

dr inż. arch. Agnieszka Dobrzyńska-Jarosz¹⁾
ORCID: 0000-0003-0385-3650

Wykorzystanie współczesnych metod inwentaryzacji do wykonywania dokumentacji remontu i konserwacji obiektów zabytkowych na przykładzie Kościoła Pokoju w Świdnicy

Use of contemporary building survey methods in documenting the renovation and conservation of heritage buildings on the example of the Church of Peace in Swidnica

DOI: 10.15199/33.2024.04.05

Streszczenie. Współczesne technologie i metody inwentaryzacji są istotnym wsparciem podczas remontów, opracowywania dokumentacji oraz realizacji prac w obiektach zabytkowych. Stopień dokładności pomiarów i odwzorowania rzeczywistości pozwalają na prowadzenie m.in. zaawansowanych prac konserwatorskich in situ, a także w warsztacie. Na potrzeby prac prowadzonych w Kościele Pokoju w Świdnicy wykorzystano m.in. inwentaryzację architektoniczną wnętrza, a także fotogrametrię, budowę modelu 3D, wirtualny spacer i wizualizacje ukazujące kolejne etapy rewaloryzacji oraz renowacji jego wnętrza.

Słowa kluczowe: obiekt zabytkowy; inwentaryzacja architektoniczna; cyfrowa fotogrametria; wirtualny spacer.

Abstract. Contemporary building survey technologies and methods provide key support in renovating, preparing documentation for, and carrying out works on heritage buildings. The precision level of measurements and mapping reality allows for conducting, among other things, advanced conservation work both in situ and in house. To carry out works on the Church of Peace in Świdnica, an architectural survey of its interior was used, in addition to: photogrammetry, a 3D model, a virtual tour and visualisations that depict the successive stages of the church interior's revalorisation and renovation.

Keywords: historical monument; architectural survey; digital photogrammetry; virtually walk.

Kościół Pokoju Parafii Ewangelicko-Augsburskiej pw. Trójcy Świętej w Świdnicy powstał na terenach dawnego Księstwa Śląskiego w połowie XVII wieku, wraz z Kościołem Pokoju w Jaworze. Są to największe drewniane budowle sakralne o konstrukcji szkieletowej w Europie. Oba kościoły zostały wpisane 13 grudnia 2001 r. na Listę Światowego Dziedzictwa UNESCO [1]. Ewangelicki Kościół Pokoju w Świdnicy jest zabytkiem wysokiej klasy o ogromnej wartości historyczno-kulturowej. Został zrealizowany na mocy postanowień pokoju westfalskiego kończącego wojnę trzydziestoletnią. Traktat pokojowy zezwalał m.in. na realizację trzech kościołów na terenach Śląska, na własny koszt ewangelików, w lokalizacjach poza murami miejskimi i po uprzednim uzyskaniu pozwolenia na ich budowę [2]. Zgodnie z późniejszymi oficjalnymi dekretnami kościoły protestanckie mogły być wykonywane wyłącznie z drewna i gliny [3].

¹⁾ Politechnika Wroclawska, Wydział Architektury; agnieszka.dobrzyńska-jarosz@pwr.edu.pl

23 września 1652 r. starosta baron Otto von Nostitz ogłosił w ratuszu cesarskie rozporządzenie zezwalające na realizację Kościoła Pokoju przed Bramą św. Piotra w Świdnicy. Zgodnie z zarządzeniem działka obejmowała 200 x 200 kroków, a teren pod sam obiekt 100 x 50 kroków [4]. Ze względu na brak środków finansowych i zakaz odbywania nabożeństw na świeżym powietrzu postanowiono wybudować kościół tymczasowy tzw. Bożą Chatkę, który został zastąpiony właściwym obiektem w 1657 r. [4, 5]. Źródła podają, że budowa Kościoła Pokoju trwała 10 miesięcy. Wmurowanie kamienia węgielnego miało miejsce 23 sierpnia 1656 r., a pierwsze nabożeństwo odprawiono 24 czerwca 1657 r. [2, 4]. Kościół został zrealizowany na podstawie projektu Alberta Säbischa [5], wrocławskiego architekta, który jest również autorem dwóch pozostałych kościołów pokoju. Budowę prowadzili mistrzowie ciesielscy Andreas Gamper i Kasper König oraz murarz Hans Zöllner [2]. Obiekt został zaprojektowany na planie zbliżonym do krzyża greckiego,

z centralizowanym rzutem o trójnawowym układzie bazylikowym, z trójnawowym transeptem. Nawy środkowe przekryte są dachem dwuspadowym, a nawy boczne dachem pulpitowym. Wnętrze kościoła obwodowo obiega dwukondygnacyjny układ empor. Nawa główna ma długość 44 m, szerokość 20 m, zaś nawa poprzeczna, która przecina nawę główną dokładnie pośrodku, odpowiednio 30,5 m i 20 m. Całą budowę wspierają dębowe filary o grubości 40 x 50 cm, które, podobnie jak przypory stropów i empor, obudowane są deskami. Elementy wyposażenia wnętrza wykonane są z drewna.

Kościoły Pokoju w Świdnicy, Jaworze i Głogowie (ten ostatni już nieistniejący) powstały na bazie wspomnianego już międzynarodowego traktatu. Świątynie śląskiego protestantyzmu mają bardzo duże znaczenie symboliczne, począwszy od podstawy ich realizacji, przez narzucenie lokalizacji (budowa poza murami miasta) i budowy, przy użyciu konkretnych materiałów (drewno, słoma, glina, piasek) oraz ob-

ostrzeniu dotyczącym zdefiniowanych cech architektonicznych (świątynie nie mogły mieć wież) [3]. Mimo wykorzystania nietrwałych materiałów świdnicki zabytek przetrwał ponad 360 lat i wciąż jest użytkowany. Odbywają się w nim liczne koncerty i nabożeństwa. Jego forma, wielopoziomowość, wielkość i złożoność elementów stanowi wybitne dzieło drewnianej architektury szkieletowej. Wraz z obiektem w Jaworze stanowią zabytki na skalę światową.

W artykule przedstawiono zakres prac obejmujących dokumentację cyfrową wnętrza Kościoła Pokoju w Świdnicy i zagadnienia związane z jego wirtualnym przedstawieniem, jak również opracowaniem materiałów pomocnych przy realizacji programu konserwatorskiego wystroju i wyposażenia wnętrza w ramach działań przy zabytku UNESCO.

Podstawa opracowania, zakres działań

W latach 2018 – 2020 opracowano „Wirtualny Projekt Kościoła Pokoju w Świdnicy, w Polsce”. Było to działanie w ramach projektu pt. *Konserwacja i renowacja drewnianego obiektu zabytkowego UNESCO – Kościoła Pokoju w Świdnicy, w celu ochrony dziedzictwa kulturowego* finansowane ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego [6] zrealizowane w ramach Programu

Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2014 – 2020, działanie 8.1 Ochrona dziedzictwa kulturowego i rozwój zasobów kultury – nr POIŚ.08.0100-00-1018/16. Prace konserwatorskie w ramach projektu były prowadzone w latach 2018 – 2021 [7].

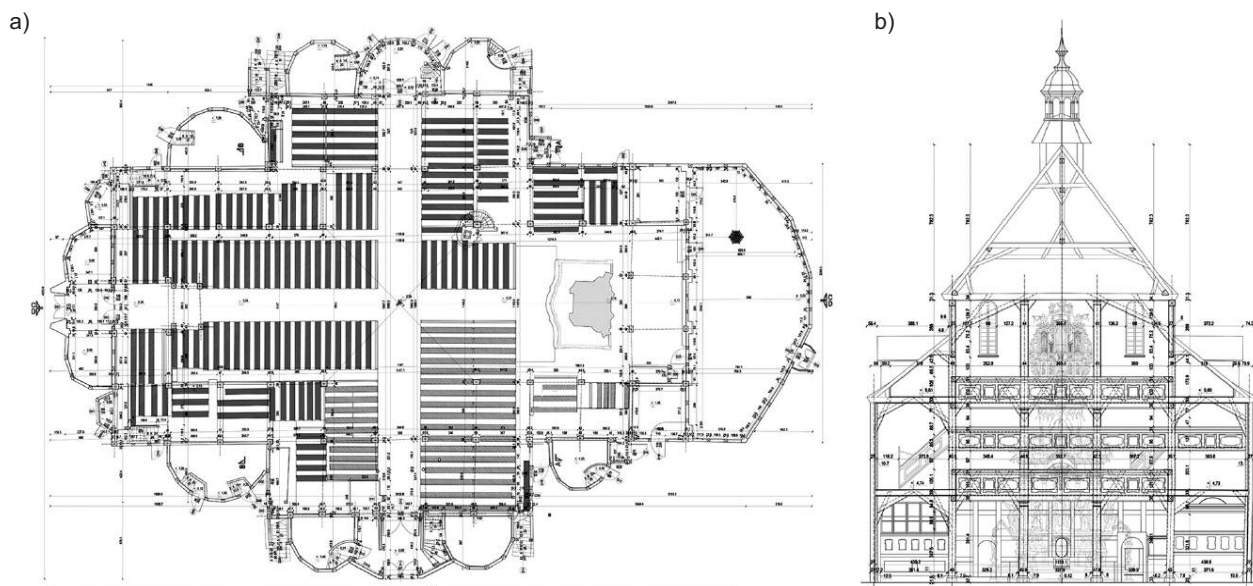
Projekt na potrzeby wirtualnego spaceru obejmował inwentaryzację architektoniczną (rysunkowo-pomiarową) wnętrza zabytkowego obiektu, inwentaryzację fotograficzną wnętrza, cyfrową fotogrametrię (z wykonanych zdjęć), fragmentaryczne skanowanie elementów jego wystroju, modelowanie 3D przy użyciu oprogramowania komputerowego, nałożenie tekstur z wcześniej przygotowanych i wykonanych indywidualnie zdjęć, wizualizacje wnętrza obiektu, a także poszczególnych, ważnych detali, takich jak: chrzcielnica, epitafium, ławki, oraz opracowanie wirtualnego spaceru.

Zgodnie z definicją Małego Słownika Ochrony Zabytków, inwentaryzacja rysunkowo-pomiarowa w ochronie zabytków obejmuje: rysunki w skali sporządzone na podstawie pomiaru bezpośredniego, natomiast fotograficzna zbiór fotografii, wykonanych w jednym czasie, dających wyobrażenie o zabytku jako całości (w wypadku zabytku architektury także o jego wnętrzu) oraz o wszystkich jego szczegółach [8].

Charakterystyka przeprowadzonych prac

Projekt składał się z trzech etapów. W pierwszym etapie prac wykonano inwentaryzację pomiarowo-rysunkową wnętrza Kościoła Pokoju (rysunek 1). Do tego celu jako bazę wykorzystano archiwalne wersje papierowe dotychczasowych, odręcznych, bazowych rysunków inwentaryzacyjnych z lat dziewięćdziesiątych XX w. Na podstawie przeprowadzonych pomiarów in situ opracowano rysunki wektorowe w wersji elektronicznej obejmujące rzuty: przyziemia (w tym nawy obiektu i przylegające do nich hale, tj. Halę Chrzstów, Halę Zmarłych, Halę Ślubów, Halę Polną i Zakrystię oraz rzuty ławek); poziomu łóż w obrębie przyziemia, pierwszego poziomu empor, drugiego poziomu empor, obustronne przekroje poprzeczne i podłużne oraz rysunki wybranych detali.

Detale wnętrza obejmowały inwentaryzację i rysunek: drewnianej polichromowanej chrzcielnicy z 1656 r., autorstwa Pankratiusa Wernera z Jeleniej Góry (wraz z nową misą chrzcielną z 1661 r.), która znajduje się w Hali Chrzstów (rysunek 2); kwiatonu będącego elementem barokowego XVIII-wiecznego ołtarza; rzeźbionych, drewnianych ławek znajdujących się na parterze kościoła (rysunek 3); drewnianych medalionów, epitafiów i inskrypcji z XVII – XVIII

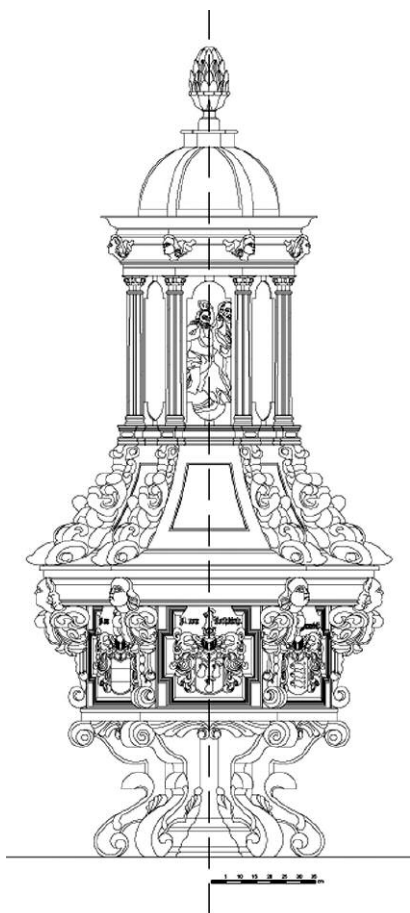


Rys. 1. Inwentaryzacja rysunkowo-pomiarowa wnętrza Kościoła Pokoju w Świdnicy: a) rzut przyziemia; b) przekrój poprzeczny

Fig. 1. Measurement survey of the interior of the Church of Peace in Świdnica: a) ground floor plan; b) transverse cross-section

Rys. A. Dobrzyńska-Jarosz, M. Jarosz, K. Wójtowicz

Fig. A. Dobrzyńska-Jarosz, M. Jarosz, K. Wójtowicz



Rys. 2. Rysunek pomiarowo-inwentaryzacyjny Chrztelnicy zlokalizowanej w Hali Chrzstów (oryg. Zakrystii)

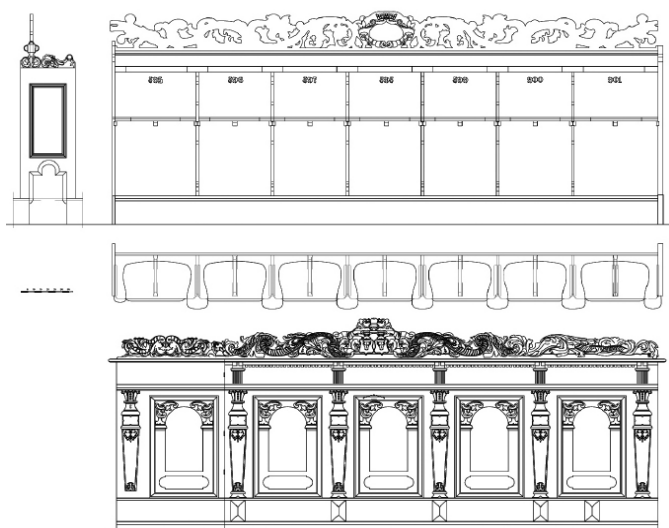
Rys. A. Dobrzyńska-Jarosz
 Fig. 2. Measurement survey of the Baptismal font, located in the Baptism Hall (originally the Sacristy)
 Fig. A. Dobrzyńska-Jarosz

wieku oraz kolumny, znajdujących się w obrębie pierwszego poziomu empor, a także jednego z dwóch drewnianych atlasów zdobiących barokowy duży prospekt organowy, który powstał w latach 1666 –1669 autorstwa **Christo-pha Klose**, organmistrza z Brzegu. Rysunki uzupełniono o rzut posadzki Hali Chrzstów (oryg. Zakrystii).

Kompleksowa inwentaryzacja wnętrza obiektu miała miejsce w pierwszym kwartale 2018 r. Zebranie materiału zajęło ok. sześciu miesięcy pracy sześciu-osobowego zespołu. Inwentaryzacja pomiarowa w dużej części odbyła się tradycyjnie przy użyciu taśm mierniczych i dalmierzy laserowych. Inwentaryzacja fotograficzna została wykonana aparatami cyfrowymi: Nikon D810 lustrzanka o formacie matrycy FX, 35,9 x 24 mm i rozdzielczości 36,3 mln pikseli z obiektywem AF-P Nikkor 70 – 300 mm i Nikon D5100 lustrzanka o formacie matrycy DX 23,6 x 15,6 mm i rozdzielczości 16,2 mln pikseli z obiektywem 18 – 105 mm VR.

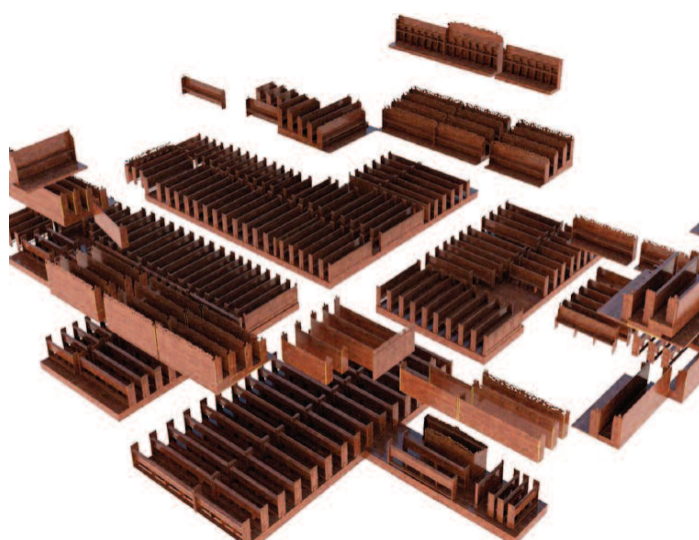
Inwentaryzacje pomiarowo-rysunkowa i fotograficzna posłużyły jako materiał bazowy do **drugiego etapu prac – budowy modelu 3D** w programie komputerowym Blender. Program ten jest darmowym, ogólnodostępnym oprogramowaniem służącym do modelowania, renderowania i tworzenia wszelkiego rodzaju animacji komputerowych

(<https://www.blender.org>). Model bazy- wy bryły i wnętrza Kościoła Pokoju został uzupełniony o modele powstałe na podstawie indywidualnych fotografii cyfrowych wykonanych podczas pierwszego etapu, które zostały przetworzone przez oprogramowanie Agisoft Photo-Scan (fotografia 1). Oprogramowanie to umożliwia generowanie modeli 3D na podstawie wykonanych zdjęć. Na tym etapie praca polegała na wyselekcjonowaniu odpowiednich zdjęć do fotogrametrii pochodzących z inwentaryzacji fotograficznej. Wybrano zdjęcia nieporuszone, bardzo dobrej jakości, przedstawiające wybrany obiekt z różnych kątów, w łącznym uchwyceniu panoramy 360° (fotografia 2). W programie do fotogrametrii należało uwzględnić wspólne punkty z oznaczeniem kąta i miejsca, skąd zostały wykonane zdjęcia, następnie usystematyzować i oczyścić wygenerowaną oraz wyświetlaną chmurę punktów przez proces filtracji danych (usunięcie zbędnych informacji). W przypadku realizowanych pomiarów filtracja przeprowadzona została metodą manualną. Proces, z zastosowaniem odpowiednich parametrów, wykonany był kilkakrotnie, a następnie przez interpolację danych powstał numeryczny model, który mógł być już wyeksportowany i zaimportowany do programu z całościowym, bazowym modelem numerycznym zabytku (fotografia 3).



Rys. 3. Rysunek pomiarowo-inwentaryzacyjny 2D ławek przyziemia w Kościele Pokoju w Świdnicy

Rys. A. Dobrzyńska-Jarosz, K. Wójtowicz
 Fig. 3. 2D measurement survey of the ground floor pews in the Church of Peace in Świdnica
 Fig. A. Dobrzyńska-Jarosz, K. Wójtowicz



Fot. 1. Trójwymiarowy model ławek przyziemia w Kościele Pokoju w Świdnicy

Fot. K. Wójtowicz
 Photo 1. A three-dimensional model of the ground floor pews in the Church of Peace in Świdnica
 Photo. K. Wójtowicz



Fot. 2. Chrzcielnica z 1661 r. zlokalizowana w Hali Chrzętów (oryg. Zakrystii)

*Fot. A. Dobrzyńska-Jarosz
Photo 2. Baptismal font from 1661, located in the Baptismal Hall (originally Sacristy)*

Photo. A. Dobrzyńska-Jarosz

Od 2019 r. program Agisoft PhotoScan przemianowano na Agisoft Metashape. Różnice w nowszym oprogramowaniu obejmują m.in. możliwość przetwarzania danych w chmurze obliczeniowej w dedykowanym interfejsie użytkownika oraz nowoczesne techniki uczenia maszynowego, które interpretują w chmurze poszczególne punkty reprezentujące grupy, tj. ziemia, roślinność, budynek, droga, samochód i inne elementy wytworzone przez człowieka [9].

Dodatkowo podczas drugiego etapu prac zdecydowano się na rozszerzenie bazy danych o skaniny laserowe wybranych i uzgodnionych detali wnętrza Kościoła Pokoju. Skanery laserowe sprawdzają się przy weryfikacji krzywizn pionowych i poziomych obiektów oraz zapewniają sprawniejsze pozyskiwanie dokładnych wymiarów. W przypadku skanowania detali wnętrza zabytku, ze względu na rangę obiektu i jego wartość historyczno-kulturową, problematyczne było uzyskanie pełnego dostępu do elementów wystroju wnętrza, ich równomiernego doświetlenia oraz umiejscowienia reperów (markerów znaczących) na zabytkowych komponentach kościoła, aby odczyty były prawidłowe. Podczas wielu prób skanowa-



Fot. 3. Trójwymiarowy model chrzcielnicy opracowany za pomocą fotogrametrii (z uwzględnieniem tekstury i bez)

*Fot. K. Wójtowicz, W. Drzewiński
Photo 3. A three-dimensional model developed using photogrammetry (with and without textures)*

Photo. K. Wójtowicz, W. Drzewiński

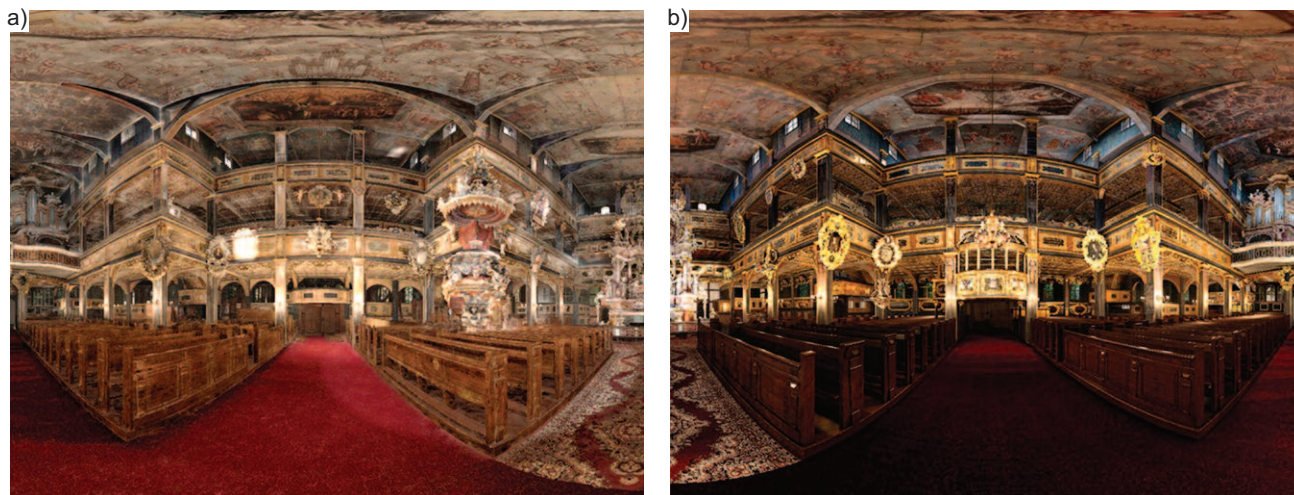
nia poszczególnych detali, szczególnie powierzchni refleksyjnych bądź o ciemnych barwach, kończyły się one najczęściej niepowodzeniem, dlatego też, przy tego typu skomplikowanym i boga-

to zdobionym zabytkowym wnętrzu, prostszym i sprawniejszym narzędziem okazało się wykorzystanie fotogrametrii z nieznacznymi elementami skanowania laserowego.

Po opracowaniu modeli poszczególnych detali i zaimplementowaniu ich do głównego modelu bazowego wnętrza Kościoła Pokoju skupiono się na nałożeniu tekstur kolorystyczno-materiałowych poszczególnych elementów wyposażenia i wykończenia zabytkowego obiektu (fotografie 1 i 3). Na potrzeby działań konserwatorskich w obrębie kościoła opracowano dwa warianty wykończenia: stanu aktualnego i docelowego, czyli po ukończeniu kompleksowej renowacji (fotografia 4).

Trzecim, ostatnim etapem zwieńczającym proces było stworzenie panoram sferycznych 360° i wirtualnego projektu wnętrza zabytkowego Kościoła Pokoju w Świdnicy (fotografia 4b). Trzecią fazę wspierał zespół profesjonalistów z wrocławskich firm zajmujących się kompleksową oprawą multimedialną, tworzeniem aplikacji i gier w technologii AR i VR (LUNE i Luminator.pl). Finalnie stworzono aplikację przedstawiającą interaktywny świat 3D wygenerowany na podstawie dwóch poprzedzających etapów projektu. Opracowano wirtualne środowisko, które jest łatwo dostępne i mobilne przez wykorzystanie gogli VR do obserwowania wirtualnej rzeczywistości (ang. *Virtual Reality*) z wykorzystaniem silnika graficznego, czyli zintegrowanego środowiska graficznego.

Po uzgodnieniu z przedstawicielami Kościoła Pokoju w Świdnicy, wirtualny Projekt tego kościoła został rozszerzony o znaczniki opisujące wybrane elementy wnętrza, takie jak chrzcielnica, ołtarz, galeria z obrazami przedstawiającymi pastorów (znajdująca się w Hali Chrzętów, dawnej Zakrystii), ambona, duży prospekt organowy, mały prospekt organowy, żyrandol, elementy konstrukcyjne (filary i empory), łoże, inskrypcje, obrazy, epitafia, herby i ławki. Elementem dodatkowym trzeciego etapu prac było opracowanie i stworzenie tyflomapy wnętrza Kościoła Pokoju, która umożliwi poznania układu środka obiektu osobom niewidomym bądź słabowidzącym za pomocą dotyku.



Fot. 4. Wnętrze Kościoła Pokoju w Świdnicy z uwzględnieniem tekstur – ujęcie 360°: a) stan w trakcie prac konserwatorskich; b) stan docelowy

Fot. K. Wójtowicz, W. Drzewiński

Photo 4. Interior of the Church of Peace in Świdnica – 360-degree shot: a) state during conservation works; b) final state

Photo. K. Wójtowicz, W. Drzewiński

Omówienie wyników i wnioski

Przeprowadzone działania miały na celu wykreowanie realnego odwzorowania zabytkowego obiektu Kościoła Pokoju w Świdnicy w wirtualnej rzeczywistości. W tym celu stworzono m.in. inwentaryzację stanu istniejącego wnętrza i wirtualny projekt zabytkowego Kościoła Pokoju w Świdnicy, które w przyszłości mogą być pomocne przy dalszych pracach rewitalizacyjnych obiektu. W wyniku przeprowadzonych prac, digitalizacji dokumentacji, wykorzystania fotogrametrii i stworzenia modelu 3D istniejących elementów, jak również nałożenia tekstur wraz z ich uaktualnieniem, zgodnym z wytycznymi konserwatorów, uzyskano model wnętrza zabytku prezentujący możliwy, przyszły wygląd obiektu po przeprowadzeniu kompleksowych działań konserwatorskich. Tego rodzaju zabiegi mogą być pomocne przy opracowywaniu planów konserwacji zabytków, omawianiu prac, ich formy i zakresu m.in. z zarządcami, opiekunami obiektu, ale przede wszystkim z organami administracji państwowej i publicznej, ponieważ ukazują stan przed i po procesie renowacji. Ponadto stworzenie wersji elektronicznej dokumentacji technicznej aktualnego stanu obiektu i wirtualnego projektu na podstawie inwentaryzacji rysunkowo-pomiarowej i fotograficznej oraz fotogrametrii i kompleksowego, cyfrowego modelu wnętrza stanowią istotny

materiał źródłowy na wypadek ewentualnych, nieprzewidywanych zdarzeń losowych. W przypadku zabytków wysokiej klasy istotne jest posiadanie rozbudowanej dokumentacji, umożliwiającej ich ewentualne, wierne odtworzenie. Wirtualny projekt Kościoła Pokoju może być także wykorzystywany do celów promocyjno-turystycznych. Efekt finalny prac w postaci kilkunastominutowego wirtualnego spaceru umożliwi zwiedzającym i osobom zainteresowanym obejrzenie części kościoła, które nie są powszechnie udostępniane zwiedzającym.

Obserwowany obecnie postęp i nowe wymagania związane z zastosowaniem wirtualnej rzeczywistości przyczyniły się do jej wykorzystania i prowadzenia badań nad zastosowaniem także w architekturze oraz projektowaniu. Należy podkreślić, że cyfrowa fotogrametria i skaning laserowy są metodami uzupełniającymi się. Wykorzystując wyłącznie fotogrametrię, nie uzyskamy takiej dokładności, jak w przypadku pomiarów skanerów laserowych, ale w zależności od przeznaczenia finalnego materiału mogą być one wystarczające. Fotogrametria umożliwia precyzyjne odwzorowanie modeli elementów trudno dostępnych, niedoświetlonych i o nieregularnych kształtach.

W efekcie opisanych w artykule prac powstała dokumentacja, która pozwala na zachowanie istotnych informacji i parametrów dotyczących zabytku. W przypadku Kościoła Pokoju w Świdnicy działania dotyczące inwentaryzacji wnętrza

i opracowania modelu 3D wraz z wirtualnym spacerem są pierwszą pełną, cyfrową dokumentacją obiektu, która stanowi jednocześnie bazę dla prowadzonej bezustannie dokumentacji konserwatorskiej [10].

Literatura

- [1] UNESCO, WHC Nomination Documentation 1054; źródło: <https://whc.unesco.org/en/list/1054/>, dostęp 05.11.2023 r.
- [2] Grajewski G. Skarby Dolnego Śląska: Kościoły Pokoju w Jaworze i Świdnicy, Wydawnictwo MAK, Wrocław 2005, s. 7, 21.
- [3] Bahlcke J, Rohdewald S, Wunsch T. Religiöse Erinnerungsorte in Ostmitteleuropa, Walter de Gruyter, Berlin 2013, s. 384-385.
- [4] Worthmann F. Die Friedenskirche zur heiligen Dreifaltigkeit vor Schweidnitz. Festschrift zur Vierteljahrtausend-Feier am 22. September 1902, s. 19-21, 26.
- [5] Skoczylas-Stadnik B, Grzywacz F. Kościół Pokoju w Świdnicy = Friedenskirche in Schweidnitz = Church of Peace in Świdnica, Wydawnictwo Edytor Halina i Franciszek Grzywacz, Legnica 2007, s. 3, 16 – 17.
- [6] źródło: <https://www.pois.gov.pl/strony/o-programie/projekty/przyklady-najciekawszych-projektow/konserwacja-i-renowacja-drewnianego-obiektu-zabytkowego-unesco-kosciola-pokoju-w-swidnicy/>, dostęp: 06.11.2023 r.
- [7] Wójtowicz R. Kościół Pokoju w Świdnicy, przyczynek do jego historii i konserwacji. Renowacja i Zabytki Nr2, Kraków 2021, s. 198.
- [8] Kurzątkowski M. Mały Słownik Ochrony Zabytków, MKiS Ośrodek Dokumentacji Zabytków, Warszawa 1989, s. 29.
- [9] źródło: https://www.agisoft.com/pdf/metashape_comparison.pdf, dostęp: 05.11.2023 r.
- [10] Wójtowicz R., Drewno nie może czekać. Kościół Pokoju w Świdnicy: badania, realizacja, potrzeby w: Drewno nie może czekać. 20 lat Kościoła Pokoju na Liście światowego dziedzictwa UNESCO – 2001-2021, Parafia Ewangelicko-Augsburska Świętej Trójcy w Świdnicy, Świdnica 2022, s. 16.

Przyjęto do druku: 15.01.2024 r.