

ABSTRAKT: Stworzenie obiektywnej i kompleksowej dokumentacji wizualnej obiektów kultury materialnej – taki był nasz cel. Siedemnaście lat temu Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie zdefiniowało go wspólnie z Wydziałem Mechatroniki Politechniki Warszawskiej. Obserwując gwałtowny rozwój cyfrowych technik pomiarowych, postanowiliśmy wspólnie rozwinąć i dostosować do specyfiki wykorzystania wobec zabytków kultury materialnej metodę postępowania, która pozwoliłaby na tworzenie jak najbardziej obiektywnej dokumentacji wizualnej.

Czy możliwe będzie kontynuowanie tego typu prac w przyszłości lub czy może ktoś inny zrobić to zamiast nas? Trudno to dzisiaj ocenić, bo na możliwość prowadzenia prac badawczo-rozwojowych w obrębie instytucji kultury ma wpływ bardzo wiele czynników – często od tychże instytucji kultury całkowicie niezależnych. Poniższy tekst przedstawia etapy całego procesu, jakim było upowszechnianie zdobywanej przez nas wiedzy oraz popularyzacja świadomości o możliwościach, ale też o ograniczeniach poszczególnych technik dokumentacyjnych.

SŁOWA KLUCZOWE: techniki pomiarów 3D, wykorzystanie danych 3D, proces pomiarowy, przetwarzanie danych, minimalne wymagania jakościowe

W KIERUNKU OBIEKTYWNEJ DOKUMENTACJI WIZUALNEJ OBIEKTÓW KULTURY MATERIALNEJ – 17 LAT ROZWOJU CYFROWYCH TECHNIK POMIAROWYCH W WILANOWIE

DOI: 10.5604/01.3001.0055.1365

Eryk Bunsch
Muzeum Pałacu Króla Jana III
w Wilanowie

Studia Wilanowskie
t. XXXI, 2024, s. 17–50
Rocznik, E-ISSN: 2720-0116

ABSTRACT: The goal of our project was to create objective and comprehensive visual documentation of cultural heritage artefacts. Seventeen years ago, the Museum of King Jan III's Palace at Wilanów defined this goal together with the Faculty of Mechatronics of the Warsaw University of Technology. Observing the rapid development of digital measurement techniques, we decided to cooperate in developing an approach that would allow us to create the most objective visual documentation and adapt it to the specifics of use as applied to objects of material culture.

The question that arises is whether it will be possible to continue this type of work in the future, or whether someone else will do it instead of us. It is difficult to assess this today, because the possibility of conducting research and development work within cultural institutions is influenced by a variety of factors, often ones that are completely independent of these institutions. The following text presents the stages of the whole process, which involves the dissemination of the knowledge we have gained and popularisation of awareness of the possibilities inherent in particular documentation techniques, but also of their limitations.

KEYWORDS: 3D measurement techniques, use of 3D data, measurement process, data processing, minimum quality standards

Jak to się stało, że właśnie w Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie rozpoczął się tak intensywny rozwój cyfrowych technik dokumentacyjnych? Niezwykłym impulsem okazały się od roku 2003 interdyscyplinarne badania, których celem było przygotowanie wieloletniego programu kompleksowej konserwacji całego założenia pałacowo-parkowego. W czasie bardzo intensywnych prac historycy sztuki, konserwatorzy i archeolodzy co chwilę spotykali się z sytuacjami, w których dotychczas używane analogowe techniki dokumentacyjne okazywały się niewystarczające. Mając świadomość błyskawicznego rozwoju technik cyfrowych z nadzieją patrzyliśmy w ich kierunku, szukając nowych możliwości dokumentacyjnych. Poszukiwania te prowadziliśmy początkowo poprzez współpracę z podmiotami zewnętrznymi, a później – w miarę zdobywania wiedzy i doświadczenia – sami zaczęliśmy definiować konkretne problemy badawcze i szukać rozwiązań technologicznych, które mogłyby tym wyzwaniom sprostać. Okazało się, że wiele rozwiązań, choć technologicznie osiągalnych, nie zostało jeszcze opracowanych, co przy poparciu dyrekcji Muzeum i dzięki szczęśliwemu trafowi, który zetknął ze sobą grupę podobnie myślących osób, zaowocowało trwającą kilkanaście lat działalnością rozwojowo-badawczą.

Kiedy mamy do czynienia z procesem, trudno określić dokładnie, gdzie on się zaczynał. Działania, które prowadzone są konsekwentnie przez kilkanaście lat, nie mają także najczęściej jednej przyczyny. Starając się odtworzyć, jak to wszystko się zaczęło, myślę, że trzeba wskazać na splot kilku wydarzeń, które miały miejsce w 2006 roku¹. 28 marca tegoż roku odbyła się w Wilanowie konferencja pt. „Zapis obrazu, obraz zapisu”. Zaprezentowane na niej zostały różne cyfrowe techniki dokumentacyjne, a jednym z prelegentów był wówczas dr Robert Sitnik omawiający możliwości techniki skanowania z oświetleniem strukturalnym. Zaprezentowany potencjał dokumentacyjny wydał mi się wtedy szansą na rozwiązanie problemu z utrwaleniem napisów pokrywających powierzchnię *Pomnika Bitwy Raszyńskiej*. Pracując w Dziale Konserwacji Muzeum

1 Nie znaczy to oczywiście, że dopiero w roku 2006 rozpoczęła się droga Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie ku cyfryzacji zasobów. Zgodnie z relacją Ewy Jakubowskiej-Smagiel: „Pierwsze cyfrowe zdjęcie wykonane przez pracowników muzeum zostało zrobione w lipcu 2000 roku przez Waldemara Markiewicza ówczesnego kierownika Działu Dokumentacji Naukowej” (E. Jakubowska, *Historia cyfryzacji w muzeum w Dziale Dokumentacji i Cyfryzacji*, s. 1). Podobnie jak w wielu innych instytucjach kultury na świecie, pierwsze kroki na ścieżce ku cyfrowym metodom zapisu związane były z użyciem błyskawicznie rozwijających się w pierwszej dekadzie dwudziestego pierwszego wieku aparatów cyfrowych oraz skanerów płaskich. Traktowane początkowo jako nowinka technologiczna aparaty cyfrowe wykorzystywane były do archiwizacji ulotnych chwil z życia Muzeum i jego otoczenia, takich jak otwarcia wystaw, reportaże, zdjęcia elementów krajobrazu lub architektury. Stopniowo, wraz z rosnącym zaufaniem do jakości odwzorowania cyfrowego (zwłaszcza w zakresie barwy), aparaty cyfrowe zaczęły być używane do tworzenia dokumentacji obrazów, ceramiki i innych obiektów ruchomych, co w naszym Muzeum miało miejsce około roku 2005.

przygotowywałem wówczas program konserwacji tego niezwykle ciekawego obiektu znajdującego się na wyspie za Mostem Rzymskim. Wystawiony w roku 1821 monument składał się z ceglanego trzonu obłożonego piaskowcowymi płytami. Na tych płytach różne osoby odwiedzające to miejsce wyryły dziesiątki napisów. Najstarsze z nich pochodziły z połowy dziewiętnastego wieku. Z jednej strony szpeciły one powierzchnię zabytku, z drugiej były nośnikiem emocji z prawie dwustuletniej historii pomnika. W czasie procesu konserwatorskiego zdecydowaliśmy się na ich usunięcie – zależało nam jednak na zachowaniu wiedzy o nich dla przyszłych pokoleń. Dokumentacja fotograficzna tylko częściowo poradziła sobie z trudnym zadaniem. Dużo lepszych wyników spodziewaliśmy się po dokumentacji trójwymiarowej – i tak oto, wykonane latem 2006 roku, w nocy, pomiary były pierwszą próbą zastosowania w Wilanowie techniki skanowania z oświetleniem strukturalnym. Zespół z Politechniki Warszawskiej pod kierunkiem Roberta Sitnika był bardzo zainteresowany wykonaniem tych testów, gdyż dla nich była to jedna z pierwszych okazji pracy „w terenie”. Oczywiście od początku spotkały nas liczne niespodzianki, które później miały już zawsze towarzyszyć realizowanym przez nas projektom, bo przecież w Muzeum każdy obiekt jest inny i nigdy nie należy być pewnym, że rozwiązanie, które sprawdziło się w jednym wypadku, zadziała w innym. Wtedy okazało się, że generator spalinowy zasilający nasz system pomiarowy generował drgania, które przenosiły się na pomiar. Konieczność wykonywania pomiarów w nocy, dla uzyskania odpowiedniego kontrastu przy projekcji prążków, ściągnęła do nas masy owadów, z których wiele zostało uwiecznionych na wykonanych wówczas skanach. W tym momencie już wiedzieliśmy, że jeżeli mielibyśmy jeszcze kiedyś wykonywać pomiary na terenie parku z wykorzystaniem oświetlenia strukturalnego, to wskazane będzie obudowanie mierzonego obiektu namiotem.

Każde wykonywane przez nas działanie natychmiast generowało pytania, z których wcześniej nie zdawaliśmy sobie sprawy. Obiektem kolejnych testów wykonanych wraz z Politechniką Warszawską były pomiary kominka znajdującego się w południowej galerii na pierwszym piętrze pałacu (il. 1). Tam nie mieliśmy problemu



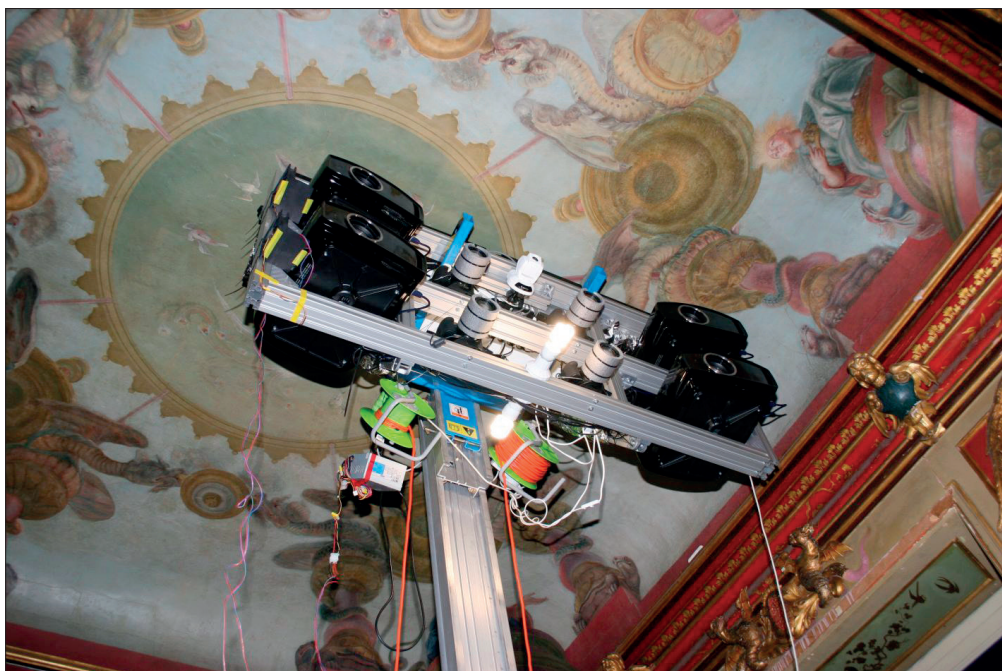
il. 1

Trójwymiarowy model kominka w Galerii Południowej pałacu wykonany na podstawie pomiarów zrealizowanych w roku 2007

z energią elektryczną ani z owadami, natomiast nie wiedzieliśmy, z jakimi rozdzielczościami przestrzennymi powinniśmy dokonywać pomiarów, by w skanie móc uchwycić interesujące nas informacje. W przypadku kominka składającego się z elementów piaskowcowych okalających palenisko i gipsowych elementów nastawy zależało nam na zadokumentowaniu metody wykonania poszczególnych elementów i uchwyceniu śladów użytych narzędzi. Wykorzystywany przez Politechnikę Warszawską skaner był prototypowym urządzeniem skonstruowanym na wydziale i mieliśmy możliwość jego prawie dowolnego przekalibrowywania, co pozwoliło nam na wykonanie wstępnych testów z różnymi rozdzielczościami przestrzennymi skanowania. W roku 2007, podczas dalszej współpracy prowadzonej w ramach działalności statutowej, wykonaliśmy pomiary kilkunastu gemm przy okazji realizacji wystawy „L'antica maniera Giovanni Calandrelli – rysunki i gemmy ze zbiorów Antikensammlung w Berlinie” zorganizowanej we współpracy ze Staatliche Museen zu Berlin². Wypożyczone wtedy z Berlina obiekty idealnie nadawały się do naszych celów. Mieliśmy wykonane z gipsu, a więc matowe odlewy niewielkich płaskorzeźb o wysokości kilkudziesięciu milimetrów, zdobionych pięknymi, bardzo finezyjnymi rytami. Udało nam się wówczas wykonać pomiary z rozdzielczością przestrzenną wynoszącą 1100 punktów na mm², której nikt poza nami jeszcze wtedy nie stosował. Zdobytymi doświadczeniami starliśmy się dzielić na arenie międzynarodowej. Mając już opracowane wyniki pomiarów, zabiegałem o to, by zdobyć informację, jakie dokładności pomiarów zalecane są w innych krajach. Szybko okazało się, że żadnych tego typu ustaleń nie ma, a jedyna odpowiedź, jaką udało mi się uzyskać, to „im więcej punktów tym lepiej”³, co oczywiście nie było żadną odpowiedzią. Wtedy wiedzieliśmy, że ustalenie pożądanej precyzji pomiaru będzie naszym pierwszym celem. Dla zrealizowania takiego zadania proste działania w ramach współpracy Muzeum z uczelnią nie były wystarczające – potrzebowaliśmy dedykowanego projektu badawczego. Do napisania pierwszego wspólnego wniosku Muzeum i Wydziału Mechatroniki zabraliśmy się pod koniec 2008 roku, a następnie złożyliśmy go na VI Konkurs Projektów Rozwojowych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Mieliśmy dużo szczęścia, bo projekt zatytułowany „Zastosowanie precyzyjnej dokumentacji 3D obiektów zabytkowych w urzeczywistnieniu idei konserwacji prewencyjnej”

2 Autor koncepcji dr Gertrud Platz SMB, kurator Eryk Bunsch – wernisaż z 27 kwietnia 2007 roku.

3 Chodziło o rozdzielczość chmury punktów będącej efektem pomiaru. W większości technik pomiaru trójwymiarowego rozdzielczość przestrzenną skanowania podaje się w minimalnej liczbie punktów pomiarowych uzyskanych na powierzchni mierzonego obiektu na mm lub cm kwadratowy.



il. 2

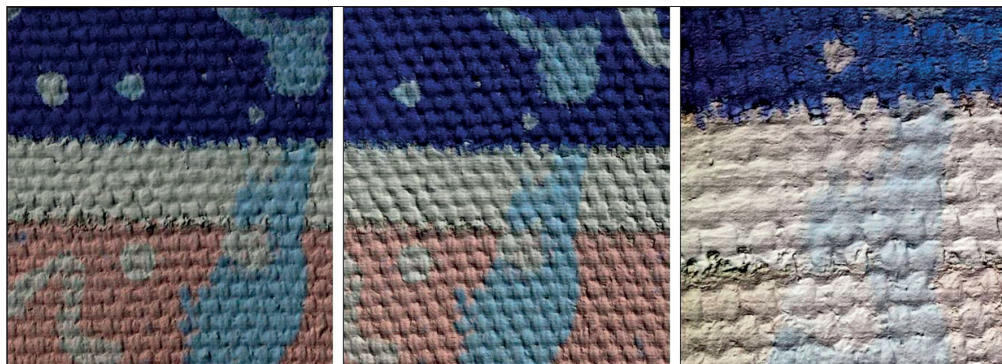
uzyskał finansowanie już pierwszym podejściu w 2009 roku⁴ i następnie realizowany był do sierpnia 2012 roku.

Efektom przeprowadzonych wtedy badań były ustalenia, którymi kierujemy się do dzisiaj.

W tym czasie Muzeum współpracowało równolegle z Politechniką Warszawską przy realizacji projektu pt. „Zautomatyzowany system do trójwymiarowej digitalizacji obiektów polskiego i europejskiego dziedzictwa kulturowego”. Stanowisko pomiarowe, w którego budowie po raz pierwszy zastosowano ramię przemysłowe robota, po pierwszych testach na wydziale przewiezione zostało do Wilanowa i zainstalowane w pracowni zorganizowanej na pierwszym piętrze wieży północnej pałacu. Sama lokalizacja pracowni pokazuje determinację, z jaką realizowaliśmy nasze badania. Z wieży widoki były piękne, natomiast do pracowni można było dostać się jedynie przez zabytkową spiralną klatkę schodową o 63 stopniach. Dodatkowo podłoga pomieszczenia na pierwszym piętrze miała bardzo ograniczoną nośność, a przy energicznym zamknięciu ciężkich dębowych drzwi na parterze przenosiła nam na pomiar powstałe wibracje. Innego wolnego wnętrza na pracownię nie było, a my byliśmy zachwyceni, że przy wykorzystaniu każdego metra kwadratowego powierzchni muzealnej – w ogóle jakiegokolwiek miejsca otrzymaliśmy. Po uruchomieniu projektu N R17 udało nam się, dzięki wsparciu dyrekcji Muzeum, uzyskać jeszcze drugie niewielkie

Pierwsza wersja głowicy do skanowania wnętrza pałacu zaprojektowana i zbudowana we współpracy Muzeum z Politechniką Warszawską. Gabinet Chiński Króla – pomiary przed rozpoczęciem prac konserwatorskich w pomieszczeniu, Wilanów 2011

4 Projekt N R17 0004 06, pt. „Zastosowanie precyzyjnej dokumentacji 3D obiektów zabytkowych w urzeczywistnieniu idei konserwacji prewencyjnej”.



il. 3

Wizualizacja modelu w postaci gęstej chmury punktów, ukazującego kopię fragmentu obrazu D. Hockneya przedstawioną w trzech rozdzielczościach optycznych, wynoszących odpowiednio 1100 punktów na mm², 2500 punktów na mm² i 10 000 punktów na mm². Projekt N R17 0004 06, próba nr 28

pomieszczenie na pierwszym piętrze północnego skrzydła pałacu. Tam nareszcie mieliśmy solidną murowaną podłogę, która dała nam możliwość wykonywania pomiarów z dużo większymi rozdzielczościami przestrzennymi. Tak więc na wieży realizowaliśmy zagadnienia związane z automatyzacją pomiaru i wykorzystaniem ramienia robotycznego, a w nowym pomieszczeniu wykonywaliśmy testowe pomiary 52 prób materiałowych przygotowanych we współpracy z konserwatorami. Te próby technologiczne o wymiarach 10 cm na 10 cm lub 12 cm na 12 cm przygotowane zostały tak, by oddawały typowe cechy powierzchni większości obiektów dziedzictwa kulturowego⁵. Każda z nich mierzona była w trzech różnych rozdzielczościach przestrzennych wynoszących 1100 punktów na mm², 2500 punktów na mm² i 10 000 punktów na mm² (a więc odległości między sąsiednimi punktami pomiarowymi w chmurze wynosiły odpowiednio: 30 μm, 20 μm i 10 μm) (il. 3). Efekty pomiarów w formie gęstych chmur punktów⁶ oceniane były przez konserwatorów, historyków sztuki i archeologów w celu uzyskania odpowiedzi na kolejne pytania. Przede wszystkim staraliśmy się określić, na którym ze skanów specjalista jest w stanie dostrzec te cechy stylistyczne i warsztatowe obiektu, które pozwalają mu na wstępną ocenę techniki wykonania i stanu zachowania danego obiektu. W przypadku większości próbek

5 Piętnaście prób obejmowało płytki wykonane w seriach po trzy z pięciu gatunków kamieni naturalnych – granitu, marmuru krystalicznego, wapienia zbitego, piaskowca i wapienia porowatego. Kolejne dwanaście to próby czterech gatunków drewna – dwa gatunki drewna liściastego (dąb *Quercus Robur* i lipa *Tilia Cordata*) oraz dwa gatunki drewna iglastego (jodła *Abies Alba* i sosna *Pinus Sylvestris*). Przygotowano także trzynaście prób naśladujących często spotykane techniki malarskie, a ostatnia grupa dwunastu prób imitowała różne techniki graficzne.

6 Na Wydziale Mechatroniki powstał wtedy specjalny wizualizator 3DMassive (którego twórcą był Jakub Michoński) pozwalający na oglądanie modeli w postaci nawet bardzo gęstych chmur punktów z odwzorowaniem barwy i możliwością zmiany oświetlenia. Program ten jest używany w Wilanowie do dzisiaj ze względu na to, że – wizualizując w miarę wybierania stopnia przybliżenia i podczytując kolejne warstwy punktów – umożliwia wizualizację bardzo dużych zbiorów danych. Jego wadą jest brak możliwości udostępnienia w Internecie oraz fakt, że ze względu na ilości przetwarzanych danych wymaga silnej stacji roboczej.

wskazywany był wynik odpowiadający rozdzielczości przestrzennej pomiaru wynoszącej 2500 punktów na mm². Ustalenie referencyjnych rozdzielczości pomiaru było bardzo istotne ze względu na konieczność takiego zaplanowania procesu skanowania, aby w jego wyniku zgromadzić ilość danych potrzebną do stworzenia produktu cyfrowego o wymaganej jakości odwzorowania, ale bez tworzenia danych nadmiarowych. Wykonywanie pomiarów z rozdzielczościami przestrzennymi wyższymi od wymaganych niepotrzebnie komplikuje pomiar, zawyża koszty realizacji zadania i powoduje wytworzenie nadmiarowych danych, które następnie powinno się przechowywać.

W roku 2007 na konferencji „Cyfrowe spotkania z zabytkami” zorganizowanej przez Uniwersytet Wrocławski zapoznaliśmy się z dr. Robertem Sitnikiem z postulatami Karty Londyńskiej (London Charter) prezentowanymi przez Annę Bentkowską-Kafel z King’s College w Londynie i stwierdziliśmy, że musimy włączyć te zalecenia do opracowywanej przez nas ścieżki postępowania.

W roku 2011 w wywiadzie dla czasopisma „Computerworld Polska” twierdziłem razem z dr. hab. inż. Robertem Sitnikiem, że „Jeśli (...) chcemy stworzyć dokumentację konserwatorską, określić stan zachowania obiektu i jego potrzeby, konieczna jest bardziej zaawansowana technologia. Dopiero skanowanie z rozdzielczością bliską 10 tys. punktów na 1 mm kw. pozwala na spełnienie wymagań dokumentacyjnych”⁷. Mówiliśmy tak, bo właśnie realizowaliśmy projekt badawczy, w którym ta rozdzielczość przestrzenna była najwyższą, jaką testowaliśmy i zakładaliśmy, że dopiero ona spełni wszystkie wymogi, jakie jej stawialiśmy. Wkrótce, po zakończeniu projektu, wiedzieliśmy już, że wymagania rozdzielczościowe w stosunku do większości obiektów nie muszą być aż tak wysokie.

W tym samym 2011 roku pytany przez redaktora „Przekroju”, czy „Digitalizacja zbiorów to dla muzeów moda, konieczność czy szansa?”⁸, odpowiedziałem: „Rzeczywiście spotykam się z postawami, że digitalizację można przeczekać. Albo z obawą, że dane cyfrowe są mniej trwałe od tych zapisanych na papierze, że pojawi się wirus i je zniszczy. To nie tak. Trudno dziś być nowoczesną instytucją i nie dysponować cyfrowym zapisem swoich zbiorów”. W tym samym artykule, opisując nasze priorytety badawcze, wskazywałem, że „Od kilku lat we współpracy z zespołem z Wydziału Mechatroniki Politechniki Warszawskiej pracujemy nad wyeliminowaniem człowieka z procesu pomiarowego i zastąpieniem go robotem przemysłowym. (...) przetwarzanie danych to proces żmudny i czasochłonny. Człowiek zwiększa ryzyko błędów”.

7 D. Konowrocka, *Skanowanie form przestrzennych*, „Computerworld Polska”, 2011, nr 34/950, s. 21.

8 3D przyjaciele muzeów, Rozmawia Jacek Tomczuk, „Przekrój”, 17 X 2011, nr 42(3460), s. 30.

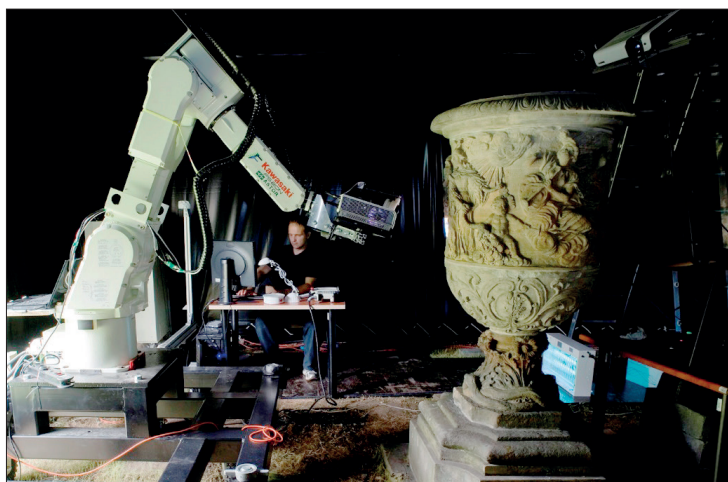
il. 4

Namiot na Dolnym Tarasie parku, Wilanów 2011



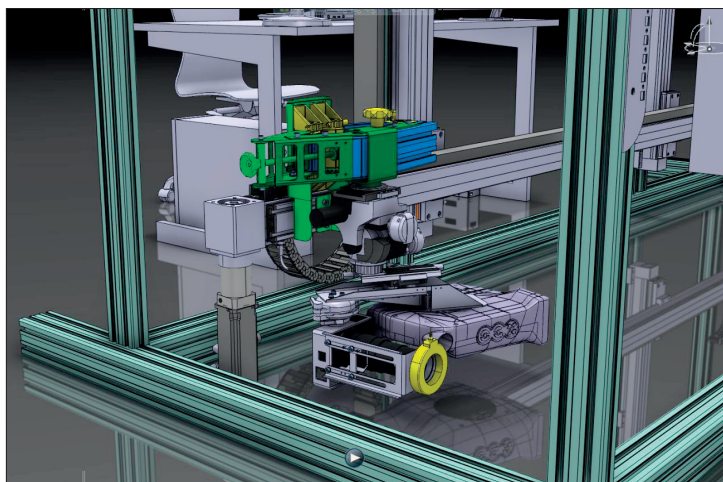
il. 5

We wnętrzu namiotu Wojciech Załuski z zespołu Politechniki Warszawskiej obsługuje zrobotyzowany system pomiarowy w trakcie wykonywania skanowania z oświetleniem strukturalnym powierzchni piaskowcowej wazy



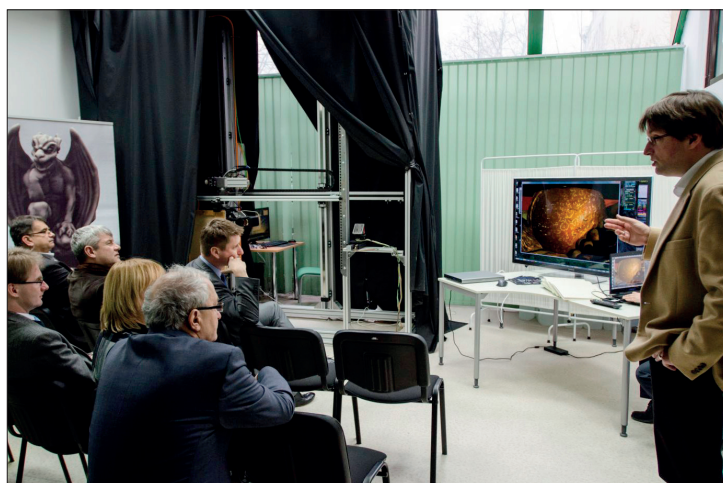
Czasem mogliśmy liczyć na zainteresowanie mediów, tak jak w roku 2011, kiedy w ogrodach wilanowskich zamontowaliśmy wyposażony w klimatyzatory namiot o powierzchni 40 metrów kwadratowych, który następnie przenosiliśmy po Dolnym Tarasie parku ustawiając go po kolei nad każdą z czterech piaskowcowych waz. „Życie Warszawy” napisało wtedy tak: „W ogrodzie Muzeum w Wilanowie stanął namiot. W środku w półmroku potężny robot z niezwykłą precyzją skanuje wielką piaskowcową wazę. To część unikalnego projektu realizowanego przy współpracy naukowców z Politechniki Warszawskiej”⁹ (il. 4 i il. 5). W latach 2011–2012 na fali dużego zainteresowania mediów staraliśmy się kreować wizję dokumentacji takiej, jaką wierzyliśmy, że jesteśmy w stanie w ciągu kilku lat dostarczyć. Jednocześnie sami staraliśmy się definiować zakresy zastosowań, ale też inspirować innych do dalszego rozwijania tej wizji. Takie działanie przynosiło niesamowicie świeże

9 J. Gajda-Zadworna, *Trzeci wymiar zabytków*, „Życie Warszawy”, 2011, nr 178, s. 7.



il. 6

Projekt Stanowiska do Zautomatyzowanego Pomiaru Obrazów (SAPO) stworzony we współpracy z Politechniką Warszawską w ramach projektu WPR Kultura+



il. 7

Prezentacja prototypu stanowiska do automatycznego skanowania powierzchni obrazów sztalugowych z rozdzielczością przestrzenną do 10 000 punktów na mm². Na widowni siedzą m.in. (od lewej): Piotr Majewski (ówczesny dyrektor NIMOZ), Waldemar Markiewicz (ówczesny kierownik Działu Dokumentacji i Cyfryzacji Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie), Paweł Jaskanis (dyrektor Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie) oraz Jarosław Czuba (ówczesny zastępca dyrektora NINA)

pomysły i otwierało zupełnie nowe perspektywy badawcze, lecz niosło ze sobą również wiele rozczarowań, kiedy zatrzymywały nas piętrzące się problemy techniczne lub kiedy nie byliśmy w stanie zaspokoić zbyt rozbudzonych oczekiwań użytkowników. Niektórzy z tych użytkowników podzielali nasz wieczny optymizm, inni nabierali ogromnego dystansu do proponowanych rozwiązań (il. 6 i il. 7).

Na podstawie tych doświadczeń stało się dla mnie oczywiste, jak niesłychanie istotne jest możliwie najdokładniejsze doprecyzowanie efektu planowanych prac.

Często prowadziliśmy z prof. Robertem Sitnikiem dyskusje dotyczące tego, czy tworzone przez nas wizje nie są zbyt śmiałe i czy nie powinniśmy prościej definiować poszczególnych etapów rozwoju technologicznego, aby przez to były łatwiejsze do osiągnięcia. Wtedy zawsze niezmiennie pojawiał się argument, że jeżeli wizja nie będzie odpowiednio śmiała, to nie zainteresuje nikogo poza garstką techników. Byliśmy zatem skazani

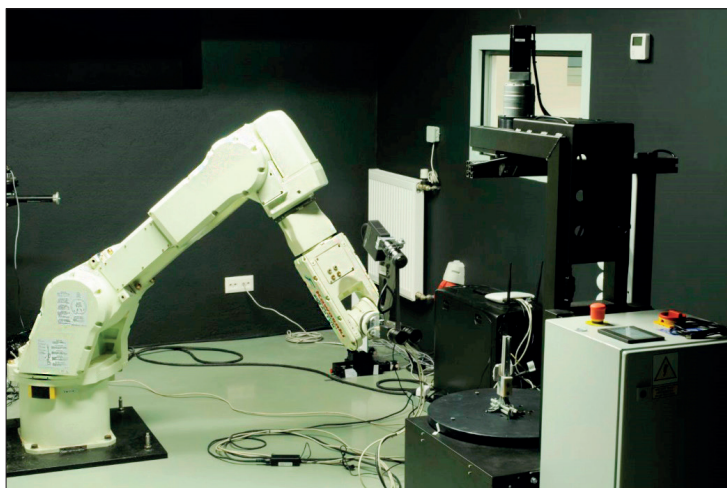


il. 8

Druga wersja głowicy do skanowania wnętrza pałacu zaprojektowana i zbudowana we współpracy Muzeum z Politechniką Warszawską. Gabinet Chiński Króla – pomiary po zakończeniu prac konserwatorskich w pomieszczeniu, Wilanów 2015

il. 9

Wnętrze Pracowni Dokumentacji Trójwymiarowej w podziemiu budynku Oranżerii. Widoczne zautomatyzowane stanowisko do skanowania z oświetleniem strukturalnym, Wilanów 2016

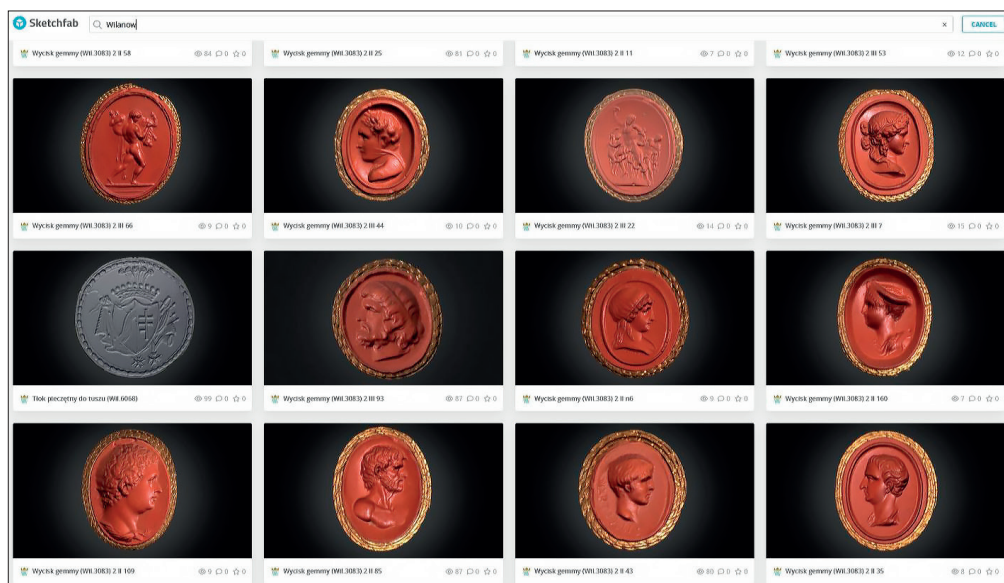


na wieczną pogon za ambitnymi obietnicami (il. 8 i il. 9). Z perspektywy lat można stwierdzić, że przez cały ten czas konsekwentnie dążyliśmy do osiągnięcia celów, które zdefiniowaliśmy na początku tej drogi. Na pewno byliśmy zbyt optymistyczni próbując oszacować to, ile czasu zajmie nam jej pokonanie. Z początkowo zakładanych lat kilku zrobiło się kilkanaście, a i tak niektóre z tych celów, jak choćby pełna automatyzacja pomiaru skomplikowanych kształtów przestrzennych, wciąż czekają na dopracowanie i wdrożenie. Z drugiej strony patrząc – okazało się także, że byliśmy jednym z niewielu ośrodków na świecie, który w ogóle takie pytania stawiał i dążył do znalezienia na nie systemowej odpowiedzi.

W roku 2011 w wywiadzie dla „Życia Warszawy” deklarowałem, że docelowo „Chcemy opracować standardy digitalizacji zabytków, wyznaczyć normy, które mamy nadzieję – będą polską propozycją w Unii Europejskiej”¹⁰. Niestety po 13 latach zagadnienie to nadal pozostaje otwarte, a problem coraz bardziej palący. Ze względu obecnie na brak możliwości

realizacji dużych projektów badawczych, w ostatnich latach staraliśmy się opracowywać choć drobne fragmenty tego zagadnienia, czego dowodem są prace dotyczące ustalenia wymaganej precyzji skanowania na

¹⁰ Ibidem, s. 7.



il. 10

potrzeby wykonywania kopii rzeźbiarskich w drewnie przy zastosowaniu frezowania CNC (ang. Computerized Numerical Control)¹¹.

Cały czas mamy nadzieję, że będziemy mogli w Wilanowie kontynuować badania nad technologiami cyfrowymi i wnieść nasz wkład w opracowanie standardów minimalnych wymagań jakościowych dla tworzonej dokumentacji cyfrowej obiektów dziedzictwa kulturowego. Czekając na tego typu możliwość koncentrujemy się na popularyzowaniu zdobytej wiedzy – między innymi poprzez realizację projektów, takich jak „www.muzeach”¹² (il. 10), w którym byliśmy, jako Muzeum, liderem konsorcjum pięciu polskich muzeów realizujących skomplikowany projekt obejmujący tworzenie i udostępnianie dokumentacji cyfrowej.

Kalendarium:

2000 – Pierwsze zdjęcie cyfrowe wykonane w Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie.

2003 – Początki wykorzystania cyfrowych technik pomiarowych w ramach przygotowań do prac rewitalizacyjnych kompleksu parkowo-pałacowego.

2003 – Współpraca z Pracownią Badań Interdyscyplinarnych Krajowego Ośrodka Badań i Dokumentacji Zabytków (KOBiDZ). Początki tworzenia dokumentacji ortofotograficznej elewacji pałacu i dokumentowania prowadzonych prac archeologicznych, między innymi z zastosowaniem skanera laserowego Cyrax 2500.

11 E. Bunsch, *The possibilities of making copies of wooden historical objects by CNC milling based on digital three-dimensional models*, Archiving 2023 Oslo Conference.

12 „www.muzeach” to projekt realizowany w ramach Programu Operacyjnego Polska Cyfrowa 2014–2020 (Umowa o dofinansowanie nr: POPC.02.03.02-00-0009).

Strona platformy Sketchfab, na której zostały opublikowane trójwymiarowe skany wycisków gemm i tłoka pieczętnego zdigitalizowane w ramach projektu „www.muzeach”

2005 – Początki tworzenia systemu informacji przestrzennej (GIS) w Muzeum, a od 2009 roku planowy rozwój tej dokumentacji w oparciu o oprogramowanie ArcGIS firmy ESRI, który konsekwentnie realizowany jest do dnia dzisiejszego.

2005 – Pierwsze próby tworzenia dokumentacji trójwymiarowej zabytków ruchomych – wykonane przez zewnętrzną firmę DEPHOS za pomocą skanera Konika-Minolta Vi-9i. Efektem prac były modele w postaci siatki trójkątów z nałożoną na nie teksturą.

2007 – Współpraca z Wydziałem Mechatroniki Politechniki Warszawskiej w zakresie wykonywania testowych pomiarów trójwymiarowych gemm przy okazji realizacji wystawy „L’antica maniera Giovanni Calandrelli – rysunki i gemmy ze zbiorów Antikensammlung w Berlinie” zorganizowanej we współpracy ze Staatliche Museen zu Berlin (Autor dr Gertrud Platz SMB, kurator Eryk Bunsch – 27 kwietnia 2007). Pomiary wykonane zostały wtedy z rozdzielczością przestrzenną wynoszącą 1100 punktów na mm².

15–16 października 2007 – Konferencja „Cyfrowe spotkania z zabytkami. Nowoczesne metody gromadzenia i udostępniania wiedzy o zabytkach”, organizator – Instytut Historii Sztuki Uniwersytetu Wrocławskiego.

1 września 2009 – 31 sierpnia 2012 – Projekt badawczy N R17 0004 06 „Zastosowanie precyzyjnej dokumentacji 3D obiektów zabytkowych w urzeczywistnieniu idei konserwacji prewencyjnej” – VI Konkurs projektów rozwojowych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

2009 – „Zautomatyzowany system do trójwymiarowej digitalizacji obiektów polskiego i europejskiego dziedzictwa kulturowego” – projekt Politechniki Warszawskiej realizowany we współpracy z naszym Muzeum.

1 lipca 2010 roku – podpisanie ramowej umowy o współpracy pomiędzy Wydziałem Mechatroniki Politechniki Warszawskiej a Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie (wówczas pod nazwą „Muzeum Pałac w Wilanowie”). Osobami powołanymi do koordynacji wspólnych działań byli Robert Sitnik i Eryk Bunsch w zakresie „badań monitoringu zmian kształtu na przestrzeni czasu” oraz „badań nad automatyczną digitalizacją trójwymiarową muzealiów dla potrzeb konserwatorskich i dokumentacyjnych”.

26 października 2010 roku – Warsztaty „Zintegrowany system do digitalizacji 3D obiektów dziedzictwa kulturowego z automatycznym przetwarzaniem i eksportem modeli wirtualnych” w ramach projektu „Badania z zakresu digitalizacji i rekonstrukcji 3D obiektów europejskiego dziedzictwa kulturowego” zorganizowane we współpracy Instytutu Mikromechaniki i Fotoniki Politechniki Warszawskiej z Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie.

2010–2014 – Wieloletni Program Rządowy (WPR) Kultura+. Program ogólnopolski z łącznym budżetem 120 mln PLN, którego operatorem był Narodowy Instytut Audiowizualny (NInA). Muzeum w Wilanowie czterokrotnie otrzymało dofinansowanie na składane w ramach programu projekty.

- 2010 – Digitalizacja 3D wybranej kolekcji zbiorów, projekt POIiŚ (Programy Operacyjne Infrastruktura i Środowisko) „Rewitalizacja i digitalizacja osiemnastowiecznego zespołu pałacowo-ogrodowego w Wilanowie”.
- 2011 – Początek prac grupy ekspertów w celu opracowania wstępnych zaleceń cyfryzacyjnych koordynowanych przez Narodowy Instytut Muzealnictwa i Ochrony Zbiorów (NIMOZ), A. Kuśmidrowicz-Król.
- Listopad 2011 – Początek współpracy pomiędzy Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie a Muzeum Archidiecezji Warszawskiej reprezentowanym przez dyrektora ks. Andrzeja Przekazińskiego.
- Listopad 2011 – Początek prac związanych z organizacją nowego laboratorium pomiarowego w podziemiu budynku Oranżerii (ustalenia międzydziałowe w Muzeum).
- 2–5 września 2012 – „18th International Conference on Virtual Systems and Multimedia”, Mediolan. Wystąpienie: E. Bunsch, A. Guzowska, R. Sitnik, *3D scanning of two different objects*.
- 2012–2016 – Udział Muzeum w międzynarodowym projekcie COST (European cooperation in science and technology) TD1201 „Colour and Space in Cultural Heritage (COSCH)” koordynowanym przez Politechnikę w Moguncji (Niemcy).
- 2012 – Powstanie Pracowni Dokumentacji Trójwymiarowej Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie.
- 29–30 listopada 2012 – „Nowe media. Świat wirtualny a percepcja sztuki”, organizator: Instytut Sztuka Mediów Akademii Sztuk Pięknych w Warszawie. Wystąpienie E. Bunscha *Czy możliwy jest estetyczny odbiór dzieł wirtualnych? O specyfice percepcji danych cyfrowych*.
- 2014–2015 – Projekt POIiŚ (Programy Operacyjne Infrastruktura i Środowisko) „Rewitalizacja i digitalizacja jedynej w Polsce barokowej rezydencji królewskiej w Wilanowie”:
- Digitalizacja dwóch pomieszczeń – Gabinetu Chińskiego Króla i Garderoby Króla – z rozdzielczością przestrzenną wynoszącą 100 punktów na mm² (skanowanie z oświetleniem strukturalnym).
- Przebudowa i adaptacja piwnicy w budynku Oranżerii na potrzeby Laboratorium pomiarowego dla Pracowni Dokumentacji Trójwymiarowej.
- 2015 – Powstanie w ramach projektu „Wilanowskie Muzeum Cyfrowe + (IV etap)” eksperymentalnej głowicy multimodalnej (prototyp) – integrującej pomiar kształtu metodą skanowania z oświetleniem strukturalnym z pomiarem charakterystyki barwowej i parametru BRDF (ang. *Bidirectional Reflectance Distribution Function*, funkcja określająca sposób rozkładu odbicia i rozpraszania światła) mierzonych dla każdego punktu pomiarowego w chmurze punktów (przy rozdzielczości przestrzennej skanowania wynoszącej 400 punktów na mm²).
- 2017–2019 – Zadanie „Trójwymiarowa dokumentacja wybranej kolekcji zbiorów” realizowane w ramach projektu: „Restauracja i zabezpieczenie symbolu polskiego dziedzictwa kulturowego – Muzeum Pałacu

Króla Jana III w Wilanowie” przez Wydział Mechatroniki Politechniki Warszawskiej i obejmujące:

- a) pomiar w technice skanowania z oświetleniem strukturalnym Antygabinetu Królowej i Gabinetu al. Fresco z rozdzielczością przestrzenną wynoszącą 100 punktów na mm²
- b) pomiar 12 rzeźb ceramicznych w technice skanowania z oświetleniem strukturalnym z rozdzielczością przestrzenną wynoszącą 2500 punktów na mm²
- c) cykliczny pomiar (7 serii pomiarów w trzech porach roku: wiosna, lato, jesień) dwunastu miejsc elewacji pałacu w Wilanowie (w formacie 12 cm na 12 cm z rozdzielczością przestrzenną wynoszącą 2500 punktów na mm²).

2018–2023 – Udział Muzeum w międzynarodowym projekcie „CHANGE Cultural Heritage Analysis for New Generations” realizowanym w ramach „The European Union’s Horizon 2020 research and innovation programme under the Marie Skłodowska-Curie” (Grant nr 813789) koordynowanym przez NTNU (Norwegia).

6–7 listopada 2019 – Konferencja zorganizowana przez ICOM w Bratysławie pt. „Revolution Velvet x Digital – 30 years of digital and social media in museums”, wystąpienie: E. Bunsch, *To be or not to be – proper digital strategies for museums*.

2019–2022 – Program Operacyjny Polska Cyfrowa i realizacja programu „www.muzeach”. Program konsorcyjny obejmujący prace dokumentacyjne w pięciu muzeach prowadzone z Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie jako liderem i koordynatorem projektu, odpowiedzialnym za zaproponowanie ścieżek tworzenia dokumentacji cyfrowej i kontrolę jakości.

17–18 listopada 2022 – „Digitalizacja w muzeach – forum dyskusyjne. O problemach związanych z tworzeniem dokumentacji cyfrowej”. Konferencja zorganizowana w Wilanowie we współpracy Narodowego Instytutu Muzealnictwa i Ochrony Zbiorów (obecnie Narodowy Instytut Muzeów) z Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie.

BIBLIOGRAFIA

Bentkowska-Kafel A., *Historyczna wiarygodność zabytku wirtualnego. Uwagi na marginesie postulatów Karty londyńskiej*, w: *Cyfrowe spotkania z zabytkami*, t. 1, *Nowoczesne metody gromadzenia i udostępniania wiedzy o zabytkach*, red. A. Seidel-Grzebińska, K. Stanicka-Brzezicka, Wrocław 2008, s. 35–47.

Bunsch E., *To be or not to be – proper digital strategies for museums*, w: *Revolution Velvet x Digital – 30 years of digital and social media in museums*, ICOM Bratislava 2019, s. 58–59.

Bunsch E., Sitnik R., *Documentation instead of visualisation – applications of 3D scanning in works of art analysis*, „Proceedings of SPIE”, t. 7531, 2010.

- Bunsch E., Sitnik R., *Kryteria doboru techniki 3D do dokumentacji obiektów dziedzictwa kulturowego*, „Digitalizacja w Muzeach”, 2014, nr 2.
- Bunsch E., Sitnik R., *Method for visualization and presentation of priceless old print based on precise 3D scan*, „Proceedings of SPIE. Measuring, Modelling and Reproducing Material Appearance”, t. 9018, 2014, s. 1–9.
- Bunsch E., Sitnik R., *Precyzyjne skanowanie 3D – nowe perspektywy dokumentacyjne i badawcze dzieł sztuki*, „Spotkania z Zabytkami. Numer Specjalny”, 2012, s. 23–27.
- Bunsch E., Sitnik R., *Proces digitalizacji 3D – od założeń do dokumentacji cyfrowej*, „Muzealnictwo”, R. 52, 2011, s. 48–53.
- Bunsch E., Sitnik R., *W stronę obiektywnej dokumentacji dzieła sztuki – praktyczne wykorzystanie skanerów z oświetleniem strukturalnym*, w: *Cyfrowe spotkania z zabytkami*, t. 1, *Nowoczesne metody gromadzenia i udostępniania wiedzy o zabytkach*, red. A. Seidel-Grzesińska, K. Stanicka-Brzezicka, Wrocław 2008, s. 157–162.
- Bunsch E., Sitnik R., Krzesłowski J., *Precise 3D-documentation of Cultural Heritage within the Polish long-term government programme Culture + between 2011 and 2014*, w: *EVA Electronic Media and Visual Art*, Berlin 2014, s. 56–63.
- Bunsch E., Sitnik R., Michoński J., *Art. Documentation quality in function of 3D scanning resolution and precision*, „Proceeding of SPIE. Computer Vision and Image Analysis of Art II”, t. 78690D, 2011, s. 1–11.
- Cyfrowe odwzorowania muzealiów – parametry techniczne, modelowe rozwiązań*, red. A. Kuśmidrowicz-Król, Narodowy Instytut Muzealnictwa i Ochrony Zbiorów, Warszawa 2012.
- Dziedzic A., Bunsch E., *Dokumentacja zabytków ruchomych – skanowanie 3D*, w: *Wilanowski informator konserwatorski*, red. P. Jaskanis, Warszawa 2005, s. 57.
- Gajda-Zadworna J., *Trzeci wymiar zabytków*, „Życie Warszawy”, 2011, nr 178, s. 7.
- Jakubowska-Smagieł E., *Historia cyfryzacji w muzeum w Dziale Dokumentacji i Cyfryzacji (do 2013 roku Dział Dokumentacji Naukowej)*, Warszawa 2022 (na prawach rękopisu).
- Karaszewski M., Sitnik R., Bunsch E., *On-line, collision-free positioning of a scanner during fully automated three-dimensional measurement of cultural heritage objects*, „Robotics and Autonomous Systems”, t. 60, 2012, nr 6, s. 1205–1219.
- Konowrocka D., *Skanowanie form przestrzennych*, „Computerworld Polska”, 2011, nr 34/950, s. 20–21.
- Kuśmidrowicz-Król A., *Odwzorowania cyfrowe dzieła sztuki i techniki multimedialne – perspektywa rozwojowa czy konkurencja dla współczesnego muzealnictwa?*, w: *Cyfrowe spotkania z zabytkami*, t. 1, *Nowoczesne metody gromadzenia i udostępniania wiedzy o zabytkach*, red. A. Seidel-Grzesińska, K. Stanicka-Brzezicka, Wrocław 2008, s. 121–130.
- Markiewicz W., Przeździecki M., *System informacji przestrzennej jako narzędzie zarządzania zasobami muzeum*, „Spotkania z Zabytkami. Numer Specjalny”, 2012, s. 12–18.

- Modzelewska E., Sitnik R., *Odwzorowanie struktury powierzchni obiektu zabytkowego za pomocą skanu 3D*, w: *Cyfrowe spotkania z zabytkami*, t. 1, *Nowoczesne metody gromadzenia i udostępniania wiedzy o zabytkach*, red. A. Seidel-Grzesińska, K. Stanicka-Brzezicka, Wrocław 2008, s. 147–156.
- Siekański P., Bunsch E., Guzowska A., Sitnik R., *Managing large sets of multi-disciplinary research data using 3D models of cultural heritage objects and augmented reality: case study of King's Chinese Cabinet in Wilanów*, w: *Kultur Und Informatik. Virtual History and Augmented Present*, Berlin 2019, s. 191–201.
- Sitnik R., Bunsch E., *Trójwymiarowa dokumentacja dzieł sztuki przy użyciu precyzyjnego skanu 3D – rewolucja naukowa i estetyczna*, w: *Muzeologia*, t. 7, *Edukacja w muzeum rzeczywistym i wirtualnym*, red. D. Folga Januszewska, E. Grygiel, Kraków 2013, s. 87–94.
- Standardy w procesie digitalizacji obiektów dziedzictwa kulturowego*, red. G. Płoszajski, Warszawa 2008.
- Tomczuk J., *3D przyjacielem muzeów*, „Przekrój”, 2011, nr 42 (3460), s. 30.
- Zalecenia dotyczące planowania i realizacji projektów digitalizacyjnych w muzealnictwie*, red. A. Kuśmidrowicz-Król, Narodowy Instytut Muzealnictwa i Ochrony Zbiorów, Warszawa 2011.

SPIS ILUSTRACJI

- s. 19 Trójwymiarowy model kominka w Galerii Południowej pałacu wykonany na podstawie pomiarów zrealizowanych w roku 2007; il. W. Załuski
- s. 21 Pierwsza wersja głowicy do skanowania wnętrza pałacu zaprojektowana i zbudowana we współpracy Muzeum z Politechniką Warszawską. Gabinet Chiński Króla – pomiary przed rozpoczęciem prac konserwatorskich; il. W. Załuski
- s. 22 Wizualizacja modelu w postaci gęstej chmury punktów, przedstawiającego kopię fragmentu obrazu D. Hockneya ukazaną w trzech rozdzielczościach optycznych, wynoszących odpowiednio 1100 punktów na mm², 2500 punktów na mm² i 10 000 punktów na mm². Projekt N R17 0004 06, próba nr 28; autor zrzutu ekranu z programu Massive – E. Bunsch
- s. 24 Namiot na Dolnym Tarasie parku, Wilanów 2011; fot. W. Holnicki
- s. 24 We wnętrzu namiotu Wojciech Załuski z zespołu Politechniki Warszawskiej obsługuje zrobotyzowany system pomiarowy w trakcie wykonywania skanowania z oświetleniem strukturalnym powierzchni piaskownicowej wazy; fot. W. Holnicki
- s. 25 Projekt Stanowiska do Zautomatyzowanego Pomiaru Obrazów (SAPO) stworzony we współpracy z Politechniką Warszawską w ramach projektu WPR Kultura+; il. W. Załuski
- s. 25 Prezentacja prototypu stanowiska do automatycznego skanowania powierzchni obrazów sztalugowych z rozdzielczością przestrzenną do 10 000 punktów na mm². Na widowni siedzą m.in. (od lewej): Piotr Majewski (ówczesny dyrektor NIMOZ), Waldemar Markiewicz (ówczesny kierownik Działu Dokumentacji i Cyfryzacji Muzeum Pałacu

- Króla Jana III w Wilanowie), Paweł Jaskanis (dyrektor Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie) oraz Jarosław Czuba (ówczesny zastępca dyrektora NINA); fot. K. Lech
- s. 26 Druga wersja głowicy do skanowania wnętrza pałacu zaprojektowana i zbudowana we współpracy Muzeum z Politechniką Warszawską. Gabinety Chiński Króla – pomiary po zakończeniu prac konserwatorskich w pomieszczeniu, Wilanów 2015; fot. E. Bunsch
 - s. 26 Wnętrze Pracowni Dokumentacji Trójwymiarowej w podziemiu budynku Oranżerii. Widoczne zautomatyzowane stanowisko do skanowania z oświetleniem strukturalnym, Wilanów rok 2016
 - s. 27 Strona platformy Sketchfab, na której zostały opublikowane trójwymiarowe skany wycisków gemm i tłoka pieczętnego zdigitalizowane w ramach projektu www.muzeach.pl; il. E. Bunsch

ERYK BUNSCH

<https://orcid.org/0009-0007-5561-5255>

Od roku 2000 pracuje w Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie, gdzie kieruje pracami związanymi z użyciem trójwymiarowych technik pomiarowych. Od 2010 roku współpracuje z Narodowym Instytutem Muzeów (dawniej NIMOZ), a od 2020 roku również z Ministerstwem Kultury, jako ekspert w dziedzinie nowoczesnej dokumentacji cyfrowej dziedzictwa kulturowego. Jego zainteresowania naukowe obejmują rozwój technologii cyfrowych służących dokumentacji obiektów dziedzictwa kulturowego (np. precyzyjne skanowanie 3D za pomocą technologii skanowania światłem strukturalnym). Kierował wieloma projektami badawczymi związanymi z cyfrową dokumentacją 3D. Jego artykuły łączą różne sfery działalności naukowej: konserwację dzieł sztuki, dokumentację 3D i archeologię.

Opracowanie wykonano w ramach prac statutowych Muzeum.

Kontakt: ebunsch@muzeum-wilanow.pl

