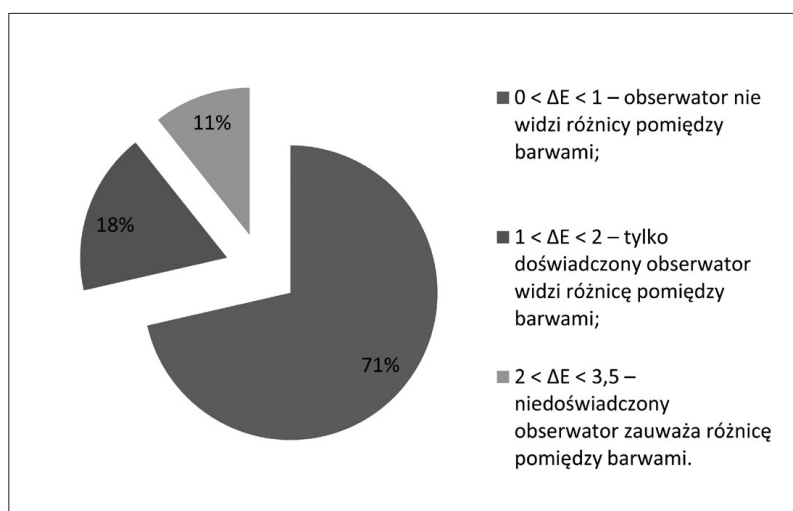
Płyciny w Gabinecie Chińskim

Wykres 1. Mediana z pomiarów natężenia oświetlenia w monitorowanych punktach pomiarowych



Opracowała: D. Szworst-Łupina

Wykres 2. Obliczona zmiana ΔE dla punktów monitorowanych w Gabinecie Chińskim

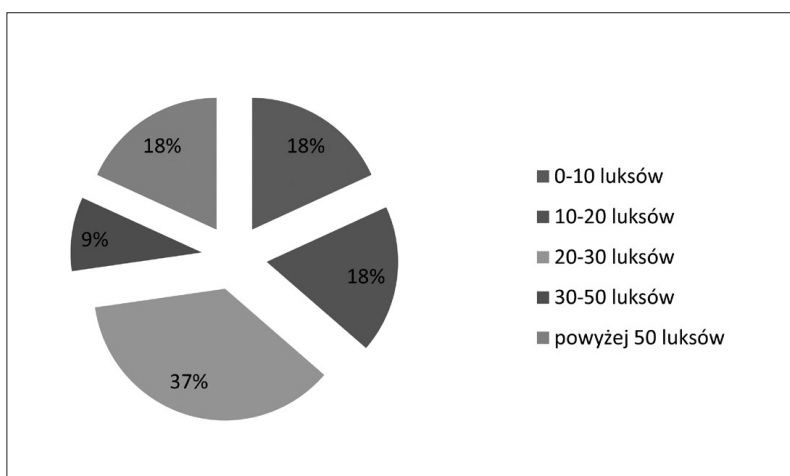


Opracowała: D. Szworst-Łupina

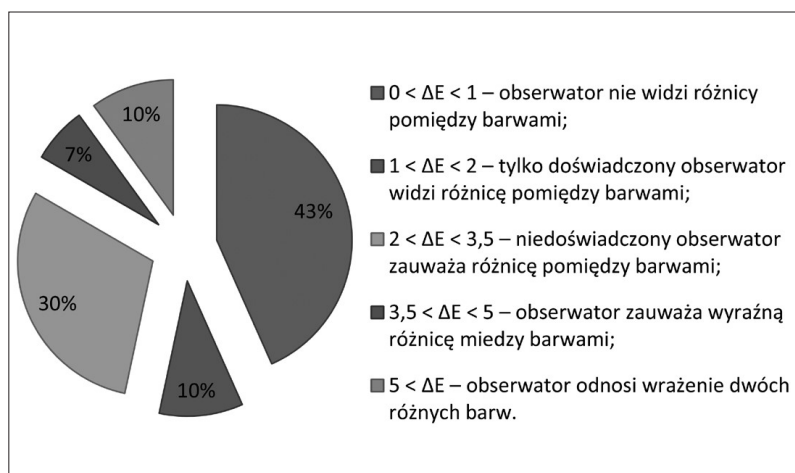
Warunki ekspozycji w Gabinetcie Chińskim wydają się dobre. Mediana natężenia promieniowania świetlnego w ponad połowie przypadków (57%) oscyluje w zakresie 10–20 lx. Z badań spektrofotometrycznych wynika, że blisko trzy czwarte (71%, czyli 20 punktów) monitorowanych próbek nie uległo widocznym zmianom kolorystycznym. W odniesieniu do 5 próbek (18%) nastąpiły niewielkie zmiany zauważalne przez doświadczonego obserwatora, natomiast w przypadku 3 próbek (11%) nawet niedoświadczony obserwator mógłby zauważyć różnicę pomiędzy barwami. Wszystkie trzy zmienione powierzchnie znajdują się na ścianie północnej (GCH.N.III.2 róż sukni, GCH.N.III.5 niebieski sukni, GCH.N.III.3 róż sukni wojownika). We wszystkich trzech przypadkach charakter zmiany opisuje najlepiej funkcja potęgowa odzwierciedlająca dynamiczną zmianę barwy w czasie. Co więcej, dane uzyskane z pomiarów radiometrycznych nie wyjaśniają zjawiska zmiany barwy. Dla punktów tych mediana natężenia wynosi odpowiednio: GCH.N.III.2 róż sukni – 9,9 lx; GCH.N.III. 5 niebieski sukni – 9,7 lx; GCH.N.III.3 róż sukni wojownika – 9,2 lx. Pierwsza zmiana, obliczona na podstawie danych radiometrycznych z zastosowaniem teoretycznych założeń – miałaby nastąpić po ok. 35 latach, tymczasem nastąpiła już po pięciu. Zatem prawdopodobnie nie ma związku z poziomem naświetlenia. Dane spektrofotometryczne uzyskane dla punktu najbardziej narażonego na promieniowanie (GCH.S. VII róż 1 jasny – mediana natężenia 36 lx, a pierwsza przewidywana zmiana po 9 latach) wskazują wprawdzie na to, że zmiana zachodzi, ale ΔE wynosi dla SCI 0,67, a dla SCE 0,77, a więc jest ona niezauważalna nawet dla wyspecjalizowanego oka. Dla porównania, w odniesieniu do punktu najmniej naświetlonego GCH.E.III róż 2 ciemny (mediana poniżej 6 lx) badania nie wskazują na zachodzenie zmiany.

Tkaniny w Sypialni Króla, Gabinetcie Holenderskim i Sypialni Królowej

Wykres 3. Mediana z pomiarów natężenia oświetlenia w monitorowanych punktach pomiarowych



Opracowała: D. Szworst-Łupina

Wykres 4. Obliczona zmiana ΔE dla monitorowanych tkanin

Opracowała: D. Szworst-Łupina

Tkaniny należą do jednych z najbardziej wrażliwych na światło materiałów. Choć więc punktowe pomiary natężenia wskazują stosunkowo niskie wartości (mediana poniżej 50 lx dla ponad połowy monitorowanych ścinków – 82%), to jednak zgodnie z normami nie są to warunki optymalne. Dla tkanin zaleca się ekspozycję rotacyjną, co nie jest możliwe w przypadku tkanin obiciowych ściennych. Znacząca część kolekcji (18%) narażona jest na większe dawki promieniowania niż 50 lx. Największe poziomy natężenia światła, co zrozumiałe, odnotowano dla tkanin umieszczonych przy źródle światła LED.

Badania spektrofotometryczne wskazują, że jedynie 43% tkanin nie zmieniło barwy. W 30% przypadków nawet niedoświadczony obserwator zauważa różnicę, a w 10% obserwator odnosi wrażenie dwóch różnych barw.

Wśród najbardziej zmienionych fragmentów znajdują się srebrne nitki z niebiesko-srebrnej tkaniny w Sypialni Króla (SK/S/2 – ΔE dla SCI = 4,54 i dla SCE = 3,89; SK/S/1 – ΔE dla SCI = 4,85 i dla SCE = 4,52; SK/S/3 – ΔE dla SCI = 5,76 i dla SCE = 6,59; SK/S/T – ΔE dla SCI = 6,50 i dla SCE = 5,48). Uzyskane dane wskazują wyraźnie na ich ciemnienie i przesuwanie się barwy w stronę czerwieni i żółci. Najbardziej zmienia się tkanina umieszczona w kopercie bez dostępu do światła (SK/S/T), nieco mniej tkanina umieszczona w ciemnym kącie pomieszczenia (SK/S/3), natomiast bardziej stabilne wydają się tkaniny ekspozowane na promieniowanie LED (SK/S/1) i światło dzienne (SK/S/2). Można więc wysnuć wniosek, że w tym przypadku nie światło jest przyczyną zmian. Analiza *post-hoc* (test Dunnetta) wykazała, że istotne zmiany nastąpiły w przypadku próbki SK/S/2 od ósmego pomiaru, dla SK/S/1 dla piątego, dla SK/S/3 i SK/S/T od drugiego pomiaru, czyli już trzy miesiące po rozpoczęciu eksperymentu.

Kolejnym przykładem następowania dużych zmian są pomarańczowe nitki z tkaniny znajdującej się w Gabinetcie Holenderskim. W tym przypadku również największe zmiany odnotowano w odniesieniu do próbki znajdującej się w ciemnej kopercie GH/S/T1 – $\Delta E = 6,13$; ale i próbki z innych punktów wykazują zmiany GH/S/2 eksponowana na światło dzienne – $\Delta E = 2,61$; GH/S/T2 – $\Delta E = 2,21$; GH/S/1 zawieszona w sąsiedztwie źródła światła LED – $\Delta E = 2,46$.

Zestawienie pomiarów natężenia światła i zmian barw nie pozwala na wskazanie jasnej zależności między zachodzącymi zmianami a naswietleniem obiektów. Największe zmiany, jak się okazuje, wcale nie są związane z wpływem światła. W dalszej perspektywie planowane są badania identyfikacyjne barwników i pigmentów oraz analiza pozostałych czynników ryzyka (jakość powietrza, warunki ciepłno-wilgotnościowe). Znajomość warunków ekspozycyjnych oraz wiedza na temat potencjalnych zagrożeń stanowi solidną podstawę do opracowania rozsądnej opieki konserwatorskiej nad zbiorami.

Podsumowanie

Na przemiany zachodzące w materii pod wpływem środowiska i w miarę upływu czasu nie znamy lekarstwa. Mamy też świadomość, że łańcuch z czynników niszczących nigdy nie działa w oderwaniu od pozostałych, że wpływają one na siebie wzajemnie i reagują z substancją materialną zabytku. To, w jaki sposób pod wpływem środowiska będą zachodziły przemiany w strukturze i wyglądzie dzieła sztuki, zależy w zasadniczym stopniu od jego budowy: materiałów, z których się składa oraz techniki i technologii wykonania. Na przemiany, które często nazywamy zniszczeniami, ma więc wpływ wiele zmiennych. Niewykluczone, że nie da się przewidzieć metamorfoz zachodzących w wyglądzie obiektów z upływem czasu, a nasze wszystkie normy i wytyczne są arbitralne. Paradoksalnie, im więcej wiemy, im mamy doskonalsze narzędzia badawcze i metody pomiarów, tym więcej ro-



il. 65

Wnętrze
Gabinetu Holenderskiego

dzi się pytań i niepewności. Jako opiekunowie zbiorów zabytkowych musimy zaakceptować fakt, że światło bierze czynny udział w zmianach struktury i barw materiałów. Często interpretujemy te zmiany jednoznacznie jako zniszczenia, może jednak w większym stopniu powinniśmy je akceptować i zrównoważyć nasze podejście do ochrony, opierając je na solidnym planie strategicznym przygotowanym na podstawie analizy ryzyka bazującej z kolei na rozpoznaniu materii i historii zbiorów.



il. 66

Wnętrze
Gabinetu Chińskiego Króla

SUMMARY

Light and the protection of historical collections: modern methods of monitoring colour changes

Light is one of the very many environmental factors to influence the state of preservation of historical collections. Researching the manner in which it influences historical relics is a very complex process with a considerable number of aspects. On the one hand, in the absence of light it would not be possible to perceive shapes or colours, to ascertain textures or other properties of objects; on the other, however, light initiates a multitude of physical processes that result in

the degradation and deterioration of matter. Designing appropriate lighting for a museum exposition is difficult; a considerable amount of information on the structure of the exhibited pieces must be gathered beforehand. Thus, museum lighting must be harmless to the exhibits and at the same time it must guarantee the comfort of the visitors, enabling them to contemplate art. Following the modern principles of preventive conservation as promoted by the leading research centres and art conservation institutes worldwide, every museum should develop its individual, well-balanced protection plan, which would consider both the safety of the collections and the social aspect. This requires the elements of the collection to be appropriately discerned and the strategy, goals and responsibilities of the institution in question to be determined. It is desirable to investigate the structure of the objects held in the collection, as well as the degradation processes that occur in the materials of which these objects are made under the influence of light.

The Museum of King Jan III's Palace at Wilanów conducts research aimed at the investigating of the elements of the collection and the museum's environment, as well as the degradation processes occurring in organic materials. Among others, light has been monitored in the museum interiors since 2007, the results used to develop the strategy of protecting wall tapestries in the Royal Apartments. A supplementary project aimed at monitoring light and colour changes in selected elements of the historical furnishings of those Apartments has begun in 2012.

The interiors of the main building, including the King's Bedroom, the Queen's Bedroom, the Dutch Chamber which connects them, and the adjoining alcoves, are among the palace's oldest and most valuable interiors. The ongoing project of light and colour change monitoring pertains to four of the above: the King's Bedroom, the Queen's Bedroom, the Dutch Chamber and the King's Chinese Chamber. The research results obtained so far are interesting and they confirm the observations of the conservators, who often attempt to explain the causes of damage. Yet, even when attempts are made to unambiguously establish cause-and-effect links, the results are not always clear-cut, since environmental factors act in a synergy and their effects are difficult to separate.

Keywords: preventive conservation, optical radiation, light, colour, monitoring, protection of museum collections.

od numeru 45 do 61, proj. Leandro Marconi, 1875, rys. ołówkiem, papier, Zbiór Henryka i Leandra Marconich, sygn. 576-5, ark. 1, wł. Archiwum Główne Akt Dawnych

Światło a ochrona zbiorów – nowoczesne metody monitoringu zmian barw

Agnieszka Pawlak, Sylwia Svorová-Pawelkiewicz

- s. 255 (il. 59) Barwy światła odpowiadające różnym długościom fal, fot. Agnieszka Pawlak
- s. 256 (il. 60) Widmo promieniowania elektromagnetycznego. Podziałki u góry i u dołu podają długość fal w nanometrach (nm). Na samej górze podano jednostki miary energii fotonów w elektronowoltach (eV), rys. Agnieszka Pawlak
- s. 264 (il. 61) Pałac – rzut parteru. Wnętrza korpusu głównego objęte monitoringiem światła i zmiany barw, oprac. Małgorzata Przeździeń
- s. 266 (il. 62) Pomiary radiometryczne przeprowadzone w l. 2007 – 2012, fot. Sylwia Svorová-Pawelkiewicz
- s. 267 (il. 63) Pomiary spektrofotometryczne rozpoczęte w 2012 r.; fot. Wojciech Holnicki
- s. 268 (il. 64) Próbkę tkanin umieszczone na tkaninach ściennych w Gabinetcie Holenderskim i w Sypialni Króla fot. R. Herman
- s. 274 (il. 65) Wnętrze Gabinetu Holenderskiego, fot. Agnieszka Indyk
- s. 275 (il. 66) Wnętrze Gabinetu Chińskiego Króla, fot. Wojciech Holnicki

Magazyny zbiorów otwarte dla publiczności – komunikat

Agnieszka Pawlak

- s. 277 (il. 67) *Pałac w Wilanowie*, Lwów XIX w., papier czerpany, nr inw. Mt/Gr/4164, wł. Muzeum Okręgowe w Toruniu, fot. Andrzej R. Skowroński
- s. 278 (il. 68) Pawilon Marconiego (tzw. Marconiówka) przy skrzydle południowym pałacu wilanowskiego. Widok od dziedzińca gospodarczego, fot. Wojciech Holnicki
- s. 279 (il. 69) Projekt koncepcyjny galerii magazynowej na drugim piętrze – kolorystyka wnętrz, oprac. dr Barbara Kowalewska
- s. 279 (il. 70) Wizualizacja aranżacji galerii magazynowej, oprac. dr Barbara Kowalewska
- s. 279 (il. 71) Wnętrza galerii magazynowej w trakcie

prac remontowych, stan prac na październik 2013 r., fot. Agnieszka Indyk

- s. 280 (il. 72) Wnętrza galerii magazynowej po pracach modernizacyjnych, w trakcie urządzania galerii, stan prac na kwiecień 2017 r., fot. Zbigniew Reszka

Wilanowska kolekcja sztuki dalekowschodniej jako inspiracja do działań edukacyjnych

Aleksandra Głowacz, Zofia Szlenkier

- s. 287 (il. 73) Warsztaty ikebany organizowane w ramach projektu „Lubomirscy – Potocecy i smak Orientu”, 2001, fot. Anna Kwiatkowska
- s. 288 (il. 74) Warsztaty zdobienia ceramiki organizowane w ramach projektu „Lubomirscy – Potocecy i smak Orientu”, 2002, fot. Agnieszka Indyk
- s. 289 (il. 75) Wystawa ikebany w ramach programu „Japoński Październik w Pałacu w Wilanowie”, 2007, fot. Zbigniew Reszka
- s. 289 (il. 76) Wystawa Shodo w budynku Oranżerii w ramach programu „Japoński Październik w Pałacu w Wilanowie” 2011, fot. Agnieszka Indyk
- s. 290 (il. 77) Zajęcia edukacyjne „Pod skrzydłami smoka”, 1 października 2009 r., fot. Michał Kawka
- s. 291 (il. 78) Warsztat rzeźbienia w mydle netsuke, 2015, fot. Zofia Szlenkier
- s. 292 (il. 79) Łańcuch papierowych żurawi – dar od Muzeum dla Hiroszimy, 2016, fot. Monika Klimowicz

Dekoracyjne formy dziewiętnastowiecznych kompozycji roślinnych w procesie rewaloryzacji założenia pałacowo-ogrodowego w Wilanowie

Łukasz Przybylak

- s. 297 (il. 80) Widok klombu angielskiego zaaranżowanego w pobliżu Kolumny z Orłem, lipiec 2017, fot. Łukasz Przybylak
- s. 298 (il. 81) Kadr fotografii z widokiem na północny fragment galerii północnej pałacu w Wilanowie i na klomb angielski mieszany, 1915, sygn. IS PAN B0000004505, fot. Stanisław Nofok-Sowiński
- s. 299 (il. 82) Rekonstrukcja XIX-wiecznego angielskiego klombu mieszanego wraz z ozdobną bordiurą wykonaną z ceramicznych kaffli w formie Muszli św. Jakuba. Klomb wschodni przy Kolumnie z Orłem w Parku Północ-

cyfrowych, w szczególności projektami związanymi z technologią hologramu, mappingu architektonicznego oraz grafiki i animacji CGI 3D.
(marekletkiewicz@wp.pl)

Monika Michałowicz, studiowała w Instytucie Historii Sztuki Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego, gdzie później obroniła doktorat poświęcony Luigiemu Lanzemu. Pracowała w Katedrze Teorii Sztuki i Historii Doktryn Artystycznych KUL; obecnie pracownik Zakładu Zbiorów Ikonograficznych Biblioteki Narodowej.
(m.michalowicz@bn.org.pl)

Jerzy Miziołek, absolwent UJ, profesor historii sztuki i tradycji antyku w Instytucie Archeologii UW. Był m.in. stypendystą Instytutu Warburga w Londynie, Center for Advanced Study in the Visual Arts at the National Gallery of Art w Waszyngtonie i Getty Research Institute w Los Angeles. Autor wielu rozpraw, artykułów i recenzji oraz książek, w tym: *Soggetti classici sui cassoni fiorentini alla vigilia del Rinascimento* (1996), *Uniwersytet Warszawski, dzieje i tradycja* (2005, angielska wersja 2015), *Chopin among Artists and Scholars* (2010), *Pod opieką muz. Pałac Czartoryskich-Potockich w Warszawie* (2013, wersja angielska 2014), *Nel segno di Quo vadis* (2016). Ponadto pomysłodawca i redaktor kilku prac zbiorowych, m.in. *Falsifications in Polish Collections and Abroad* (2001) i *Chopin e l'Italia* (2015).
(jermiziolek@gmail.com)

Iwona Ochocka, st. bibliotekarz w bibliotece Muzeum Króla Jana III w Wilanowie; badaczka historii zbioru Dawnej Biblioteki Wilanowskiej, kurator wystawy w wilanowskim muzeum „*Arlekin na świat urażony. W dawnym teatrze dworskim*” (2008); autorka – razem z Anną Ruszkowską – scenariusza wystawy na temat muzyki i tańca w pałacu wilanowskim w XVII–XIX w.
(iochocka@muzeum-wilanow.pl)

Magdalena Partyka, doktorantka literaturoznawstwa na Uniwersytecie Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie; badaczka podróżopisarstwa drugiej połowy XVIII stulecia, a także związków kulturalnych Polski i Włoch. Publikowała m.in. w tomach: *Oświecenie (nie tylko) w szkole...* (2012); *Polski Grand Tour w XVIII i początkach XIX wieku* (2014); *Seminaria bielańskie. Prace ofiarowane Profesor Teresie Kostkiewiczowej* (2015); *Polska i Włochy w dialogu kultur* (2017); a także w czasopiśmie „*Colloquia Litteraria*”.
(mpartyka@o2.pl)

Agnieszka Pawlak, konserwatorka malarstwa i rzeźby polichromowanej, absolwentka Wydziału Konserwacji i Restauracji Dziej Sztuki (ASP Warszawa); starszy konserwator w Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie, od 2007 r. odpowiedzialna za opiekę prewencyjną nad zbiorami, od 2013 r. zastępca kierownika Działu Prewencji i Konserwacji w Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie. W 2013 roku ukończyła podyplomowe studia *Nowoczesne techniki analityczne dla konserwacji obiektów zabytkowych* na Wydziale Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie. Od 2009 roku w pałacu wilanowskim prowadzi projekty związane z monitoringiem światła, od 2013 jest kuratorem projektu *Magazyny Zbiorów otwarte dla publiczności*.
(apawlak@muzeum-wilanow.pl)

Łukasz Przybylak, mgr inż. architekt krajobrazu, kierownik Działu Ogrodowego Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie; specjalista w zakresie konserwacji i rewaloryzacji ogrodów historycznych, autor publikacji oraz licznych opracowań inwentaryzacyjnych, projektowych i studialnych zabytkowych założeń ogrodowych, m.in.: w Morawie, Kamieńcu, Głębolicach, Sarnach, Łękanowie; koordynator merytoryczny międzynarodowych seminariów parkowych w Morawie i Sztynorcie.
(lprzybylak@muzeum-wilanow.pl)

Stanisław Schabowski, archiwista, bibliolog; w ramach projektu badawczego „Winckelmann – Potocki” przełożył z języka francuskiego na polski dziennik podróży po Italii Stanisława Kostki Potockiego.
(sw.si0@neostrada.pl)

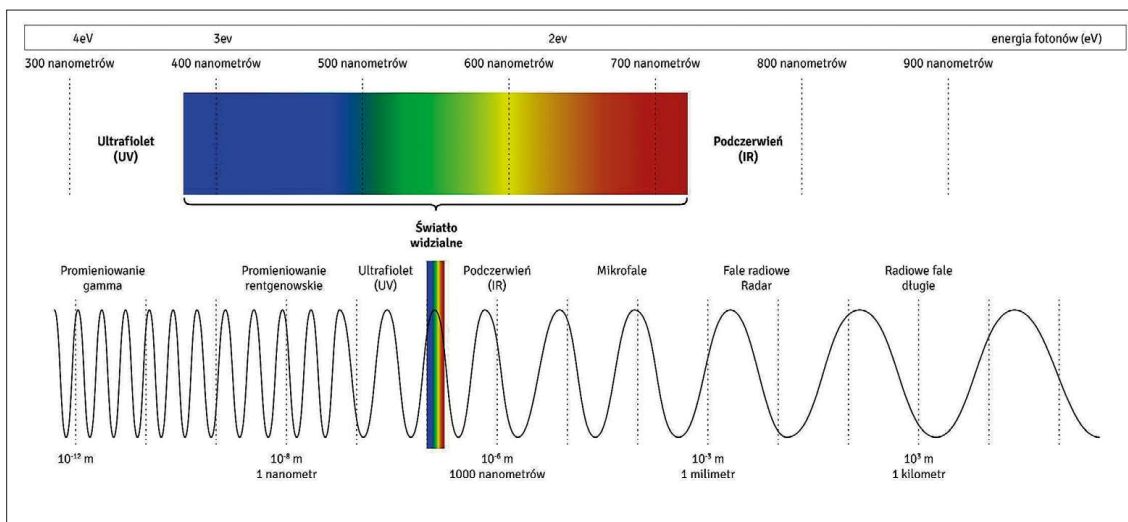
Sylwia Svorová Pawełkiewicz, absolwentka Wydziału Konserwacji i Restauracji Dziej Sztuki (ASP Warszawa); od 2010 r. zajmuje się badaniami dzieł sztuki, od 2013 r. pod firmą Laboratorium Konserwacji. W 2013 r. ukończyła studia podyplomowe „Nowoczesne techniki analityczne dla konserwacji obiektów zabytkowych” na Wydziale Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego. Od 2016 r. związana z Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych UW oraz Instytutem Chemii Nieorganicznej Czeskiej Akademii Nauk; od 2007 r. stale współpracuje z Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie. Łączy zainteresowania naukowe z artystycznymi, uprawiając malarstwo.
(s.pawelkiewicz@labko.pl)

Zofia Szlenkier, mgr nauk pedagogicznych, absolwentka Wydziału Pedagogicznego Uniwersytetu Warszawskiego oraz studiów podyplomowych w Collegium Civitas na kierunku Dyplomacja Kul-



il. 59

il. 60





il. 62



il. 62

il. 62

