



Grupa Ekspercka ds. Cyfrowego Dziedzictwa Kulturowego i Europeana

Podstawowe zasady i wskazówki dla osób i instytucji zajmujących się trójwymiarową cyfryzacją obiektów materialnego dziedzictwa kulturowego oraz innych opiekunów zabytków kultury materialnej

Tytuł oryginału *Basic principles and tips for 3D digitisation of tangible cultural heritage for cultural heritage professionals and institutions and other custodians of cultural heritage* (źródło: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/basic-principles-and-tips-3d-digitisation-cultural-heritage#basic-principles>)

SPIS TREŚCI

Wprowadzenie.....	1
Zasady i wskazówki	2
Podziękowania	10
Inne materiały źródłowe i zasoby.....	12
Czytaj więcej.....	13

WPROWADZENIE

W Deklaracji współpracy w sprawie postępów w zakresie digitalizacji dziedzictwa kulturowego z 2019 r. 27 państw europejskich¹ wezwało m.in. Grupę Ekspercką Komisji Europejskiej ds. Cyfrowego Dziedzictwa Kulturowego i Europeana (Grupa Ekspercka DCHE) do udziału w opracowywaniu jednolitych wytycznych dotyczących zasad tworzenia kompleksowej cyfrowej dokumentacji trójwymiarowej zasobów europejskiego dziedzictwa kulturowego.

W ramach swojego wkładu, Grupa Ekspercka DCHE, z udziałem także innych ekspertów zewnętrznych wymienionych w podziękowaniach, sporządziła zbiór podstawowych zasad i wskazówek dotyczących tworzenia trójwymiarowej dokumentacji cyfrowej materialnego dziedzictwa kulturowego.

Przedstawiony poniżej zbiór podstawowych zasad i wskazówek jest skierowany przede wszystkim do osób i instytucji zawodowo zajmujących się dziedzictwem kulturowym, jak również innych opiekunów materialnego dziedzictwa kulturowego, w tym organów administracji lokalnej i regionalnej opiekujących się budynkami, zabytkami i stanowiskami

¹ 25 państw członkowskich (Austria, Belgia, Bułgaria, Chorwacja, Cypr, Czechy, Dania, Estonia, Finlandia, Francja, Grecja, Węgry, Włochy, Łotwa, Litwa, Luksemburg, Malta, Holandia, Polska, Portugalia, Rumunia, Słowacja, Słowenia, Hiszpania i Szwecja) oraz Norwegia i Wielka Brytania

archeologicznymi stanowiącymi dziedzictwo kulturowe, którzy nie mają jeszcze doświadczenia w prowadzeniu trójwymiarowej digitalizacji tych obiektów ani samodzielnie, ani za pośrednictwem usługodawcy zewnętrznego. Jednocześnie poniższe opracowanie skierowane jest także do profesjonalistów, instytucji i organów administracji, którzy mając pewne doświadczenie w tym zakresie, mogą tu znaleźć użyteczne zasady lub wskazówki pomocne w osiągnięciu jak najlepszych rezultatów w realizacji projektów związanych z tworzeniem dokumentacji trójwymiarowej.

Niniejszy zbiór nie jest opracowaniem zamkniętym i będzie w miarę potrzeb uzupełniany, a wszelkie sugestie zmian lub uzupełnień będą dla nas bardzo cenne. Uwagi takie prosimy przysyłać pod adres CNECT-DCHE@ec.europa.eu

ZASADY I WSKAZÓWKI

Poniższa lista obejmuje 10 podstawowych zasad dotyczących tworzenia trójwymiarowej dokumentacji cyfrowej materialnego dziedzictwa kulturowego oraz szereg wskazówek odnoszących się do każdej z tych wymienionych zasad. Więcej szczegółów i porad można znaleźć pod linkiem „Czytaj więcej ...” na końcu każdej sekcji.

Podstawowe zasady w skrócie

1. Określenie celu i potrzeby wykonania dokumentacji trójwymiarowej
2. Wybór zasobu przeznaczonego do digitalizacji oraz określenie wariantów wykorzystania danych 3D oraz zdefiniowanie dla nich grup użytkowników
3. Podjęcie decyzji o tym, czy proces digitalizacji realizowany będzie środkami wewnętrznymi, czy też zostanie zlecony podmiotowi zewnętrznemu
4. Wyjaśnienie aspektów związanych z prawem autorskim oraz sporządzenie planu otwartego i szerokiego udostępniania efektów projektu
5. Określenie minimalnej wymaganej jakości pozyskiwanych danych cyfrowych zapewniających realizację celu (przy dążeniu do najwyższej jakości możliwej do osiągnięcia w ramach dostępnych środków)
6. Zdefiniowanie różnych wersji i formatów zapisu danych cyfrowy potrzebnych do spełnienia założonych celów i zakresów wykorzystania
7. Sporządzenie planu długotrwałego przechowywania wszystkich pozyskanych danych
8. Zastosowanie właściwego sprzętu, metod pomiarowych, oprogramowania i procedur jego wykorzystania
9. Ochrona dokumentowanych zasobów dziedzictwa kulturowego w trakcie procesu digitalizacji i po jego zakończeniu
10. Inwestowanie w coraz lepsze poznawanie trójwymiarowych

1. OKREŚLENIE CELU I POTRZEBY WYKONANIA DOKUMENTACJI TRÓJWYMIAROWEJ

- Efekty trójwymiarowych prac digitalizacyjnych mogą mieć bardzo wszechstronne zakresy zastosowań - takich jak wsparcie działań z zakresu konserwacji dzieł sztuki i prewencji, wykonywania kopii, przygotowywania opracowań studyjnych czy wzbogacenia oferty działań edukacyjnych. Mają wpływ także na dostępność zabytków i dają możliwość wykorzystania pozyskanych danych w promocji turystycznej.
- W przypadku zagrożonych obiektów materialnego dziedzictwa kulturowego wykonanie dokumentacji trójwymiarowej jest koniecznością, o ile pragnie się zadokumentować i zachować wszystkie relacje przestrzenne zachodzące w obiekcie i wykorzystać tą wiedzę w celu wsparcia działań konserwatorskich i restauratorskich.
- Dzięki procesowi trójwymiarowej dokumentacji obiektów możliwe jest wirtualne udostępnienie tych zasobów dziedzictwa kulturowego, do których fizyczny dostęp jest utrudniony lub niemożliwy, np. w przypadku obiektów znajdujących się pod wodą.
- Odpowiednie wykorzystanie danych cyfrowych (w formie wydruków przestrzennych lub udostępnienia poprzez interfejsy haptyczne) może poszerzyć dostęp do dziedzictwa kulturowego osób z zaburzeniami widzenia, poprzez umożliwienie im percepcji przez dotyk.
- Gromadzenie i udostępnianie danych trójwymiarowych może przyczynić się do lepszej ochrony stanowisk i obiektów dziedzictwa kulturowego poprzez umożliwienie badania i poznawania ich z użyciem modeli trójwymiarowych zamiast bezpośredniego, fizycznego dostępu do obiektów.
- Trzeba jednak pamiętać o tym, że digitalizacja 3D sama w sobie nie zmniejsza zagrożeń dla dziedzictwa kulturowego i w żadnym razie nie może zastąpić troski o zabezpieczenie samego obiektu w jego fizycznej postaci.
- Ponadto samo pozyskanie cyfrowych danych trójwymiarowych wcale nie oznacza samo przez się, że dane te będą trwałe i bezpieczne w długim okresie czasu.

[Czytaj więcej...](#)

2. WYBÓR ZASOBU PRZEZNACZONEGO DO DIGITALIZACJI ORAZ OKREŚLENIE WARIANTÓW WYKORZYSTANIA DANYCH 3D ORAZ ZDEFINIOWANIE DLA NICH GRUP UŻYTKOWNIKÓW

- Określenie powodu i celu (bądź celów jeżeli mamy różne grupy odbiorców) planowanego projektu digitalizacyjnego.
- Planując wykonanie dokumentacji trójwymiarowej powinniśmy koncentrować się na zasobach szczególnie zagrożonych (których digitalizacja może być jedyną

szansą zachowania ich w obrocie kulturowym) albo na obiektach o dużym potencjale wykorzystania w postaci cyfrowej.

- Kluczową sprawą jest identyfikacja grup docelowych użytkowników, dla których dane cyfrowe będą wytwarzane oraz określenie sposobu w jaki będą oni z tych danych korzystali.
- Należy bardzo dokładnie zapoznać się z cechami poszczególnych obiektów przeznaczonych do digitalizacji.
- Różne warianty wykorzystania danych cyfrowych wymagają założenia różnego poziomu minimalnych wymagań jakościowych, a te z kolei zdeterminują konieczność zastosowania różnego typu sprzętu i zaplanowania odmiennych strategii digitalizacji.
- Dla prawidłowego przygotowania digitalizacji niezbędne jest włączenie w proces planowania przedstawicieli działów niezwiązanych z digitalizacją, którzy są odpowiedzialni za digitalizowany zasób i którzy będą w przyszłości użytkownikami wytworzonych w projekcie danych (działy historii sztuki, konserwacji, edukacji i komunikacji).

[Czytaj więcej...](#)

3. PODJĘCIE DECYZJI O TYM, CZY PROCES DIGITALIZACJI REALIZOWANY BĘDZIE ŚRODKAMI WEWNĘTRZNYMI, CZY TEŻ ZOSTANIE ZLECONY PODMIOTOWI ZEWNĘTRZNEMU

- Ocena wewnętrznego potencjału podmiotu do prowadzenia digitalizacji trójwymiarowej, zgodnej z założeniami projektu. Jakie zasoby ludzkie, kwalifikacje i sprzęt są dostępne w ramach organizacji? Jakie dodatkowe zasoby czy szkolenia byłyby konieczne?
- Przeprowadzenie analizy kosztów i korzyści w celu rozważenia, czy bardziej odpowiednia w danym projekcie jest digitalizacja środkami wewnętrznymi czy też zlecenie jej na zewnątrz.
- Rozważenie stopnia trudności przeprowadzenia koniecznych modernizacji posiadanego w organizacji zaplecza technicznego pod kątem tworzenia trójwymiarowej dokumentacji obiektów oraz dostępności wsparcia i materiałów szkoleniowych w zakresie konkretnych technologii pomiarowych.
- Osoby odpowiedzialne za realizację procesu digitalizacji 3D, w szczególności w przypadku zlecenia jej na zewnątrz, muszą znać ograniczenia poszczególnych technik pomiarowych, a także być w stanie przeanalizować wyniki wykonanych prac i przeprowadzić kontrolę jakości.
- W przypadku zlecenia prac na zewnątrz należy zwrócić się o pomoc techniczną do specjalistów zajmujących się wytwarzaniem dokumentacji trójwymiarowej, posiadających doświadczenie w dziedzinie dziedzictwa kulturowego, aby zapewnić sobie doradztwo na etapie planowania projektu i pomoc w kontroli jakości w trakcie jego realizacji. Podobnie wybierając potencjalnych wykonawców takich prac należy wymagać wykazania przez wykonawcę doświadczenia w pracy z zasobami dziedzictwa kulturowego, które wymagają bardzo specyficznego podejścia.

[Czytaj więcej...](#)

4. WYJAŚNIENIE ASPEKTÓW ZWIĄZANYCH Z PRAWEM AUTORSKIM ORAZ SPORZĄDZENIE PLANU OTWARTEGO I SZEROKIEGO UDOSTĘPNIANIA EFEKTÓW PROJEKTU

- Identyfikacja praw własnościowych i autorskich do zasobu posiadanych przez osoby i organizacje, a także podjęcie z nimi rozmów przed przystąpieniem do digitalizacji.
- Określenie praw autorskich zgodnych ze zidentyfikowanymi prawami, które byłyby najbardziej odpowiednie w celach, w których digitalizacja się odbywa.
- Przestrzeganie i zachęcanie do przestrzegania zasady, zgodnie z którą to, co znajduje się w domenie publicznej powinno pozostać w domenie publicznej po digitalizacji.
- Informacje o zakresie licencji i praw autorskich powinny być elementem podpisywanych umów określających warunki udostępniania i korzystania z danych. Wspomniane informacje powinny zostać także umieszczone w metadanych dokumentowanych obiektów.
- W przypadku zlecenia prac na zewnątrz dopilnowanie, aby zlecenie i umowa wymagały przeniesienia na instytucję zlecającą lub przekazania do domeny publicznej wszelkich praw autorskich (lub praw pokrewnych), między innymi na potrzeby metadanych, bez możliwości zastrzeżenia ich przez usługodawcę.
- Ważne jest planowanie od samego początku sposobu udostępnienia kolekcji 3D docelowym użytkownikom.
- Zapewnienie szerokiego dostępu publicznego, przechowywania i dystrybucji modeli 3D za pośrednictwem otwartych platform publicznych, jak również poprzez hostowanie ich w oparciu o posiadaną infrastrukturę informatyczną.
- Dostępność do danych będzie pełna tylko wtedy jeżeli zadamy o zapisanie danych w otwartych, popularnych formatach. Brak spełnienia tego warunku może zawęzić dostępność danych do wąskiego kręgu osób dysponujących specjalistycznym oprogramowaniem.
- Ujęcie pozyskanych metadanych w postaci możliwych do odczytania maszynowego danych opatrzonych odnośnikami (Linked Open Data) w celu ułatwienia wyszukiwania.

[Czytaj więcej...](#)

5. OKREŚLENIE MINIMALNEJ WYMAGANEJ JAKOŚCI POZYSKIWANYCH DANYCH CYFROWYCH ZAPEWNIAJĄCYCH REALIZACJĘ CELU (PRZY DĄŻENIU DO NAJWYŻSZEJ JAKOŚCI MOŻLIWEJ DO OSIĄGNIĘCIA W RAMACH DOSTĘPNYCH ŚRODKÓW)

- Jakość digitalizacji trójwymiarowej dziedzictwa kulturowego nie dotyczy wyłącznie rozdzielczości przestrzennej pozyskanych danych i osiągniętej niepewności pomiarowej, ale również innych kluczowych aspektów, takich jak poprawność historyczna, zakres tworzonych i zbieranych danych i metadanych, a także ich przydatność w realizacji zakładanego celu.
- Należy sprawdzić, w jaki sposób spełnienie konkretnych, zaplanowanych wartości rozdzielczości pozyskiwanych danych i dopuszczalnych wartości błędu pomiarowego przełożą się na koszt realizacji projektu (pod względem

potrzebnego czasu i koniecznych wydatków), a także jakiego będą wymagały sprzętu, oprogramowania i umiejętności personelu.

- Określenie minimalnej jakości danych niezbędnej dla docelowych użytkowników z uwzględnieniem sposobu, w jaki będą oni korzystali z tych zasobów (oraz tego, czy budżet i ramy czasowe projektu umożliwiają rejestrację danych z większą dokładnością).
- Należy dążyć do pozyskania danych trójwymiarowych o jak najwyższej jakości spełnionej dla jak największej grupy obiektów (na jaką tylko pozwala dostępny budżet i czas realizacji projektu).
- Ze względu na bardzo szybki rozwój technik trójwymiarowych to, cechy charakteryzujące wysokiej jakości modele mogą stać się w najbliższej przyszłości zaledwie standardem, a odpowiednio zarchiwizowane nieprzetworzone dane pomiarowe o wysokiej rozdzielczości będą mogły zostać wykorzystane w przyszłości do generowania nowych, lepszych modeli trójwymiarowych.
- Dla pełnego udokumentowania procesu cyfryzacji należy tworzyć i zbierać bogate metadane techniczne i opisy poszczególnych etapów przetwarzania danych pomiarowych (podczas wykonywania pomiarów, opracowywania i przetwarzania danych, wizualizacji).
- W przypadku zlecenia procesu digitalizacji na zewnątrz należy od samego początku określić wymagania jakościowe, zasady postępowania oraz wskazać typy danych i formaty ich zapisu, które będą przedmiotem odbioru zlecenia.
- Należy pamiętać, że niezależnie od tego, jak wysoka będzie jakość procesu digitalizacji, model trójwymiarowy nie jest stuprocentowo dokładną kopią oryginału i nie może go w pełni zastąpić.

[Czytaj więcej...](#)

6. ZDEFINIOWANIE RÓŻNYCH WERSJI I FORMATÓW ZAPISU DANYCH CYFROWYCH POTRZEBNYCH DO SPEŁNIENIA ZAŁOŻONYCH CELÓW I ZAKRESÓW WYKORZYSTANIA

- Cele takie jak zabezpieczenie precyzyjnych danych pomiarowych i prace rekonstrukcyjne wymagają wysokiej jakości, geometrycznie poprawnych modeli trójwymiarowych, podczas gdy do wizualizacji lub do zastosowań VR czy AR bardziej odpowiednie są modele zoptymalizowane i znacznie uproszczone.
- Dane pomiarowe o pełnej rozdzielczości należy wykorzystywać do tworzenia wzorcowego modelu trójwymiarowego wysokiej rozdzielczości, który posłuży jako podstawa do modeli upraszczanych i przekształcanych do różnych formatów w celu zaspokojenia różnych potrzeb.
- Efekty prowadzonych prac powinny być dostępne w wielu formatach, z których przynajmniej jeden powinien być formatem otwartym.
- Realizując projekty digitalizacyjne należy podążać za próbami standaryzacji i korzystać z opisów dobrych praktyk, aby na takiej podstawie wybierać otwarte oraz możliwie szeroko stosowane formaty zapisu danych trójwymiarowych, takie jak: glTF, X3D, **STL**, **OBJ**, **DAE**, **PLY**, WRL, DICOM czy IFC.
- Planując udostępnienie produktów procesu należy wybierać przeglądarki i platformy działające na różnorodnych typach urządzeń oraz dbać o to by były

one kompatybilne z rozwiązaniami przyjętymi w Europie.

[Czytaj więcej...](#)

7. SPORZĄDZENIE PLANU DŁUGOTRWALEGO PRZECHOWYWANIA WSZYSTKICH POZYSKANYCH DANYCH

- Udostępnienie finalnych modeli będących końcowymi produktami procesu online lub zabezpieczenie ich w inny sposób nie jest równoznaczne z archiwizacją czy długoterminowym zachowaniem wszystkich efektów projektu, nawet jeżeli zostanie sporządzonych wiele kopii zapasowych tych danych.
- Problem związany z długotrwałym przechowywaniem wszystkich wytworzonych w projekcie danych trójwymiarowych powinien być brany pod uwagę od początku procesu planowania. Należy wybrać formaty zapisu danych, zapewnić potrzebną przestrzeń dyskową, uwzględnić potrzebę przyszłych migracji i udostępniania danych w celu ich powtórnego wykorzystania (re-use), zapewnić bieżące wsparcie IT i oszacować długofalowe koszty takich działań.
- Należy zachować jak największą ilość danych wytworzonych w całym procesie digitalizacji, w zależności od dostępnych możliwości przechowywania i zarządzania danymi (wliczając w to wzorcowe, nieprzetworzone dane pomiarowe).
- Należy wybrać takie sposoby przechowywania danych, które będą w stanie przyjąć przychodzące dane cyfrowe w przewidzianych w projekcie ilościach, dysponują wystarczającą pojemnością pamięci masowych i mają zapewniony serwis gwarantujący niezawodność ich działania oraz wysoki poziom bezpieczeństwa przechowywanych danych.
- Należy korzystać w możliwie dużym stopniu z otwartych formatów plików, standardowego oprogramowania i sprzętu oraz rozważyć archiwizację nie tylko danych pomiarowych, ale także oprogramowania i innych elementów systemów potrzebnych do otwierania przechowywanych plików.
- Należy zapisywać i przechowywać wszystkie zbierane metadane, w tym metadane techniczne opisujące przebieg procesu digitalizacji, a także wszystkie kolejne wersje upraszczanych i przetwarzanych modeli trójwymiarowych, przygotowywanych dla różnych zakresów wykorzystania.
- Wszystkie przechowywane dane (dane pomiarowe, dane z procesu przetwarzania, finalne modele, metadane opisowe, metadane techniczne itd.) powinny zostać usystematyzowane w strukturze systemu bazodanowego, który pozwoli na sprawne zarządzanie takim zasobem i jego szybkie przeszukiwanie.

[Czytaj więcej...](#)

8. ZASTOSOWANIE WŁAŚCIWEGO SPRZĘTU, METOD POMIAROWYCH, OPROGRAMOWANIA I PROCEDUR JEGO WYKORZYSTANIA

- Stosowany sprzęt i metody pomiarowe muszą być odpowiednio dobrane do kategorii zasobu dziedzictwa kulturowego, który ma być poddany procesowi digitalizacji trójwymiarowej, aby zapewnić jakość produktu odpowiednią dla zakładanego sposobu wykorzystania.
- Na dobór sprzętu i metod wpływ mają wielkość i cechy digitalizowanego

obiekty, zdefiniowany zakres zastosowania finalnego modelu trójwymiarowego, aspekty logistyczne, dostępny budżet, warunki czasowe oraz warunki przechowywania obiektu i jego stan konserwatorski.

- Należy wystrzegać się mechanicznego przenoszenia rozwiązań technologicznych zastosowanych do jednej grupy obiektów na inną i za każdym razem analizować spodziewany produkt prac pomiarowych uzyskanych przy pomocy konkretnego sprzętu. Rozwiązanie, które okazało się bardzo trafne dla dokumentacji zabytków ruchomych (np. obiektów muzealnych) może zupełnie nie sprawdzić się w przypadku prób dokumentacji nieruchomości stanowiących dziedzictwo kulturowe (np. budynki, zabytki lub stanowiska archeologiczne).
- Fotogrametria nadaje się do dokumentacji powierzchni materiałów takich jak kamień, drewno, beton, tkanina, tworzywo sztuczne lub metal (o matowej powierzchni), ale nie zda egzaminu w stosunku do obiektów błyszczących, przezroczystych lub bardzo lśniących, a także obiektów z luźnymi/ruchomymi elementami.
- Obiekty złożone wymagają większych nakładów pracy, zarówno na miejscu, jaki później podczas przetwarzania danych, dlatego należy to uwzględnić w harmonogramie prac. Czasami stworzenie jednego złożonego modelu trójwymiarowego wymaga zbudowania i połączenia w całość kilku modeli.
- Zakładając wykorzystanie pomiarów wykonywanych z dronów do digitalizacji budynków, pomników lub stanowisk archeologicznych często wymaga określonych uprawnień operatora dronów i uzyskania specjalnych pozwoleń.

[Czytaj więcej...](#)

9. OCHRONA DOKUMENTOWANYCH ZASOBÓW DZIEDZICTWA KULTUROWEGO W TRAKCIE PROCESU DIGITALIZACJI I PO JEGO ZAKOŃCZENIU

- W ramach zarządzania ryzykiem w procesie digitalizacji należy uwzględnić aspekty konserwatorskie.
- Należy przeprowadzić wstępne badanie lub analizę w celu ustalenia potencjalnego wpływu jaki zastosowanie danej techniki będzie miało na substancję zabytkową i ewentualnych szkód z tego wynikających.
- Planując proces digitalizacji należy szczegółowo określić od samego początku jakie osoby będą miały prawo dotyczyć obiektów dziedzictwa kulturowego oraz kto i w jakich okolicznościach może się do nich zbliżyć.
- Należy dopilnować, aby każda osoba mająca dostęp do zasobów dziedzictwa kulturowego lub obsługująca ruchomy sprzęt pomiarowy pracujący w pobliżu obiektów, miała do tego odpowiednie kwalifikacje i doświadczenie w pracy z tego typu obiektami.
- Zawodowi konserwatorzy dzieł sztuki powinni przez cały czas trwania projektu nadzorować etapy prac z obiektem i z tego powodu muszą być włączeni w planowanie projektu od samego początku (np. ze względu na ograniczenia logistyczne).
- Wszystkie podmioty pracujące w pobliżu obiektów dziedzictwa kulturowego muszą mieć wykupione odpowiednie polisy ubezpieczeniowe.
- Jednym z celów procesu kompleksowej dokumentacji trójwymiarowej jest

umożliwienie opracowywania obiektów w oparciu o wytworzone dane cyfrowe bez konieczności bezpośredniego kontaktu z obiektem. Podejście takie wpłynie na znaczne podniesienie bezpieczeństwa tych obiektów.

[Czytaj więcej...](#)

10. INWESTOWANIE W CORAZ LEPSZE POZNAWANIE TRÓJWYMIAROWYCH TECHNOLOGII POMIAROWYCH, PROCESÓW PRZETWARZANIA DANYCH I METOD ICH UDOSTĘPNIANIA

- Wykorzystanie technologii trójwymiarowych do dokumentowania materialnych zasobów dziedzictwa kulturowego staje się coraz powszechniejsze, a znajomość tych technologii i procesów staje się coraz bardziej ceniona.
- Znajomość możliwości i ograniczeń poszczególnych technologii, złożoności procesów przetwarzania danych oraz możliwości ich udostępniania nie potrzebna niezależnie od tego, czy przeprowadzamy digitalizację środkami własnymi, czy też zlecamy ją na zewnątrz (w przypadku zlecenia całości prac podmiotowi zewnętrznemu będziemy musieli zadbać o dobrą kontrolę jakości).
- Do planowanie projektów z zakresu dokumentacji trójwymiarowej potrzebne jest uzyskanie przynajmniej podstawowej wiedzy o poszczególnych technikach trójwymiarowych i związanych z ich zastosowaniem wymaganiach technicznych.
- Rozpoczynając samodzielnie proces dokumentacji trójwymiarowej należy zaczynać od realizacji ograniczonego zakresu działań stosowanych do niewielkiej liczby zasobów w celu zdobycia wiedzy.
- Podjęcie decyzji o całkowitym zleceniu wykonania dokumentacji trójwymiarowej podmiotom zewnętrznym nie zwalnia z potrzeby znajomości technologii, procesów i treści jakie mogą być prezentowane za pomocą takich modeli.
- Szkolenia w zakresie wykorzystania technik trójwymiarowych w dokumentacji obiektów dziedzictwa kulturowego i ogólnie kierunków rozwoju technologii 3D są dostępne przez Internet na głównych platformach e-learningowych i wielu portalach specjalistycznych.
- Jeżeli powstają materiały edukacyjne i/lub dokumentacja na temat różnych aspektów digitalizacji trójwymiarowej, należy udostępniać treści na w pełni otwartych licencjach zezwalających na ich ponowne wykorzystanie w celach komercyjnych i niekomercyjnych.

[Czytaj więcej...](#)

PODZIĘKOWANIA

Szczególne podziękowania za (dotychczasowy) wkład należą się w szczególności następującym osobom:

1. Sarah Akhlaq, Fraunhofer Institute for Computer Graphics Research IGD, Niemcy
2. John Andersson, Wikimedia Sweden
3. Roberto Banchini, Ministerstwo Dziedzictwa Kulturowego i Działalności Kulturalnej oraz Turystyki, Włochy
4. Beatrice Bentivoglio-Ravasio, Ministerstwo Dziedzictwa Kulturowego i Działalności Kulturalnej oraz Turystyki, Włochy
5. Valentina Boi, Centralny Instytut Archeologii, Ministerstwo Dziedzictwa Kulturowego i Działalności Kulturalnej oraz Turystyki, Włochy
6. Eryk Bunsch, Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie, Polska
7. Simonetta Buttò, Centralny Instytut Jednolitego Katalogu Bibliotek Włoskich i Informacji Bibliograficznych – ICCU, Ministerstwo Dziedzictwa Kulturowego i Działalności Kulturalnej oraz Turystyki, Włochy
8. Elena Calandra, Centralny Instytut Archeologii, Ministerstwo Dziedzictwa Kulturowego i Działalności Kulturalnej oraz Turystyki, Włochy
9. Jonathan Chemla, Iconem, Francja
10. Matevz Domajnko, Fraunhofer Institute for Computer Graphics Research IGD, Niemcy
11. Magdalena Fantová, Ministerstwo Kultury, Czechy (członkini Grupy Ekspertów DCHE)
12. Kate Fernie, 2Culture Associates, Wielka Brytania (Przewodnicząca Grupy Zadaniowej Europeana ds. Treści 3D)
13. Giuliana De Francesco, Ministerstwo Dziedzictwa Kulturowego i Działalności Kulturalnej oraz Turystyki, Włochy (członkini Grupy Ekspertów DCHE)
14. Roberto di Giulio, Uniwersytet w Ferrarze, Włochy (Projekt INCEPTION)
15. Thomas Hageaeus, Szwecja
16. Alessandra Marino, Ministerstwo Dziedzictwa Kulturowego i Działalności Kulturalnej oraz Turystyki, Włochy
17. Laura Guindal Martínez, Ministerstwo Kultury, Hiszpania
18. Monika Hagedorn-Saupe, museum4punkt0, Instytut Badań Muzealnych, Niemcy
19. Hannu Häkkinen, Fińska Agencja Dziedzictwa
20. Marinos Ioannides, Cyprus University of Technology (członek Grupy Ekspertkiej DCHE)
21. Ilari Järvinen, Fińska Agencja Dziedzictwa
22. Monika Jędralska, Narodowy Instytut Muzealnictwa i Ochrony Zbiorów, Polska
23. Wolfgang Krauth, Archiwa Państwowe Badenii-Württembergii, Niemcy
24. Agata Krawczyk, Ministerstwo Kultury i Dziedzictwa Narodowego, Polska
25. Chris De Loof, BELSPO – Belgian Science Policy (członek Grupy Ekspertkiej DCHE)
26. Ismo Malinen, Fińska Agencja Dziedzictwa (członek Podgrupy Grupy Ekspertkiej DCHE ds. Europeana)
27. Marco Medici, Uniwersytet w Ferrarze, Włochy (Projekt INCEPTION)
28. Franco Niccolucci, PIN, Włochy
29. Michał Ochremiak, Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie, Polska
30. Rugilė Puodžiūnienė, Ministerstwo Kultury, Litwa (członkini Grupy Ekspertkiej DCHE)

31. Pedro Santos, Fraunhofer Institute for Computer Graphics Research IGD
32. Martin Schaich, Arctron 3D, Niemcy
33. Robert Sitnik, Politechnika Warszawska, Polska
34. Eva Stengård, Ministerstwo Kultury, Szwecja (członkini Grupy Ekspertckiej DCHE)
35. Eugenijus Stratilovas, Biblioteka Narodowa Litwy im. Martynasa Mažvydasa
36. Karolina Tabak, Muzeum Narodowe w Warszawie, Polska
37. Etienne Tellier, Iconem, Francja
38. Aleksandra Tobiasz, Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie, Polska
39. Arianna Traviglia, Uniwersytet Ca' Foscari, Włochy
40. Tadas Žižiūnas, Uniwersytet Wileński, Wydział Komunikacji, Litwa

INNE MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE I ZASOBY

[Sprawozdanie końcowe grupy zadaniowej Europeana ds. treści 3D](#)

[Wytyczne stanowiące wstęp do procesów 3D](#), od pozyskania danych i przetwarzania po publikację modeli online, przygotowane w ramach finansowanego ze środków UE projektu „Share 3D”

[Wytyczne i studia przypadku o wszystkich aspektach technicznych i logistycznych tworzenia modeli 3D obiektów dziedzictwa kulturowego](#) (techniki pozyskiwania danych w 3D, edycja treści 3D, metodyka publikacji 3D, metadane, sprawy licencyjne i własność intelektualna), w ramach finansowanego ze środków UE projektu 3D-ICONS

[Szkolenie wideo nt. 3D dla dziedzictwa kulturowego](#), przygotowane przez Visual Dimension bvba

Tutorial o 3D przygotowany przez Sketchfab, w trzech częściach: [Prosta geometria](#), [Dodawanie koloru, faktury i światła](#) oraz [Tworzenie własnych modeli](#)

[Oprogramowanie do skanowania 3D](#) i [Oprogramowanie do modelowania 3D](#), przygotowane przez Sketchfab

[Jak przygotować solidny projekt fotogrametryczny](#), Abby Crawford (Archaeological Graphics) na Sketchfab

[GLAM 3D Open Access](#) wprowadzenie i podręcznik procesu tworzenia cyfrowych treści 3D

Przykłady nowatorskich doświadczeń cyfrowych dotyczących dziedzictwa kulturowego, m.in. z udziałem treści 3D - [Cultural Heritage @home](#)

[Informacje o dostępności dotykowej i sposób wspierania dostępności dotykowej przez druk 3D](#)

[Karta domeny publicznej Europeana](#)

[Londyńska karta wizualizacji komputerowej dziedzictwa kulturowego](#)

[Smithsoniańska Digitalizacja 3D\]](#)

CZYTAJ WIĘCEJ...

1. OKREŚLENIE CELU I POTRZEBY WYKONANIA DOKUMENTACJI TRÓJWYMIAROWEJ

- Efekty trójwymiarowych prac digitalizacyjnych mogą mieć bardzo wszechstronne zakresy zastosowań - takich jak wsparcie działań z zakresu konserwacji dzieł sztuki i prewencji, wykonywania kopii, przygotowywania opracowań studyjnych czy wzbogacenia oferty działań edukacyjnych. Mają wpływ także na dostępność zabytków i dają możliwość wykorzystania pozyskanych danych w promocji turystycznej.
- W przypadku zagrożonych obiektów materialnego dziedzictwa kulturowego wykonanie dokumentacji trójwymiarowej jest koniecznością, o ile pragnie się zadokumentować i zachować wszystkie relacje przestrzenne zachodzące w obiekcie i wykorzystać tę wiedzę w celu wsparcia działań konserwatorskich i restauratorskich.
- Dzięki procesowi trójwymiarowej dokumentacji obiektów możliwe jest wirtualne udostępnienie tych zasobów dziedzictwa kulturowego, do których fizyczny dostęp jest utrudniony lub niemożliwy, np. w przypadku obiektów znajdujących się pod wodą.
- Odpowiednie wykorzystanie danych cyfrowych (w formie wydruków przestrzennych lub udostępnienia poprzez interfejsy haptyczne) może poszerzyć dostęp do dziedzictwa kulturowego osób z zaburzeniami widzenia, poprzez umożliwienie im percepcji przez dotyk.
- Gromadzenie i udostępnianie danych trójwymiarowych może przyczynić się do lepszej ochrony stanowisk i obiektów dziedzictwa kulturowego poprzez umożliwienie badania i poznawania ich z użyciem modeli trójwymiarowych zamiast bezpośredniego, fizycznego dostępu do obiektów.
- Trzeba jednak pamiętać o tym, że digitalizacja 3D sama w sobie nie zmniejsza zagrożeń dla dziedzictwa kulturowego i w żadnym razie nie może zastąpić troski o zabezpieczenie samego obiektu w jego fizycznej postaci.
- Ponadto samo pozyskanie cyfrowych danych trójwymiarowych wcale nie oznacza samo przez się, że dane te będą trwałe i bezpieczne w długim okresie czasu.

Digitalizację trójwymiarową można tworzyć dla różnych rodzajów materialnego dziedzictwa kulturowego. Nadaje się do dokumentowania: (1) nieruchomego materialnego dziedzictwa kulturowego (np. budynków, pomników i stanowisk archeologicznych) oraz (2) ruchomego materialnego dziedzictwa kulturowego (np. obiektów muzealnych i innych podobnych zabytków kultury materialnej).

Efekty trójwymiarowych działań digitalizacyjnych są cennym materiałem dla wsparcia działań z zakresu konserwacji dzieł sztuki i prewencji, wykonywania kopii, przygotowywania opracowań studyjnych czy wzbogacenia oferty działań edukacyjnych. Mają wpływ także na dostępność zabytków i dają możliwość wykorzystania pozyskanych danych w promocji turystycznej. W przypadku materialnego dziedzictwa kulturowego, które jest zagrożone dokumentacja trójwymiarowa odgrywa niezwykle ważną rolę z punktu widzenia analizy stanu zachowania, usprawnienia planowania prac konserwatorskich i przestrzennego

uporządkowania wyników badań i analiz materiałowych. Przyczyn takich zagrożeń może być wiele i mogą one wynikać ze zdarzeń nagłych (katastrof lub kradzieży) ale także z procesów ciągłych, zachodzących stopniowo takich jak zmiany warunków zewnętrznych czy naturalny rozkład materiałów.

Czasami udzielenie zezwolenia na zmianę sposobu zagospodarowania terenu może prowadzić do zniszczenia pozostałości archeologicznych. Przykładami są roboty ziemne pod wykonywane w związku z rozbudową infrastruktury (takiej jak drogi, budynki i lotniska). Pozostałości archeologiczne mogą zostać zniszczone lub przykryte przez takie konstrukcje. W takich wypadkach bardzo istotne byłoby wytworzenie trójwymiarowej dokumentacji pozostałości archeologicznych (lub całych stanowisk archeologicznych).

Jednocześnie digitalizacja trójwymiarowa tworzy również nowe możliwości zwiększenia dostępności do ciekawych obiektów i szanse na wykorzystanie dziedzictwa kulturowego w różnych celach i dziedzinach życia społecznego, w szczególności w edukacji, branży kulturalnej i kreatywnej oraz turystyce. Jeżeli ryzyko degradacji lub zniszczenia jest niskie, głównym powodem digitalizacji są walory zasobów dziedzictwa kulturowego, w tym możliwość ich wykorzystania w określonych celach.

Tworzenie cyfrowej dokumentacji trójwymiarowej jest również bardzo ważne, jeżeli dostęp do obiektu jest ograniczony lub niemożliwy. Na przykład podwodne dziedzictwo kulturowe jest szczególnie narażone na różnorakie zagrożenia, a wiedza o takich stanowiskach jest często ograniczona ze względu na ich niedostępność. Zgodnie z Konwencją UNESCO z 2001 r. o ochronie podwodnego dziedzictwa kulturowego, konserwacja tego dziedzictwa odbywa się głównie na miejscu. Technologie trójwymiarowe mogą dać szansę bliższego poznania tego rodzaju dziedzictwa na odległość, wirtualnie. Podobnie, technologie 3D mogłyby zaoferować istotną możliwość dostępu do przestrzeni również w innych szczególnych rodzajach muzeów, jak muzea domowe, mające często duży problem z przestrzenią ekspozycyjną. Kolejną sytuacją, w których technologie te mogą poprawić dostęp jest rozproszenie zasobów dziedzictwa kulturowego w wielu różnych miejscach, jak w przypadku kolekcji obiektów czy zabytków egipskich.

Jednocześnie w przypadku osób z zaburzeniami widzenia dostęp do materialnego dziedzictwa kulturowego wymaga percepcji dotykowej. Doświadczenia tego rodzaju nie zawsze są możliwe ze względu na to, że wiele obiektów lub lokalizacji jest niedostępnych przez dotyk. Digitalizacja 3D może udostępnić materialne zasoby dziedzictwa kulturowego osobom z zaburzeniami widzenia poprzez udział w tworzeniu fizycznych replik przekazujących wrażenia kształtu i objętości, a także faktury i materiałów.

Digitalizacja trójwymiarowa może przyczynić się do lepszej ochrony fizycznych stanowisk i obiektów dziedzictwa kulturowego poprzez udostępnienie modeli trójwymiarowych dla badań lub wyszukiwania, dzięki temu ograniczając bezpośrednią ingerencję. Ponadto digitalizacja 3D może być istotnym środkiem badania i zachowania dziedzictwa kulturowego. Pomiar trójwymiarowe mogą być podstawowym narzędziem monitorowania stanu elementem dziedzictwa kulturowego i ich ewentualnej degradacji w wyniku działania czynników antropogenicznych i przyrodniczych, a także prowadzenia związku z tym działania utrzymaniowych, konserwacyjnych i restauracyjnych. Mogą umożliwić przewidywanie wpływu interwencji funkcjonalnych lub przemieszczania dóbr kultury. Cyfrowe trójwymiarowe kopie mogłyby umożliwić złożenie w jedną całość rozproszonych archeologicznych kontekstów lub fragmentów danego obiektu, identyfikację obiektów skradzionych itd.

Trzeba jednak pamiętać o tym, że digitalizacja 3D sama w sobie nie zmniejsza zagrożeń dla dziedzictwa kulturowego i w żadnym razie nie może zastąpić troski o zabezpieczenie samego obiektu w jego fizycznej postaci. Modele trójwymiarowe mogłyby zostać wykorzystane do precyzyjnego dokumentowania oryginałów, poprawy jakości badań i monitoringu, oferowania kopii cyfrowych w przypadku utraty oryginału, przyczyniając się w ten sposób oczywiście do zachowania obiektów jako takich. Niemniej jednak digitalizacja w żadnym razie nie zastępuje fizycznego zachowania i nie powinna prowadzić do obniżenia standardów konserwacji.

Ponadto samo pozyskanie cyfrowych danych trójwymiarowych wcale nie oznacza samo przez się, że dane te będą trwałe i bezpieczne w długim okresie czasu. Digitalizacja 3D (szczególnie w przypadku ruchomych obiektów dziedzictwa kulturowego) powinna odbywać się dopiero po zakończeniu głównej dokumentacji cyfrowej 2D i zrealizowaniu innych podstawowych zadań związanych z dokumentacją, identyfikacją i ochroną zasobów.

[Powrót](#)

2. WYBÓR ZASOBU PRZEZNACZONEGO DO DIGITALIZACJI ORAZ OKREŚLENIE WARIANTÓW WYKORZYSTANIA DANYCH 3D ORAZ ZDEFINIOWANIE DLA NICH GRUP UŻYTKOWNIKÓW

- Określenie powodu i celu (bądź celów jeżeli mamy różne grupy odbiorców) planowanego projektu digitalizacyjnego.
- Planując wykonanie dokumentacji trójwymiarowej powinniśmy koncentrować się na zasobach szczególnie zagrożonych (których digitalizacja może być jedyną szansą zachowania ich w obrocie kulturowym) albo na obiektach o dużym potencjale wykorzystania w postaci cyfrowej.
- Kluczową sprawą jest identyfikacja grup docelowych użytkowników, dla których dane cyfrowe będą wytwarzane oraz określenie sposobu w jaki będą oni z tych danych korzystali.
- Należy bardzo dokładnie zapoznać się z cechami poszczególnych obiektów przeznaczonych do digitalizacji.
- Różne warianty wykorzystania danych cyfrowych wymagają założenia różnego poziomu minimalnych wymagań jakościowych, a te z kolei zdeterminują konieczność zastosowania różnego typu sprzętu i zaplanowania odmiennych strategii digitalizacji.
- Dla prawidłowego przygotowania digitalizacji niezbędne jest włączenie w proces planowania przedstawicieli działów niezwiązanych z digitalizacją, którzy są odpowiedzialni za digitalizowany zasób i którzy będą w przyszłości użytkownikami wytworzonych w projekcie danych (działy historii sztuki, konserwacji, edukacji i komunikacji).

Modele trójwymiarowe obiektów dziedzictwa kulturowego mogą służyć różnym zastosowaniom stawiającym różne wymagania. Zastosowania te mogą obejmować szczegółową dokumentację, rekonstrukcję, reprodukcję, zachowanie, ochronę, zastosowania nowatorskie, szkolenia, edukację, wizualizację czy wyszukiwanie i dostęp online. Przekłada się to na szeroki zakres wariantów wykorzystania, w tym tworzenie kopii cyfrowych, rzeczywistości wirtualnej, rzeczywistości rozszerzonej, rzeczywistości mieszanej, śledzenie zmian na osi czasu, manipulacje badawcze, tworzenie modeli restauracyjnych, druk 3D, budynki i architektura krajobrazu, zastosowania edukacyjne, gry itd. Każde z wymienionych

głównych zastosowań wymaga różnego poziomu dokładności i szczegółowości modelu trójwymiarowego.

Krytyczne znaczenie ma określenie na samym początku przeznaczenia danego przedsięwzięcia digitalizacji trójwymiarowej i tego, co dzięki niemu chcemy osiągnąć. Co digitalizujemy? Ważne jest rozważenie przesłanek stojących za danym przedsięwzięciem digitalizacji trójwymiarowej. Czy dany obiekt dziedzictwa kulturowego jest zagrożony zniszczeniem lub utratą? Czy jest szczególnie cenny (dla naszej czy innej instytucji)? Czy do obiektu dziedzictwa kulturowego mają stały dostęp ludzie? Czy digitalizacja jest konieczna dla danego przedsięwzięcia, np. w celu zwiększenia dostępności, umożliwienia badań, monitorowania stanu zachowania itd.?

Ważne jest również zidentyfikowanie docelowej grupy użytkowników treści 3D oraz sposobu, w jaki będą oni korzystali z takich treści. Dla kogo prowadzimy digitalizację? Czy są to zawodowi konserwatorzy? Osoby odpowiedzialne za zarządzanie zabytkowym budynkiem lub stanowiskiem archeologicznym? Zwiedzający muzeum? Badacze? Nauczyciele lub studenci? Ogół społeczeństwa? Jakie są ich potrzeby w zakresie interakcji z treścią trójwymiarową?

Ponadto innym kluczowym aspektem do rozważenia jest określenie, które zasoby będą digitalizowane, np. z uwzględnieniem gabarytów, objętości i czy jakieś elementy wymagają szczególnej opieki i uwagi. Co digitalizujemy?

Przesłanką może być wsparcie prac konserwatorskich poprzez stworzenie trójwymiarowej kopii cyfrowej danego elementu do użytku pracowników własnych lub w celu zminimalizowania manipulacji przy zasobach podatnych na uszkodzenia. Innym celem może być opublikowanie treści 3D w Internecie, aby udostępnić je publicznie, czy też utworzenie zasobów dla badaczy lub w celach edukacyjnych. Innym zadaniem może być stworzenie trójwymiarowych kopii cyfrowej w celu zachowania obiektu.

Odpowiedzi na pytania dotyczące przesłanek digitalizacji, osób, dla których ma być ona przeznaczona i jej zastosowania kierują decyzjami planistycznymi w ramach danego przedsięwzięcia, od zestawu obiektów wybranych do digitalizacji, przez procesy digitalizacji, po sposób udostępnienia zasobów. Cel projektu digitalizacji determinuje minimalne wymagania jakościowe, a także odpowiedni sprzęt i strategię digitalizacji. Cele takie jak konserwacja lub badania wymagają bardzo dokładnych odzwierciedleń, natomiast zastosowania edukacyjne w większym stopniu mogą być skoncentrowane na realistycznej wizualizacji. Mogą być w nich stosowane upraszczane modele trójwymiarowe w celu zmniejszenia złożoności geometrycznej przy zachowaniu wyglądu. Istnieją również różne standardy odpowiednie do różnych celów. Opublikowane przez grupę zadaniową Europeana 3D [Sprawozdanie końcowe na temat treści 3D w Europeana](#) również porusza związek między różnymi zastosowaniami a określonymi procesami digitalizacji.

Zbiory muzealne mogą być obszerne, istnieje wiele stanowiących dziedzictwo kulturowe budynków, zabytków i stanowisk, nierealistyczne jest więc oczekiwanie wysokiej jakości digitalizacji wszystkiego. Jeśli chodzi o zasoby dziedzictwa kulturowego tworzące poczucie wspólnoty, należy skoncentrować się na elementach dziedzictwa kulturowego, które będą spełniały postawione przed nimi zadanie w postaci cyfrowej lub na elementach zagrożonych, lub o wysokich walorach, między innymi walorach wykorzystania ich w różnych celach w postaci cyfrowej. Jeżeli ryzyko degradacji lub zniszczenia jest niewielkie, głównym kryterium powinny być walory, np. społeczne, ekonomiczne, estetyczne, rzadkość. Na przykład muzea mogą utworzyć hierarchię ważności: obiekty przestrzenne o wysokich walorach, obiekty, które mogłyby zostać zniszczone lub uszkodzone itp.

W szczególności w przypadku zlecenia digitalizacji 3D na zewnątrz, może być konieczny wybór do digitalizacji tylko pewnej grupy zasobów. Jeżeli finansowanie jest czynnikiem ograniczającym, należy ustalić pierwszeństwo obiektów do digitalizacji. Najpierw należy wybrać elementy dziedzictwa kulturowego spełniające cel przedsięwzięcia, a następnie obiekty zagrożone lub o dużych walorach, w tym wysokich walorach wykorzystania dla określonej grupy docelowej.

W projektowaniu i prowadzeniu przedsięwzięć digitalizacyjnych powinny od początku uczestniczyć działy inne niż digitalizacyjne, np. komunikacyjne, edukacyjne, konserwatorskie itd.

[Powrót](#)

3. PODJĘCIE DECYZJI O TYM, CZY PROCES DIGITALIZACJI REALIZOWANY BĘDZIE ŚRODKAMI WEWNĘTRZNYMI, CZY TEŻ ZOSTANIE ZLECONY PODMIOTOWI ZEWNĘTRZNEMU

- Ocena wewnętrznego potencjału podmiotu do prowadzenia digitalizacji trójwymiarowej, zgodnej z założeniami projektu. Jakie zasoby ludzkie, kwalifikacje i sprzęt są dostępne w ramach organizacji? Jakie dodatkowe zasoby czy szkolenia byłyby konieczne?
- Przeprowadzenie analizy kosztów i korzyści w celu rozważenia, czy bardziej odpowiednia w danym projekcie jest digitalizacja środkami wewnętrznymi czy też zlecenie jej na zewnątrz.
- Rozważenie stopnia trudności przeprowadzenia koniecznych modernizacji posiadanego w organizacji zaplecza technicznego pod kątem tworzenia trójwymiarowej dokumentacji obiektów oraz dostępności wsparcia i materiałów szkoleniowych w zakresie konkretnych technologii pomiarowych.
- Osoby odpowiedzialne za realizację procesu digitalizacji 3D, w szczególności w przypadku zlecenia jej na zewnątrz, muszą znać ograniczenia poszczególnych technik pomiarowych, a także być w stanie przeanalizować wyniki wykonanych prac i przeprowadzić kontrolę jakości.
- W przypadku zlecenia prac na zewnątrz należy zwrócić się o pomoc techniczną do specjalistów zajmujących się wytwarzaniem dokumentacji trójwymiarowej, posiadających doświadczenie w dziedzinie dziedzictwa kulturowego, aby zapewnić sobie doradztwo na etapie planowania projektu i pomoc w kontroli jakości w trakcie jego realizacji. Podobnie wybierając potencjalnych wykonawców takich prac należy wymagać wykazania przez wykonawcę doświadczenia w pracy z zasobami dziedzictwa kulturowego, które wymagają bardzo specyficznego podejścia.

Institucje kultury powinny rozważyć, czy dysponują niezbędnymi zasobami ludzkimi, kwalifikacjami i sprzętem w ramach czasowych projektu, czy też zlecić przeprowadzenie przedsięwzięcia specjalistom zajmującym się dokumentacją trójwymiarową. Jakie zasoby ludzkie, kwalifikacje i sprzęt są dostępne w ramach organizacji? Czy jest potrzebne szkolenie? Należy też ocenić wygodę nabycia sprzętu i przeszkolenia operatorów w przeprowadzaniu digitalizacji własnymi środkami.

Należy przeprowadzić analizę kosztów i korzyści w celu rozważenia, czy bardziej odpowiednia w danym projekcie jest digitalizacja środkami wewnętrznymi czy też zlecenie jej na zewnątrz

– pod względem standardów i dobrych praktyk, wyniku końcowego i czasu trwania procesu, ryzyka, jakości i kosztów. W zależności od rodzaju dziedzictwa i celu można poprzestać na samodzielnym niskobudżetowym / bezkosztowym skanowaniu (fotogrametria), zazwyczaj nieruchomości dziedzictwa (choć z tekstowaniem opartym na fotografiach).

Należy uwzględnić czas przetwarzania dokumentacji 3D. W każdym przedsięwzięciu, prowadzonym środkami zewnętrznymi czy wewnętrznymi, należy wyraźnie uwzględnić zbiór zasobów potrzebnych przez cały okres przedsięwzięcia, od przygotowania obiektu do skanowania przez obróbkę po rozpowszechnianie i oczywiście długoterminowe przechowywanie. Zasoby obejmują czas, pracowników, powierzchnię roboczą, komputery i sprzęt.

Należy rozważyć, czy nie są potrzebne dodatkowe usługi lub operacje i należy je uwzględnić w harmonogramie prac i budżecie. Mogą one obejmować opiekę konserwatora lub transport zasobów wymagający przeszkolonych pracowników.

Jeżeli zdecydujemy się na digitalizację 3D środkami wewnętrznymi, należy również zbadać możliwości modernizacji środowiska pracy z zasobami 3D, np. czy oprogramowanie / sprzęt można zmodernizować odrębnie czy też nie, a także jakie jest znaczenie kosztów modernizacji w długim okresie. Należy również pamiętać, że niektóre metody, jak fotogrametria, są bardzo popularne i dostępnych jest na jej temat więcej materiałów pomocniczych i filmów instruktażowych w Internecie.

W przypadku zlecenia na zewnątrz digitalizacji zasobów dziedzictwa kulturowego istotne jest wskazanie od samego początku wymagań jakościowych, identyfikacja właściwych praw oraz wskazanie danych i formatów danych, które usługodawca zewnętrzny ma dostarczyć. Usługodawcy ci, aby złożyć ofertę, potrzebują szczegółowych informacji na temat celu przedsięwzięcia digitalizacyjnego i kategorii dziedzictwa kulturowego. Informacje te są również niezbędne do dostarczenia wszystkich potrzebnych danych, zarówno do wykorzystania bezpośredniego, jak i do zachowania na długi okres. Szczegółowe specyfikacje dotyczące jakości i elementów dostawy są również niezbędne do należytego porównania i wyboru ofert w postępowaniu przetargowym.

Znajomość technologii, procesów i treści 3D jest pomocna niezależnie od tego, czy przeprowadzamy digitalizację środkami własnymi, czy też zlecamy ją na zewnątrz. Jeżeli zlecamy ją na zewnątrz, potrzebna jest wiedza specjalistyczna nie tylko do wskazania wymagań jakościowych, ale również do weryfikacji dostarczonych danych i produktów. Osoby zajmujące się digitalizacją 3D muszą znać ograniczenia różnych technik 3D, a także być w stanie przeanalizować i ocenić wyniki. Dobrą praktyką jest zaangażowanie specjalisty w dziedzinie digitalizacji trójwymiarowej, nawet jeżeli zdecydujemy się zlecić prace na zewnątrz. Ponadto podczas zlecenia pracy na zewnątrz lepiej jest skorzystać z usługodawcy digitalizacji 3D posiadającego szczególne doświadczenie w pracy z dziedzictwem kulturowym lub w innych podobnych lub istotnych dziedzinach.

Rozważając opcje outsourcingowe, można również eksperymentować z różnymi sposobami obniżenia kosztów i rozszerzać zainteresowanie poprzez angażowanie zwykłych ludzi w aktywności crowdsourcingowe. Przy oczekiwaniu, że zasoby będą w dalszym ciągu ograniczone w porównaniu z ilością obiektów, które należy zdigitalizować, należy, w naszej opinii, zbadać działania oszczędnościowe. Wykazano, że angażowanie ludzi poprzez crowdsourcing zarówno zwiększa zaangażowanie, jak i umożliwia oszczędzanie środków i zwiększenie ilości obiektów, które można zdigitalizować w 3D.

Kryzys COVID-19 wzmocnił potrzebę działania w kierunku ucyfrowienia dziedzictwa kulturowego w całości. Ponieważ nie jest realistyczne pójście w tym kierunku w oparciu o dostępne środki na outsourcing i manualne procesy digitalizacji, istnieje potrzeba, z jednej strony, wypracowania i wzmocnienia kwalifikacji wewnętrznych, a z drugiej strony rozpoczęcie myślenia o automatyzacji.

Oczekuje się, że przyszłe Europejskie Centrum Kompetencji na rzecz zachowania i konserwacji zabytków i stanowisk z użyciem najnowszych technologii cyfrowych stanie się cennym źródłem wiedzy i porad.

[Powrót](#)

4. WYJAŚNIENIE ASPEKTÓW ZWIĄZANYCH Z PRAWEM AUTORSKIM ORAZ SPORZĄDZENIE PLANU OTWARTEGO I SZEROKIEGO UDOSTĘPNIANIA EFEKTÓW PROJEKTU

- Identyfikacja praw własnościowych i autorskich do zasobu posiadanych przez osoby i organizacje, a także podjęcie z nimi rozmów przed przystąpieniem do digitalizacji.
- Określenie praw autorskich zgodnych ze zidentyfikowanymi prawami, które byłyby najbardziej odpowiednie w celach, w których digitalizacja się odbywa.
- Przestrzeganie i zachęcanie do przestrzegania zasady, zgodnie z którą to, co znajduje się w domenie publicznej powinno pozostać w domenie publicznej po digitalizacji.
- Informacje o zakresie licencji i praw autorskich powinny być elementem podpisywanych umów określających warunki udostępniania i korzystania z danych. Wspomniane informacje powinny zostać także umieszczone w metadanych dokumentowanych obiektów.
- W przypadku zlecenia prac na zewnątrz dopilnowanie, aby zlecenie i umowa wymagały przeniesienia na instytucję zlecającą lub przekazania do domeny publicznej wszelkich praw autorskich (lub praw pokrewnych), między innymi na potrzeby metadanych, bez możliwości zastrzeżenia ich przez usługodawcę.
- Ważne jest planowanie od samego początku sposobu udostępnienia kolekcji 3D docelowym użytkownikom.
- Zapewnienie szerokiego dostępu publicznego, przechowywania i dystrybucji modeli 3D za pośrednictwem otwartych platform publicznych, jak również poprzez hostowanie ich w oparciu o posiadaną infrastrukturę informatyczną.
- Dostępność do danych będzie pełna tylko wtedy jeżeli zadbamy o zapisanie danych w otwartych, popularnych formatach. Brak spełnienia tego warunku może zawęzić dostępność danych do wąskiego kręgu osób dysponujących specjalistycznym oprogramowaniem.
- Ujęcie pozyskanych metadanych w postaci możliwych do odczytania maszynowego danych opatrzonych odnośnikami (Linked Open Data) w celu ułatwienia wyszukiwania.

Przed zaangażowaniem się w przedsięwzięcie digitalizacyjne należy uwzględnić obowiązujące uprawnienia do budynków, zabytków, stanowisk i obiektów. Sam proces digitalizacji 3D może

wygenerować dodatkowe prawa. Mogą być one w posiadaniu różnych osób i jednostek organizacyjnych. Należy zidentyfikować obowiązujące prawa oraz osoby i organizacje je posiadające, a także podjąć z nimi rozmowy przed przystąpieniem do digitalizacji.

W wielu krajach prawo nie przewiduje automatycznego przeniesienia praw, którym podlega stanowisko lub obiekt dziedzictwa kulturowego na odpowiadającą mu cyfrową replikę. W przypadku zlecenia prac firmie zewnętrznej należy dopilnować, aby autorskie prawa majątkowe potrzebne do planowej eksploatacji, w danej chwili lub w przyszłości, w tym do długoterminowego zachowania, nie zostały zastrzeżone przez usługodawcę. Należy dopilnować, aby zlecenie i umowa wymagały przeniesienia na instytucję zlecającą lub przekazania do domeny publicznej wszelkich praw autorskich (lub praw pokrewnych). Ułatwi to inne sposoby wykorzystania poza pierwotnie przewidzianymi. Należy wynegocjować i wyraźnie opisać stan praw do wszystkich zasobów digitalizacji, aby zapewnić możliwość ich wykorzystania.

Należy dopilnować, aby postanowienia prawnoautorskie były jednoznaczne. Czy Twoja organizacja jest właścicielem zasobu, który ma zostać zdigitalizowany, czy też konieczne jest uzyskanie zgody właścicieli? Jeżeli prace zlecane są firmie zewnętrznej, kto będzie właścicielem praw autorskich do pozyskanych i przetworzonych danych? Czy uzgodniono licencję zezwalającą na korzystanie i ponowne wykorzystanie treści? Należy dopilnować, aby przyszłe sposoby wykorzystania nie były sztucznie ograniczane, np. przez niejasne lub restrykcyjne postanowienia licencyjne.

Należy dążyć do przestrzegania zasady, zgodnie z którą cyfrowe odtworzenie elementów z domeny publicznej również powinno pozostać w domenie publicznej. Zasada ta jest opisana w [Karcie domeny publicznej Europeana](#). Podobny duch przyświeca również postanowieniom art. 14 unijnej dyrektywy prawnoautorskiej. Nawet w przypadku utworów objętych prawem autorskim, tworzenie cyfrowego odwzorowania w celu zachowania, 3D czy innego, nie powinno wymagać uzyskania przez instytucję posiadającą kolekcję wyraźnej zgody posiadacza praw autorskich. Jest to zbieżne z postanowieniami art. 6 unijnej dyrektywy prawnoautorskiej.

Należy zidentyfikować cel, w którym przeprowadzana jest digitalizacja oraz prawa autorskie najbardziej odpowiednie dla realizacji tego celu. Należy dopilnować, aby wybrane prawo autorskie nie ograniczało bez potrzeby przyszłych sposobów wykorzystania jeszcze nie wynalezionych. W razie wątpliwości lepiej jest postawić na swobodę innych sposobów wykorzystania, przyjmując jako normę najbardziej otwartą z możliwych licencję. Licencje otwarte ułatwiają zlecenie przechowywania utworu przez wiele podmiotów, ułatwiając zachowanie go w długim okresie. Jest to zgodne z inicjatywami takimi jak [LOCKSS](#).

Należy wbudować postanowienia licencyjne i prawnoautorskie do umowy od samego początku przedsięwzięcia digitalizacyjnego, aby określić wyraźne zasady dostępu do treści 3D i korzystania z nich na dowolnym etapie procesu digitalizacji. Podobne postanowienia prawnoautorskie należy również przewidzieć w odniesieniu do metadanych. Należy korzystać z wystandaryzowanych, odczytywalnych maszynowo klauzul zastrzeżenia praw zezwalających na wykorzystanie w celach komercyjnych i niekomercyjnych, jak np. licencje Creative Commons (PDM, CC0, CC BY lub CC BY-SA). Europeana zbudowała [silną społeczność prawnoautorską](#) i udostępnia bogate materiały oraz porady związane z prawami autorskimi i licencjonowaniem, między innymi [gotowe klauzule zastrzeżenia praw](#).

Istotne jest zaplanowanie od samego początku sposobu udostępniania kolekcji 3D docelowym użytkownikom. Należy rozważyć sposób, w jaki użytkownicy będą uzyskiwali dostęp do treści – online, w galerii, przez wysoko wydajne komputery, poprzez hosting lub usługę online czy przez streaming. Istnieją różne sposoby udzielania dostępu, które uzależnione są od tego, czy

docelowi użytkownicy są użytkownikami wewnętrznymi czy zewnętrznymi, czy korzystają z treści na miejscu czy przez Internet.

Modele 3D, które łatwo znaleźć, przeglądać i udostępniać innym rozszerzają zasięg dziedzictwa kulturowego oraz zwiększają jego wpływ i wartość. Modele 3D mogą być publiczne udostępnianie za pośrednictwem platform usługowych i/lub hostowanie na własnych zasobach. Należy rozważyć dostęp publiczny, przechowywanie i dystrybucję modeli 3D za pośrednictwem otwartych platform publicznych, jak również poprzez hostowanie na własnych zasobach. Aby umożliwić zgromadzenie danych na poziomie europejskim, należy przestrzegać [zasad FAIR](#).

Należy upewnić się, czy treści dostępne są w formatach odpowiednich do rodzaju dostępu, jaki chcemy zaoferować. Może być potrzebny więcej niż jeden format – np. inny do drukowania 3D, inny do wizualizacji online i jeszcze jeden do archiwizacji. Należy zapewnić dostępności zasobów również w formatach otwartych, aby zapobiec ich zablokowaniu lub ograniczeniu korzystania z nich przez dostawcę. Istnieje wiele przykładów cennych treści utraconych po wycofaniu się usługodawców z działalności lub zaprzestaniu aktualizacji określonych formatów i narzędzi potrzebnych do ich odczytywania. Dopilnowanie, by treści dostępne były również w formatach otwartych pomaga ograniczyć to zagrożenie.

Lokalne odnośniki publiczne do treści 3D (np. na witrynach internetowych muzeów) najczęściej wypadają słabo na tle dobrze znanych, nadzorowanych, optymalizowanych, ciągle aktualizowanych światowych platform hostingowych czy Europeana. Małe instytucje powinny rozważyć podpisanie długoterminowych umów z takimi platformami, jeżeli nie są w stanie zapewnić wysokiej jakości lokalnych usług internetowych.

Przekazywanie metadanych do Europeana, europejskiej platformy cyfrowej dziedzictwa kulturowego, również ułatwia wyszukiwanie online tych treści z terenu całej Europy i spoza niej. Ujęcie pozyskanych metadanych w postaci możliwych do odczytania maszynowego danych opatrzonych odnośnikami (Linked Open Data) ułatwia wyszukiwanie.

[Powrót](#)

5. OKREŚLENIE MINIMALNEJ WYMAGANEJ JAKOŚCI POZYSKIWANYCH DANYCH CYFROWYCH ZAPEWNIAJĄCYCH REALIZACJĘ CELU (PRZY DĄŻENIU DO OSIĄGNIĘCIA NAJWYŻSZEJ JAKOŚCI MOŻLIWEJ DO OSIĄGNIĘCIA W RAMACH DOSTĘPNYCH ŚRODKÓW)

- Jakość digitalizacji trójwymiarowej dziedzictwa kulturowego nie dotyczy wyłącznie rozdzielczości przestrzennej pozyskanych danych i osiągniętej niepewności pomiarowej, ale również innych kluczowych aspektów, takich jak poprawność historyczna, zakres tworzonych i zbieranych danych i metadanych, a także ich przydatność w realizacji zakładanego celu.
- Należy sprawdzić, w jaki sposób spełnienie konkretnych, zaplanowanych wartości rozdzielczości pozyskiwanych danych i dopuszczalnych wartości błędu pomiarowego przełożą się na koszt realizacji projektu (pod względem potrzebnego czasu i koniecznych wydatków), a także jakiego będą wymagały sprzętu, oprogramowania i umiejętności personelu.
- Określenie minimalnej jakości danych niezbędnej dla docelowych użytkowników z uwzględnieniem sposobu, w jaki będą oni korzystali z tych

zasobów (oraz tego, czy budżet i ramy czasowe projektu umożliwiają rejestrację danych z większą dokładnością).

- Należy dążyć do pozyskania danych trójwymiarowych o jak najwyższej jakości spełnionej dla jak największej grupy obiektów (na jaką tylko pozwala dostępny budżet i czas realizacji projektu).
- Ze względu na bardzo szybki rozwój technik trójwymiarowych to, cechy charakteryzujące wysokiej jakości modele mogą stać się w najbliższej przyszłości zaledwie standardem, a odpowiednio zarchiwizowane nieprzetworzone dane pomiarowe o wysokiej rozdzielczości będą mogły zostać wykorzystane w przyszłości do generowania nowych, lepszych modeli trójwymiarowych.
- Dla pełnego udokumentowania procesu cyfryzacji należy tworzyć i zbierać bogate metadane techniczne i opisy poszczególnych etapów przetwarzania danych pomiarowych (podczas wykonywania pomiarów, opracowywania i przetwarzania danych, wizualizacji).
- W przypadku zlecenia procesu digitalizacji na zewnątrz należy od samego początku określić wymagania jakościowe, zasady postępowania oraz wskazać typy danych i formaty ich zapisu, które będą przedmiotem odbioru zlecenia.
- Należy pamiętać, że niezależnie od tego, jak wysoka będzie jakość procesu digitalizacji, model trójwymiarowy nie jest stuprocentowo dokładną kopią oryginału i nie może go w pełni zastąpić.

Jakość jest zasadniczym aspektem w kontekście digitalizacji 3D materialnego dziedzictwa kulturowego i stanowi istotne wyzwanie, ponieważ materialne dziedzictwo kulturowe jest różnorodne, a tworzone modele 3D są skomplikowane. Na różnych etapach procesu digitalizacji 3D należy uwzględnić wiele parametrów zależnych od rodzaju materialnego dziedzictwa kulturowego, a także od stosowanego sprzętu i metod. Różne możliwe cele lub zastosowania stworzonych materiałów 3D wpływają również na różne kombinacje i poziomy tych parametrów w dążeniu do osiągnięcia akceptowalnego poziomu jakości dostosowanej do przyjętego celu. Ponadto wykorzystywane są różne narzędzia, formaty, procesy i programy komputerowe bez wystarczającego poziomu standaryzacji.

Modele 3D muszą być również użyteczne jako wzorce, a to wymaga wysokiej jakości. W projektach digitalizacji 3D należy zwrócić szczególną uwagę na kryteria określające jakość, takie jak zarządzanie fakturą i kolorem i dokładność wymiarowa, aby uzyskać wiarygodne i możliwe do wykorzystania cyfrowe zasoby.

Dokładność kształtu (wysoka rozdzielczość, czyli duża liczba wielokątów) jest jedną z miar technicznych, ale istnieją również inne atrybuty techniczne, takie jak barwa i faktura. Jakość determinowana jest nie tylko przez rozdzielność i dokładność, ale również stopień przybliżenia przez model 3D rzeczywistego obiektu, z wszystkimi zarejestrowanymi cechami, co stanowi podstawę do np. renderowania 3D w jakość zbliżonej do fotograficznej lub do fizycznego odtworzenia. Cechy te określają stopień wierności rejestracji i odtworzenia cech geometrycznych, a także kolorów.

Geometria i barwy to jednak nie wszystko, jeśli chodzi o wierność reprodukcji, ponieważ nie ujmują one dynamicznego zachowania powierzchni obiektu w reakcji na zmienne oświetlenie lub podczas obserwacji pod różnymi kątami. Dziedzictwo materialne obejmuje bardzo

zróznicowane materiały fizyczne, z których każdy charakteryzuje się własną dynamiką pod względem intensywności i rozkładu odbicia, zmiany barw w zależności od kąta patrzenia, a nawet przejrzystości. Podejmuje się więc wysiłki, aby rejestrować właściwości optyczne materiału, co jest aspektem daleko wykraczającym poza geometrię i informację o fakturze. Aby uzyskać najwyższą jakość, a tym samym najwyższy realizm, należy zawsze, gdy jest to możliwe rejestrować optyczne zachowanie materiału.

Na jakość wpływa również sprzęt i strategia digitalizacji. Przyrządy rejestracyjne i algorytmy stosowane podczas przetwarzania determinują dokładność uzyskanego zbioru danych i modelu 3D. Przetwarzanie nie powinno dodawać do modelu żadnych sztucznych elementów wizualnych czy efektów, a przynajmniej takie przekształcenie powinno być dobrze udokumentowane i możliwa do oddzielenia od oryginału, np. w postaci odrębnej warstwy.

W odniesieniu do rozległych obszarów bardziej odpowiednie może być wieloskalowe podejście do digitalizacji. Chodzi o użycie przeciętnej rozdzielczości do skanowania terenu, a wyższej rozdzielczości do skanowania obiektu zainteresowania. Bardzo wysoka rozdzielczość całego terenu może nie być istotna. Jest to tym ważniejsze, że skanowanie rozległego obszaru może prowadzić do powstawania zbiorów danych o wielkich rozmiarach, które bardzo trudno obsługiwać, przechowywać i przeszukiwać w dłuższej perspektywie czasowej. Do zniwelowania tego ryzyka ważne są dobre zasady rejestracji danych. Możliwe jest łączenie różnych rozdzielczości (średniej i wysokiej) w tym samym modelu 3D na etapie przetwarzania danych. Niemniej jednak metody te zwykle wymagają wysokiej jakości oprogramowania do obróbki, a powstający w ten sposób model nie zawsze „da się oglądać”.

Niezależnie od jakości modeli 3D, nie zastąpią one oryginałów, budynków itd. Model wygenerowany przez oprogramowanie 3D nie będzie w 100% dokładną kopią oryginału. Model generowany jest na podstawie dużej liczby fotografii lub danych laserowych itd., a obróbka 3D jest mniej lub bardziej niedoskonała, w zależności od szeregu czynników, między innymi jakości i liczby obrazów, dokładności danych laserowych, ustawień oprogramowania itd.

Zbiory muzealne mogą być obszerne, istnieje też wiele stanowiących dziedzictwo kulturowe budynków, zabytków i stanowisk, nierealistyczne jest więc oczekiwanie digitalizacji wszystkiego w najwyższej z możliwych rozdzielczości. Mogą być wykorzystywane surowe dane o wysokich dokładności i wysokiej rozdzielczości do generowania modeli 3D dla różnych odbiorców i funkcji. Trzeba jednak znaleźć równowagę pomiędzy czasem i kosztem a rozdzielczością i dokładnością pozyskiwania danych. Przyrządy potrzebne do skanowania w bardzo wysokiej rozdzielczości są drogie, a przetwarzanie utworzonych zbiorów danych może zabrać dużo czasu.

Uwzględnienie potrzeb docelowych grup użytkowników i prawdopodobnego sposobu korzystania przez nich z treści 3D umożliwia podejmowanie racjonalnych wyborów. Minimalne wymagania jakościowe powinny odzwierciedlać cel przedsięwzięcia digitalizacyjnego. Niektóre cele, np. zachowanie i rekonstrukcja wymagają wysokiej jakości, geometrycznie poprawnych modeli 3D. Do wizualizacji lub do zastosowań VR czy AR bardziej odpowiednie są zoptymalizowane, zdecydowane modele 3D. Modele o wysokiej rozdzielczości są zazwyczaj decydowane w celu zmniejszenia złożoności geometrycznej przy jednoczesnym zachowaniu charakterystycznych cech i wyglądu. Jakość późniejszej obróbki również musi być dopasowana do zakładanego celu.

Należy ustalić maksymalną możliwą dokładność i rozdzielczość pozyskania, określić jego koszt (pod względem czasu i wydatków), a także niezbędny sprzęt, oprogramowanie i kwalifikacje, a następnie rozważyć minimalny poziom dokładności niezbędnej dla

przedsięwzięcia oraz tego, czy budżet i ramy czasowe projektu umożliwiają pobieranie obrazu z większą dokładnością.

Należy określić minimalny poziom jakości danych pomiarowych, na tyle dobry, aby spełniał nasze potrzeby. Czasami np. konieczna może być inna jakość danych do udokumentowania całego obiektu i inna, znacznie większa, w odniesieniu do małego fragmentu, po to, aby uchwycić pewne procesy czy ślady narzędzi. Pomiary, a w szczególności późniejsza obróbka danych, są bardzo czasochłonne, dlatego minimalne wymagania jakościowe powinny zwiększyć efektywność i zmniejszyć koszt całego procesu.

Niemniej jednak, to, co dziś jest najwyższą jakością może stać się normą w bliskiej przyszłości, a to, co jest wystarczające dzisiaj, później może się okazać czymś skromnym lub nawet niewystarczającym. W takim wypadku dane nieprzetworzone o wysokiej dokładności i rozdzielczości być może będą mogły zostać wykorzystane w przyszłości do generowania nowych, lepszych modeli 3D w wyniku postępów technologii cyfrowej i łączności. Z tego względu ważne jest dążenie do najwyższej jakości w ramach dostępnych środków i ewentualne zmniejszenie liczby zasobów objętych projektem, w stopniu dopuszczalnym przez budżet i ramy czasowe. Innymi słowy, należy rozważyć pozyskiwanie danych z mniejszej liczby obiektów, ale z większą dokładnością i rozdzielczością.

Dane pozyskiwane w wyniku digitalizacji, np. za pomocą fotogrametrii czy skanowanie laserowego, są bezużyteczne bez metadanych o aspektach technicznych, administracyjnych i o pochodzeniu, które umożliwiają odtworzenie i odnalezienie artefaktu. Bardzo ważna jest możliwość łatwego ustalenia, które elementy danych pochodzą z procesu pozyskiwania, a które części modelu zostały wymodelowane.

Digitalizujemy dziedzictwo kulturowe, ponieważ ma ono wartość historyczną. Dlatego też informacje historyczne o obiekcie czy stanowisku są równie ważne jak dane techniczne pochodzące z procesu digitalizacji (ustawienia, dane kalibracyjne, dane nieprzetworzone, informacje o sprzęcie do pozyskiwania danych i czynniki otoczenia) i dane ostatecznego modelu 3D, jak geometria i faktury przedmiotu. Prawdliwość historyczna (czy też badania stanowiące podstawę do rekonstrukcji) jest absolutnie konieczna w projektach dotyczących dziedzictwa kulturowego.

Kompleksowe i adekwatne metadane wzbogacone o najnowsze glosariusze wielojęzyczne zwiększają możliwości wyszukania modeli w systemach zarządzania treścią (CMS) czy w systemach zarządzania danymi cyfrowymi (DAM) i/lub przez silniki wyszukiwarek, w szczególności za pośrednictwem Europeana. Metadane są głównym kluczem do konserwacji, dostępu, korzystania, alternatywnych sposobów wykorzystania, zarządzania prawami, rozumienia modelu i poddanego digitalizacji obiektu. Udostępnienie kompleksowych i adekwatnych metadanych umożliwia również alternatywne sposoby wykorzystania i ułatwia archiwizację. Metadane nie powinny podlegać zastrzeżeniu na podstawie prawa autorskiego.

Modele 3D bez metadanych są użyteczne do gier wideo i w opowiadaniach, czy do wirtualnych rekonstrukcji, np. kontekstów archeologicznych. Stosowanie [londyńskiej karty wizualizacji komputerowej dziedzictwa kulturowego](#) gwarantuje poprawność historyczną modeli i nawiązywanie przez nie do wiedzy naukowej, z wyraźnym rozróżnieniem na treści rekonstrukcyjne oparte na faktach i treści oparte na fantazji.

Modele 3D z odrębnymi metadanymi są obecnie dość powszechne i cierpią z powodu tego rozdzielienia. Metadane można powiązać z modelem w sposób nieodporny na obróbkę i późniejsze ingerencje w model 3D. Ponadto różne modele 3D będą prezentowały różną rozdzielczość informacji, co może być problematyczne w razie porównywania lub agregacji.

Modele 3D z wbudowanymi metadanymi (BIM) są rozwiązaniem lepszym, ale trudnym do osiągnięcia, ponieważ wciąż wymagają bardzo głębokiej ingerencji manualnej. Choć problem „skanowania do BIM” nie został jeszcze rozwiązany, możliwe, że dojdzie do tego stosunkowo niedługo, ponieważ próby jego rozwiązania podejmowane są w innych niż dziedzictwo kulturowe dziedzinach zainteresowań profesjonalnych (np. w inżynierii). Tego samego można by sobie życzyć co do zastosowania w tym celu sztucznej inteligencji, która nie jest jeszcze zbyt zaawansowana.

Aby metadane obiektu 3D były kompletne, muszą również zawierać informacje o zasobie dziedzictwa kulturowego, o uzyskanych danych cyfrowych i o samym przedsięwzięciu digitalizacyjnym. Ostatnie z wymienionych często określa się jako paradane (dane towarzyszące). Metadane zasobu zawierają między innymi następujące informacje: tytuł, rodzaj, opis, prawa, położenie, geometria, faktury i materiały. Informacje o zasobie powinny też opisywać jego walory kulturowe i historyczne, a także zawierać informacje geograficzne i czasowe.

Metadane zasobów internetowych lub cyfrowych zawierają wszystkie informacje techniczne związane z technologią 3D obiektów lub stanowisk dziedzictwa kulturowego, m.in. na temat techniki pozyskiwania danych, specyfikacji systemu i oprogramowania, jakości rekonstrukcji i formatów modelu trójwymiarowego. W przypadku modeli 3D publikowanych online użyteczne są również słowa kluczowe, ponieważ zwiększają one możliwości ich wyszukania.

Metadane dotyczące przedsięwzięcia, czyli paradane (dane towarzyszące) zawierają między innymi informacje o celu digitalizacji, warunkach gromadzenia i przetwarzania danych, zastosowanym sprzęcie i metodach, procesie digitalizacji i zaangażowanych osobach.

Niektóre metadane mogą być pozyskiwane przez sprzęt wykorzystywany do digitalizacji i przetwarzania danych. Tego rodzaju metadane powinny być pozyskiwane w trakcie głównego procesu roboczego, a nie pod koniec przedsięwzięcia, kiedy może zabraknąć czasu i pieniędzy. Proces rejestracji danych ustanawiający stabilne i solidne powiązanie metadanych z modelami miałyby niebagatelne znaczenie i należy do niego dążyć. Jednak nie wszystkie właściwe informacje można zbierać z użyciem narzędzi cyfrowych. Niektóre metadane, na przykład o walorach historycznych lub kulturowych obiektu, wymagają badań. Inne metadane mogą wymagać badań laboratoryjnych, np. w celu uzyskania danych o materiałach.

Bogate metadane przyczyniają się do możliwości wyszukiwania, dostępności i zrozumienia modelu, a także zasobu dziedzictwa kulturowego, który on reprezentuje oraz co można z tym modelem zrobić. Metadane powinny być dopasowane do zastosowania modelu 3D, aby ograniczyć do minimum możliwość manipulacji przy nim. Trwałe identyfikatory treści 3D zapewniają możliwość znalezienia tych treści w późniejszym czasie. Wraz z rozpowszechnianiem się modeli 3D ważne jest również, równoległe z prowadzeniem ewidencji metadanych i paradanych, wyświetlanie i dystrybucja najważniejszych właściwości metadanych.

Należy również rozważyć znakowanie modeli 3D w ramach rozpoznawania schematów, uczenia maszyn i innych podejść badawczych w dziedzinie sztucznej inteligencji. Zastosowania i użytkownicy nie są już wyłącznie ludzkie: projektowana kampania digitalizacyjna powinna uwzględniać udostępnianie metadanych i obiektów cyfrowych na potrzeby rozpoznawania schematów, uczenia maszyn i innych form badań opartych na sztucznej inteligencji. Modele powinny być wyposażone nie tylko w metadane, ale również adnotacje (oznakowania), sprawiające, że będą one użyteczne w kontekście *big data* i sztucznej inteligencji. Zastosowanie sztucznej inteligencji w dziedzinie dziedzictwa kulturowego jest jednak obecnie spowolnione przez brak właściwych zbiorów danych.

Interoperacyjność danych ma podstawowe znaczenie. W modelach 3D i metadanych należy zatem wdrażać konsolidowane na szczeblu międzynarodowym czy europejskim standardy metadanych dziedzictwa kulturowego, aby zagwarantować interoperacyjność gromadzonych danych. W opublikowanym przez grupę zadaniową Europeana ds. 3D [Sprawozdaniu końcowym na temat treści 3D w Europeana](#) dokonuje się przeglądu i omówienia schematów metadanych dla zbiorów danych i modeli 3D dziedzictwa kulturowego, a także formułuje się pewne zalecenia w tym zakresie. Stosowany schemat metadanych powinien być odpowiedni dla dziedzictwa kulturowego i danego rodzaju zdigitalizowanych treści. Wszystkie rozszerzenia istniejącego schematu metadanych powinny być wyraźnie udokumentowane. Zaleca się przechowywanie metadanych w formacie XML/RDF, a także sprawienie, aby były one czytelne dla komputerów i opatrzone odnośnikami (Linked Open Data).

Metadane powinny być również usystematyzowane, aby umożliwić wprowadzenie do nich, również na późniejszym etapie, wszystkich informacji potrzebnych do wykorzystania modelu do badania zdigitalizowanego dobra kultury, jego konserwacji i restauracji oraz w celu udostępniania go ogółowi społeczeństwa. Cenna byłaby dostępność informacji zwrotnej od użytkowników materiałów, z propozycjami wprowadzenia usprawnień i korekt (czasami zwana [roundtripping](#)). Zaangażowanie społeczeństwa w prace z np. metadanymi lub samymi modelami umożliwi tworzenie wartościowych treści i ewentualne wykorzystanie ich w samych przedsięwzięciach digitalizacji 3D.

CMS i DAM jako systemy zarządzania metadanymi są jeszcze użytecznymi rozwiązaniami, ale może tak nie być w dłuższej perspektywie czasowej. Trudno jest wyobrazić sobie, aby mogły one zapewnić solidne rozwiązania w zakresie zarządzania metadanymi 3D na wielką skalę, kiedy na horyzoncie pokazują się semantyczne systemy organizacji metadanych i systemy przetwarzania w chmurze (jak te zaproponowane przez [EOOSC](#)).

W przypadku zlecenia pracy na zewnątrz niezbędne jest określenie w zaproszeniu do składania ofert celów, standardów, dobrych praktyk i oczekiwanej jakości dzieła. Ważne jest wskazanie od samego początku, jakie są wymagania jakościowe i co ma być dostarczone. Powinno być to osiągnięte poprzez określenie miar wymaganej jakości i wyspecyfikowanie oczekiwanych cyfrowych elementów dostawy. Cyfrowe elementy dostawy powinny obejmować zarówno modele 3D do różnych zastosowań bezpośrednich, jak i pliki archiwalne do długoterminowego przechowywania. Wyraźne określenie parametrów danych, które mają zostać dostarczone umożliwi również sprawdzenie ich jakości i czy spełniają one wymagania. Ponadto jednym z warunków umowy powinno być niedodawanie do modelu żadnych sztucznych elementów wizualnych czy efektów podczas obróbki, a przynajmniej takie przekształcenie powinno być dobrze udokumentowane i możliwe do oddzielenia od oryginału, np. w postaci odrębnej warstwy.

Specyfikacje i oczekiwania co do jakości w zaproszeniu do składania ofert powinny być jak najbardziej jednoznaczne i zrozumiałe, np. należy wskazać, jakie korekty lub edycje będą potrzebne w modelach 3D lub też czy istnieje potrzeba lub oczekiwanie renderingu fizycznego. Istotne byłoby również tworzenie odnośników do innych podobnych obiektów poddanych digitalizacji trójwymiarowej. Należy również wskazać formaty, np. formaty do przechowywania (otwarte i zastrzeżone) i warstwy: chmury punktów, jak również końcowe zasoby i zrenderowaną scenę, jakie powinien dostarczyć usługodawca. Pliki pośrednie, takie jak siatki, są mniej istotne, ponieważ mogą być wygenerowane w innym oprogramowaniu na podstawie chmury punktów. Najlepiej, aby pliki archiwalne również były dostarczane w formacie otwartym (przy założeniu, że formaty otwarte będą użyteczne w długim okresie).

[Powrót](#)

6. ZDEFINIOWANIE RÓŻNYCH WERSJI I FORMATÓW ZAPISU DANYCH CYFROWYCH POTRZEBNYCH DO SPEŁNIENIA ZAŁOŻONYCH CELÓW I ZAKRESÓW WYKORZYSTANIA

- Cele takie jak zabezpieczenie precyzyjnych danych pomiarowych i prace rekonstrukcyjne wymagają wysokiej jakości, geometrycznie poprawnych modeli trójwymiarowych, podczas gdy do wizualizacji lub do zastosowań VR czy AR bardziej odpowiednie są modele zoptymalizowane i znacznie uproszczone.
- Dane pomiarowe o pełnej rozdzielczości należy wykorzystywać do tworzenia wzorcowego modelu trójwymiarowego wysokiej rozdzielczości, który posłuży jako podstawa do modeli upraszczanych i przekształcanych do różnych formatów w celu zaspokojenia różnych potrzeb.
- Efekty prowadzonych prac powinny być dostępne w wielu formatach, z których przynajmniej jeden powinien być formatem otwartym.
- Realizując projekty digitalizacyjne należy podążać za próbami standaryzacji i korzystać z opisów dobrych praktyk, aby na takiej podstawie wybierać otwarte oraz możliwie szeroko stosowane formaty zapisu danych trójwymiarowych, takie jak: glTF, X3D, **STL**, **OBJ**, **DAE**, **PLY**, **WRL**, **DICOM** czy **IFC**.
- Planując udostępnienie produktów procesu należy wybierać przeglądarki i platformy działające na różnorodnych typach urządzeń oraz dbać o to by były one kompatybilne z rozwiązaniami przyjętymi w Europie.

Dane nieprzetworzone 3D pozyskane w procesie digitalizacji wymagają dalszej obróbki w celu wygenerowania modeli 3D i innych treści trójwymiarowych na różne potrzeby. Digitalizacja może służyć różnym potrzebom, między innymi dokumentacji, rekonstrukcji, zachowaniu, badaniom, edukacji, wizualizacji, wyszukiwaniu i dostępowi przez Internet. Modele i treści do poszczególnych celów mogą obejmować modele offline o wysokiej rozdzielczości, modele online, treści interaktywne, modele możliwe do wydrukowania w 3D, modele do zastosowań w rzeczywistości rozszerzonej i wirtualnej, publikacje, obrazy, filmy i panoramy.

Po pozyskaniu danych konieczna jest obróbka przekształcająca zbiory danych nieprzetworzonych w modele 3D. Wymaga to sekwencji kroków prowadzących do przetworzenia i poprawy jakości wizualnej danych surowych. Ten sam zbiór danych nieprzetworzonych może zostać wykorzystany do tworzenia modeli 3D o różnej rozdzielczości, w formatach nadających się do drukowania, do renderingu online, czy do umieszczenia w archiwum. Surowe dane mogą zostać wykorzystane do utworzenia wzorcowego modelu 3D wysokiej rozdzielczości, który służyłby jako podstawa do decymacji i przekształcenia na różne formaty w celu zaspokojenia różnych potrzeb. Metadane i paradane mogą zostać wykorzystane do podpięcia wielu wersji do oryginalnego źródła 3D, jeżeli faza przechwytywania jest taka sama. Byłoby to użyteczne do ustanowienia procesu przekazywania danych nieprzetworzonych i/lub modelu wzorcowego użytkownikom, aby umożliwić im tworzenie modeli 3D najlepiej zaspokajających ich potrzeby. Takie praktyki przyczyniłyby się do rozwoju innowacji, wzrostu zainteresowania i tworzenia prac artystycznych poprzez digitalizację 3D lub nią inspirowanych.

Zamierzone przeznaczenie modelu wpływa również na sposób udostępniania treści. Modele 3D nie powinny być zasadniczo wykorzystywane w tylko jednym celu, ale stać się elementem ogólnego ekosystemu cyfrowego dziedzictwa kulturowego, umożliwiając alternatywne

sposoby wykorzystania i ponowne przetworzenie informacji cyfrowych do dalszych badań i rozpowszechniania. Modele trójwymiarowe o wysokiej rozdzielczości na potrzeby konserwacji zabytkowych budynków prawdopodobnie mogą zostać udostępnione offline na silnych komputerach wyposażonych w profesjonalne oprogramowanie. Modele 3D tworzone na potrzeby galeryjnych materiałów interaktywnych mogą być udostępniane przez platformy gamingowe na sprzęcie dostępnym w galerii. W przypadku dostępu online, zalecane jest korzystanie z przeglądarek lub platform usługowych zgodnych ze standardami, dostępnych przez różne urządzenia (komputery stacjonarne, telefony itd.)

Należy dopilnować stosowania standardów i dobrych praktyk tam, gdzie one istnieją i możliwe jest ich wykorzystanie. Aby zmaksymalizować użyteczność, dostępność i potencjał treści 3D w długim okresie, należy stosować w 3D otwarte i/lub powszechnie używane formaty. Wraz z jasnymi zasadami licencji zwiększa to możliwości ponownego wykorzystania treści do realizacji szans, które mogą pojawić się w dłuższej perspektywie czasowej. W razie potrzeby, materiały powinny być udostępniane w wielu formatach, z których przynajmniej jeden powinien być formatem otwartym, po to, aby zapewnić dostępność treści dla każdego oraz ich trwałość. Warunki licencyjne powinny być jednoznaczne, niezależnie od formatu i powinny zezwalać na ponowne wykorzystanie.

Przykładami otwartych i/lub powszechnie stosowanych formatów do tworzenia modeli 3D są glTF, X3D, STL, OBJ, DAE, PLY, WRL, DICOM czy IFC. Dane o wysokiej jakości i w dużej rozdzielczości mogą być przechowywane m.in. w formatach *.OBJ i *.DAE. Powszechnie używanymi formatami do wizualizacji w ramach rzeczywistości wirtualnej i rozszerzonej są *.USDZ i *.glTF. W druku 3D powszechnie stosowany jest format *.STL, a w wizualizacji internetowej *.X3D i *.GLB. Modele 3D przeznaczone do drukowania mogą służyć celowi dotarcia do osób z niepełnosprawnościami. Wskazana lista nie jest kompletna, ponieważ modele 3D generowane są w różnych celach. Istnieją również inne otwarte i powszechnie stosowane formaty do szczególnych zastosowań, takie jak IFC do branży AEC, a formaty te często obejmują więcej niż tylko kształt. Jeżeli stosowane są inne formaty, specyfikacja formatu powinna być wskazana lub dostarczona wraz z danymi.

Modele 3D dużych obszarów mogą być bardzo dużymi plikami, które trudno otworzyć, wyświetlić i z którymi trudno pracować. Aby rozwiązać ten problem, istnieją opcje takie jak modele 3D strumieniowe lub stosowanie protokołów dzielących duże modele 3D na „kafelki”. Protokoły dzielące duże modele 3D na kafelki, stworzone specjalnie na potrzeby dużych modeli 3D, działają przez cięcie tych modeli na mniejsze fragmenty (kafelki), które komputer łatwiej wyświetla. Ponieważ komputer ładuje te mniejsze fragmenty w czasie rzeczywistym i w sposób płynny, osoba oglądająca będzie miała wrażenie przeszukiwania tylko jednego modelu 3D. Istnieje kilka formatów tego rodzaju protokołów obsługujących modele 3D: 3D Tiles opracowany przez Cesium Consortium (format otwarty posiadający już szeroką społeczność użytkowników wnoszących wkład w rozwój tego narzędzia), Potree opracowany przez Politechnikę Wiedeńską (również format otwarty, ale społeczność jest mniejsza) oraz system kafelkowy I3s zaproponowany przez Esri (również źródło otwarte).

W przypadku zlecenia digitalizacji zewnętrznemu wykonawcy, klient otrzymuje często jedynie ostateczny produkt digitalizacji. Aby zapewnić możliwość wykorzystania w innych celach w przyszłości, należy wymagać dostarczenia danych nieprzetworzonych wraz z informacjami kontekstowymi i metadanymi. Od niezależnego dostawcy (np. firmy komercyjnej) zaangażowanego w digitalizację należy bowiem oczekiwać przekazania wszystkich informacji powstałych w procesie digitalizacji.

[Powrót](#)

7. SPORZĄDZENIE PLANU DŁUGOTRWALEGO PRZECHOWYWANIA WSZYSTKICH POZYSKANYCH DANYCH

- Udostępnienie finalnych modeli będących końcowymi produktami procesu online lub zabezpieczenie ich w inny sposób nie jest równoznaczne z archiwizacją czy długoterminowym zachowaniem wszystkich efektów projektu, nawet jeżeli zostanie sporządzonych wiele kopii zapasowych tych danych.
- Problem związany z długotrwałym przechowywaniem wszystkich wytworzonych w projekcie danych trójwymiarowych powinien być brany pod uwagę od początku procesu planowania. Należy wybrać formaty zapisu danych, zapewnić potrzebną przestrzeń dyskową, uwzględnić potrzebę przyszłych migracji i udostępniania danych w celu ich powtórnego wykorzystania (re-use), zapewnić bieżące wsparcie IT i oszacować długofalowe koszty takich działań.
- Należy zachować jak największą ilość danych wytworzonych w całym procesie digitalizacji, w zależności od dostępnych możliwości przechowywania i zarządzania danymi (wliczając w to wzorcowe, nieprzetworzone dane pomiarowe).
- Należy wybrać takie sposoby przechowywania danych, które będą w stanie przyjąć przychodzące dane cyfrowe w przewidzianych w projekcie ilościach, dysponują wystarczającą pojemnością pamięci masowych i mają zapewniony serwis gwarantujący niezawodność ich działania oraz wysoki poziom bezpieczeństwa przechowywanych danych.
- Należy korzystać w możliwie dużym stopniu z otwartych formatów plików, standardowego oprogramowania i sprzętu oraz rozważyć archiwizację nie tylko danych pomiarowych, ale także oprogramowania i innych elementów systemów potrzebnych do otwierania przechowywanych plików.
- Należy zapisywać i przechowywać wszystkie zbierane metadane, w tym metadane techniczne opisujące przebieg procesu digitalizacji, a także wszystkie kolejne wersje upraszczanych i przetwarzanych modeli trójwymiarowych, przygotowywanych dla różnych zakresów wykorzystania.
- Wszystkie przechowywane dane (dane pomiarowe, dane z procesu przetwarzania, finalne modele, metadane opisowe, metadane techniczne itd.) powinny zostać usystematyzowane w strukturze systemu bazodanowego, który pozwoli na sprawne zarządzanie takim zasobem i jego szybkie przeszukiwanie.

Proces digitalizacji materialnego dziedzictwa kulturowego w trójwymiarze rozpoczyna się od pozyskania nieprzetworzonych danych, czyli danych zarejestrowanych w terenie i jeszcze nie przekształconych w modele przestrzenne. W przypadku fotogrametrii danymi źródłowymi są fotografie. Na pierwszym etapie prac archiwizuje się je w postaci cyfrowych negatywów (plików typu RAW, takie jak dng, nef, crw), następnie takie pliki zostają poddane procesowi cyfrowego wywoływania i mogą być dalej zapisywane w formatach takich jak jpeg lub tiff, które są następnie przetwarzane z użyciem fotogrametrycznych algorytmów i oprogramowania i przekształcane w modele trójwymiarowe.

Udostępnienie finalnych modeli będących końcowymi produktami procesu online lub zabezpieczenie ich w inny sposób nie jest równoznaczne z archiwizacją czy długoterminowym zachowaniem wszystkich efektów projektu, nawet jeżeli zostanie sporządzonych wiele kopii zapasowych tych danych. Utworzone pliki cyfrowe wymagają ciągłego zarządzania w celu ich zachowania, zapewnienia ich integralności i dostępu do nich w przyszłości. Problem związany z długotrwałym przechowywaniem wszystkich wytworzonych w projekcie danych trójwymiarowych powinien być brany pod uwagę od początku procesu planowania. Należy wybrać formaty zapisu danych, zapewnić potrzebną przestrzeń dyskową, uwzględnić potrzebę przyszłych migracji i udostępniania danych w celu ich powtórnego wykorzystania (re-use), zapewnić bieżące wsparcie IT i oszacować długofalowe koszty takich działań. Ważne jest zatem posiadanie strategii długoterminowego przechowywania oraz zobowiązanie do zarezerwowania niezbędnych zasobów, szczególnie jeżeli celem projektu jest zachowanie zagrożonych zasobów dziedzictwa kulturowego.

Od samego początku potrzebne są jasne plany miejsca przechowywania, sposobu przetwarzania, sposobu zarządzania, wyszukiwania, wykorzystywania i rozszerzenia sposobów wykorzystania modeli trójwymiarowych. Gromadzenie danych trójwymiarowych bez takich analiz i planów niesie ze sobą ryzyko stawiania na ilość kosztem jakości. Oprócz bowiem ilości modeli liczy się sposób ich wykorzystania, możliwości wdrożenia innych zastosowań, łatwość wyszukania, interoperacyjność (kluczowe są [zasady FAIR](#)). Instytucje powinny również uwzględniać te aspekty w swoich programach digitalizacji od samego początku, aby mieć świadomość długofalowych kosztów takich przedsięwzięć (kopie zapasowe, pamięć masowa, migracja danych itd.).

Należy sporządzić plan zarządzania danymi, uwzględniając w nim cele, docelowe grupy użytkowników, wszystkie decyzje (i być może również dostępne opcje) dotyczące digitalizacji i przechowywania, a następnie należy go konsekwentnie realizować. Plan należy często aktualizować. Procesy należy co roku poddawać audytowi, aby zapewnić ich zgodność z planem zarządzania danymi.

Jeśli chodzi o zachowanie zasobów w długim terminie, należy stosować system lub platformę specjalnie do tego przeznaczone. Nie wystarczy wgrywać modeli na platformy dystrybucyjne o nieco bardziej ogólnym profilu. Obecnie niewiele archiwów cyfrowych gwarantuje długoterminowe przechowywanie wszystkich danych wytworzonych w przedsięwzięciach digitalizacji trójwymiarowej (dane nieprzetworzone, dane przetworzone, wizualizacje, animacje, rzeczywistość rozszerzona i wirtualna). Istnieją jednak pewne standardowe formaty plików nadające się do przechowywania zasobów przez długi okres (lub takie, które najprawdopodobniej staną się odpowiednie).

Należy podjąć decyzję o miejscu przechowywania kolekcji w celu długoterminowego przechowywania. Należy dobrać takie archiwum, które jest w stanie przyjąć odbierane cyfrowe pliki danych, dysponuje pamięcią masową o odpowiedniej pojemności i może zaoferować usługę przechowywania. Należy omówić odpowiednie formaty plików i metadane niezbędne do złożenia w archiwum z uwzględnieniem postanowień planów digitalizacji.

Wszystkie dane z procesu digitalizacji są cenne. Ważne jest zachowanie jak największej ilości danych, w zależności od dostępnych możliwości przechowywania ich i zarządzania nimi, w tym danych nieprzetworzonych, takich jak fotografie do fotogrametrii czy chmury punktów. To również wymaga zaplanowania odpowiedniej pojemności do przechowywania i archiwizacji zapewniającej bezpieczne zachowanie plików poprzez tworzenie wielu kopii zapasowych. Szczególnie użyteczne byłyby repozytoria danych nieprzetworzonych, które automatycznie tworzą kopie zapasowe.

Należy w sposób systemowy zachowywać dane nieprzetworzone, a nie tylko modele 3D, ponieważ postępy technologiczne i szybko rozwijające się algorytmy umożliwią generowanie lepszych modeli, a szybsze środki łączności umożliwią dostęp online do większych modeli. Możliwe jest na przykład wykorzystanie tego samego zbioru danych nieprzetworzonych do wygenerowania znacznie lepszego modelu 3D w 2020 r. niż w 2015 r. po prostu dlatego, że algorytmy zostały znacznie ulepszone w ciągu 5 lat. Należy też zapisywać i przechowywać wszystkie zbierane metadane, w tym metadane techniczne, zawierające dane o procesie digitalizacji. Konieczne jest zapisywanie nie tylko ostatecznego modelu trójwymiarowego, ale również wszystkich danych pomiarowych, istotnych etapów obróbki danych i opisu procesu roboczego. Wszystkie przechowywane dane (dane pomiarowe, dane z procesu przetwarzania, finalne modele, metadane opisowe, metadane techniczne itd.) powinny zostać usystematyzowane w strukturze systemu bazodanowego, który pozwoli na sprawne zarządzanie takim zasobem i jego szybkie przeszukiwanie. Niemniej jednak potrzeba przechowywania jak największej ilości danych (technicznych, metadanych) może być w pewnym stopniu problematyczna w przypadku korzystania z usług zewnętrznego komercyjnego wykonawcy modeli trójwymiarowych. Niektórzy z nich mogą traktować tego rodzaju informacje jako tajemnicę przedsiębiorstwa.

Kompleksowe pliki archiwalne mogą być bardzo duże. Dane nieprzetworzone dotyczące tylko jednego zasobu 3D mogą mieć rozmiary 200 gigabajtów lub więcej. Należy rozważyć opcje przechowywania tworzonych plików i zaplanować wystarczającą i bezpieczną przestrzeń do przechowywania i zachowania. Należy ustalić między innymi jakie opcje przechowywania danych najlepiej się do tego nadają. Na przykład nośniki FLASH nie są dobrą opcją przechowywania plików przez okres przekraczający 5-10 lat. Ile kopii tych samych danych należy sporządzić i przechowywać? Jakie są opcje przetwarzania w chmurze? Należy dokładnie przyjrzeć się takim aspektom, jak bezpieczeństwo, ekonomia, dostęp itd. Rozstrzygnięcie tych kwestii jest bardzo istotne. [CEF eArchiving building block](#) udostępnia standardowe specyfikacje i przykładowe oprogramowanie służące do przechowywania treści cyfrowych w długim okresie, a także oferuje wsparcie techniczne.

W niektórych przypadkach dane nieprzetworzone mogą wymagać pewnego rodzaju ciągłego przetwarzania, aby utrzymać ich użyteczność. Na przykład dane nieprzetworzone w formatach zastrzeżonych mogą wymagać procesów konserwacji, dlatego też należy wybierać format otwarty zawsze, gdy jest to możliwe. Czasami z powodu publikacji nowych wersji oprogramowania nie można otworzyć pochodzących z niektórych skanerów laserowych danych nieprzetworzonych w formatach zastrzeżonych, dlatego też należy również rozważyć archiwizację oprogramowania i wszelkich innych systemów potrzebnych do otwarcia pliku. Być może konwersja będzie możliwa wyłącznie krok po kroku (od wersji 1 do wersji 2, od 2 do 3 itd.), ale w innych przypadkach również należy unikać dużych skoków z 1 wersji do innej (z wersji 1 do 10) ze względu na ryzyko uszkodzenia plików. To właśnie stało się z niektórymi bazami danych 3D po 15 latach przechowywania.

Digitalizacja 3D jest dość nową dziedziną i strategiczne prace w kierunku opracowania formatów otwartych rozwiążą wiele problemów i wyzwań, a także zapobiegą powstaniu nowych w przyszłości (np. kiedy formaty komercyjne nie będą mogły być otwierane z powodu upadłości będących ich właścicielami firm itd.). Jednym z zaleceń jest korzystanie z największym możliwym zakresem z otwartych formatów plików, otwartego oprogramowania i sprzętu. Ponadto w razie potrzeby należy aktywnie wspierać rozwój otwartych formatów.

[Powrót](#)

8. ZASTOSOWANIE WŁAŚCIWEGO SPRZĘTU, METOD POMIAROWYCH, OPROGRAMOWANIA I PROCEDUR JEGO WYKORZYSTANIA

- Stosowany sprzęt i metody pomiarowe muszą być odpowiednio dobrane do kategorii zasobu dziedzictwa kulturowego, który ma być poddanych procesowi digitalizacji trójwymiarowej, aby zapewnić jakość produktu odpowiednią dla zakładanego sposobu wykorzystania.
- Na dobór sprzętu i metod wpływ mają wielkość i cechy digitalizowanego obiektu, zdefiniowany zakres zastosowania finalnego modelu trójwymiarowego, aspekty logistyczne, dostępny budżet, warunki czasowe oraz warunki przechowywania obiektu i jego stan konserwatorski.
- Należy wystrzegać się mechanicznego przenoszenia rozwiązań technologicznych zastosowanych do jednej grupy obiektów na inną i za każdym razem analizować spodziewany produkt prac pomiarowych uzyskanych przy pomocy konkretnego sprzętu. Rozwiązanie, które okazało się bardzo trafne dla dokumentacji zabytków ruchomych (np. obiektów muzealnych) może zupełnie nie sprawdzić się w przypadku prób dokumentacji nieruchomości stanowiących dziedzictwo kulturowe (np. budynki, zabytki lub stanowiska archeologiczne).
- Fotogrametria nadaje się do dokumentacji powierzchni materiałów takich jak kamień, drewno, beton, tkanina, tworzywo sztuczne lub metal (o matowej powierzchni), ale nie zda egzaminu w stosunku do obiektów błyszczących, przezrzystych lub bardzo lśniących, a także obiektów z luźnymi/ruchomymi elementami.
- Obiekty złożone wymagają większych nakładów pracy, zarówno na miejscu, jaki później podczas przetwarzania danych, dlatego należy to uwzględnić w harmonogramie prac. Czasami stworzenie jednego złożonego modelu trójwymiarowego wymaga zbudowania i połączenia w całość kilku modeli.
- Zakładając wykorzystanie pomiarów wykonywanych z dronów do digitalizacji budynków, pomników lub stanowisk archeologicznych często wymaga określonych uprawnień operatora dronów i uzyskania specjalnych pozwoleń.

Nie istnieje jedyna słuszna metoda pozyskiwania danych trójwymiarowych. Sprzęt, metody i procedury robocze są różne w zależności od rodzaju poddanego digitalizacji dziedzictwa kulturowego (przedmioty, zabytki, budynki, stanowiska), celu przedsięwzięcia, czynników otoczenia i innych czynników. Na przykład jeżeli dane przedsięwzięcie polega na zarejestrowaniu przestrzennych modeli kolekcji mumii egipskich z użyciem promieni rentgenowskich, korzysta się z bardzo wyspecjalizowanego sprzętu. Inne przedsięwzięcie może polegać na wirtualnej rekonstrukcji zabytkowego budynku na potrzeby edukacyjne. Metody, techniki i procesy robocze mogą być zatem krańcowo różne w zależności od projektu.

Stosowanie aktywnych metod pomiarowych, takich jak skanowanie laserowe czy światło strukturalne albo metod pasywnych, takich jak fotogrametria oznacza korzystanie z innego sprzętu i uzyskanie innych produktów. Metody i sprzęt do skanowania będą się różniły również w zależności od skanowanego materiału. Różne powierzchnie wymagają różnych technik skanowania. Niektóre są odpowiednie do fotogrametrii, podczas gdy inne nadają się bardziej

do skanowania za pomocą LIDAR. Istnieją również specjalne techniki fotogrametrii obiektów z luźnymi, ruchomymi częściami (z pewnymi ograniczeniami), jak również techniki stosowane do obiektów lśniących, połyskujących.

Chodzi nie tylko o model będący ostatecznym wynikiem, ale również o sam proces rejestracji danych. Na przykład praca przy budynkach i zabytkach często wymaga zaangażowania kilku branż w celu uzyskania pomiarów z różnych źródeł (np. topografia z połączenia danych LIDAR i SfM z dronów) w sposób rzetelny, umożliwiający uzyskanie holistycznej dokumentacji. Niektóre obiekty i materiały, np. szkło, biżuteria i tekstylia, wciąż stanowią znaczne wyzwanie dla digitalizacji 3D. Fotogrametria nadaje się do materiałów takich jak kamień, drewno, beton, płótno, tworzywo sztuczne lub metal (powierzchnia matowa), ale nie do obiektów błyszczących, przejrzystych lub bardzo lśniących. Nie nadaje się również do obiektów z luźnymi/ruchomymi elementami.

Na dobór sprzętu i metod wpływa szereg czynników, m.in. wielkość i cechy przedmiotu digitalizacji, zamierzone zastosowania modelu, aspekty logistyczne, dostępny budżet, warunki czasowe i warunki otoczenia. Istnieją znaczne różnice, w szczególności w zakresie przyrządów, metod i wyników, pomiędzy budynkami, zabytkami i stanowiskami a obiektami muzealnymi i innymi podobnymi przedmiotami. Na dobór sprzętu i metod wpływ mogą mieć również dostępny budżet, ramy czasowe i warunki otoczenia. Oprócz aspektów technologicznych, należy również dobrać zasoby ludzkie odpowiednie do celu i potrzeb danego przedsięwzięcia.

Jeżeli skanuje się zabytek archeologiczny w odległym miejscu, powrót w to miejsce może być niepraktyczny, dlatego też istotne jest zarejestrowanie jak największej ilości detali, jeżeli pozwalają na to warunki pogodowe panujące danego dnia. Warunki otoczenia, m.in. zakłócenia i szum pochodzące z otoczenia i słabe oświetlenie, mogą obniżyć finalną jakość modelu 3D. Dlatego też i ze względu na to, że czas i budżet są z reguły ograniczone, praca w terenie powinny być zaplanowane z uwzględnieniem prognoz pogody, a w razie niekorzystnych warunków pogodowych harmonogram powinien uwzględniać czas na pracę biurową.

Stopień złożoności geometrii i innych cech zasobów dziedzictwa kulturowego wpływa na ilość pracy, jakiej wymaga proces digitalizacji 3D. Ilość pracy potrzebnej do zdigitalizowania zasobu jest proporcjonalna do stopnia jego złożoności geometrycznej i strukturalnej. Obiekty złożone wymagają większych nakładów pracy na miejscu i później podczas obróbki, dlatego należy to uwzględnić w harmonogramie prac.

Digitalizacja nawet bardzo małych obiektów muzealnych, ale z dużą liczbą detali może zająć kilkakrotnie więcej czasu niż dużych obiektów lub miejsc o prostszych kształtach i cechach. Obiekty materialnego dziedzictwa kulturowego o niskim poziomie złożoności mają niewiele cech charakterystycznych lub są to cechy bardzo proste. Z drugiej strony, obiekty materialnego dziedzictwa kulturowego o wysokim stopniu złożoności mają bardzo dużo detali i skomplikowanych cech, których uchwycenie wymaga znacznie więcej wysiłku. W przypadku budynków, zabytków i stanowisk stopień złożoności może być bardzo wysoki również z powodu bardzo skomplikowanej struktury.

W zależności od cech obiektów, między innymi ich rozmiarów, materiału, struktury i faktury, pewne metody przynoszą najlepsze wyniki, podczas gdy inne zawodzą. Dokonując wyboru metody dokumentacji, należy rozważyć charakterystykę zasobu, cechy poszczególnych metod pomiaru, a także pożądaną dokładność i poziom szczegółowości uzyskanego produktu 3D.

Niemniej jednak okazuje się, że dobre rezultaty daje łączenie danych rejestrowanych różnymi technikami, co pozwala na wykorzystanie zalet poszczególnych metod i umożliwia uzupełnienie wyników uzyskanych jedyną techniką danymi pozyskanymi inną. Jest to szczególnie powszechne podejście w przypadku łączenia technik zakresowych, jak naziemne

skanowanie laserowe, które zapewnia wysoką dokładność odtworzenia kształtów i fotogrametria uzupełniająca model 3D o fakturę.

Produkty rejestracji należy starannie oceniać w świetle procedur przetwarzania i spodziewanych rezultatów, ponieważ to, co może być odpowiednie dla obiektów muzealnych może nie wystarczyć do budynków, zabytków lub stanowisk. Stosowany sprzęt i metody muszą być odpowiednio dobrane do kategorii dziedzictwa kulturowego i zapewniać jakość adekwatną do danego zastosowania zdigitalizowanych zasobów.

Korzystanie z dronów podlega przepisom prawa, np. często wymagane jest posiadanie licencji operatora dronów w przypadku wykorzystywania dronów w celach zawodowych i wymagane są szczególne zezwolenia, szczególnie w przypadku lotów nad miastem i ludźmi i w pobliżu obszarów ograniczonego dostępu, np. lotnisk.

Jeśli chodzi o digitalizację trójwymiarową obiektów muzealnych, trwają również prace nad opracowaniem systemów zautomatyzowanych, problemem jest tu jednak ogromny poziom różnorodności obiektów wchodzących w skład kolekcji

[Powrót](#)

9. OCHRONA DOKUMENTOWANYCH ZASOBÓW DZIEDZICTWA KULTUROWEGO W TRAKCIE PROCESU DIGITALIZACJI I PO JEGO ZAKOŃCZENIU I

- W ramach zarządzania ryzykiem w procesie digitalizacji należy uwzględnić aspekty konserwatorskie.
- Należy przeprowadzić wstępne badanie lub analizę w celu ustalenia potencjalnego wpływu jaki zastosowanie danej techniki będzie miało na substancję zabytkową i ewentualnych szkód z tego wynikających.
- Planując proces digitalizacji należy szczegółowo określić od samego początku jakie osoby będą miały prawo dotykać obiektów dziedzictwa kulturowego oraz kto i w jakich okolicznościach może się do nich zbliżyć.
- Należy dopilnować, aby każda osoba mająca dostęp do zasobów dziedzictwa kulturowego lub obsługująca ruchomy sprzęt pomiarowy pracujący w pobliżu obiektów, miała do tego odpowiednie kwalifikacje i doświadczenie w pracy z tego typu obiektami.
- Zawodowi konserwatorzy dzieł sztuki powinni przez cały czas trwania projektu nadzorować etapy prac z obiektem i z tego powodu muszą być włączeni w planowanie projektu od samego początku (np. ze względu na ograniczenia logistyczne).
- Wszystkie podmioty pracujące w pobliżu obiektów dziedzictwa kulturowego muszą mieć wykupione odpowiednie polisy ubezpieczeniowe.
- Jednym z celów procesu kompleksowej dokumentacji trójwymiarowej jest umożliwienie opracowywania obiektów w oparciu o wytworzone dane cyfrowe bez konieczności bezpośredniego kontaktu z obiektem. Podejście takie wpłynie na znaczne podniesienie bezpieczeństwa tych obiektów.

Digitalizacja dziedzictwa kulturowego może wymagać bezpośredniego kontaktu z danym obiektem lub korzystania ze sprzętu pomiarowego poruszającego się w pobliżu takiego obiektu,

czy też na zewnątrz lub w środku budynków, zabytków lub stanowisk archeologicznych. Należy zatem przyjmować, że zawsze transportowanie obiektu do pracowni digitalizacyjnej lub przemieszczanie w pobliże obiektu aparatury pomiarowej wiąże się z ryzykiem uszkodzenia lub zniszczenia. Ryzyko to należy zawsze uwzględnić, ponieważ ochrona dziedzictwa kulturowego ma znaczenie nadrzędne i dlatego planując przedsięwzięcia digitalizacyjne należy uwzględnić aspekty konserwatorskie w ramach zarządzania ryzykiem.

Digitalizacja dziedzictwa kulturowego powinna być zaplanowana, po pierwsze, z uwzględnieniem obecnego stanu zachowania obiektów. wszystkich aspektów konserwacji i, po drugie, wszystkich zasobów. Należy przeprowadzić wstępne badanie w celu ustalenia potencjalnego wpływu, jaki zastosowanie danej techniki będzie miało na substancję zabytkową i ocenić niebezpieczeństwo ewentualnych szkód z tego wynikających. Wszelkie rozważania nad zaletami i wadami przedsięwzięcia digitalizacyjnego powinny zaczynać się od spojrzenia z tego właśnie punktu widzenia. Bezpieczeństwo zabytku jest bowiem najważniejsze.

Zaleca się, aby osoba mająca do czynienia z zasobami dziedzictwa kulturowego była wykwalifikowana w tym zakresie, odbyła odpowiednie szkolenia i dysponowała doświadczeniem w tym względzie. W razie potrzeby konieczne jest zaplanowanie szkoleń zaangażowanych operatorów. Osoba odpowiedzialna za digitalizację może nie być jednocześnie osobą mającą kontakt z zasobami dziedzictwa kulturowego. Dlatego też należy od samego początku digitalizacji określić, kto będzie miał dostęp do zasobów dziedzictwa kulturowego i kto może się do nich zbliżyć.

Ciągłą uwagę należy również przywiązywać do przemieszczania sprzętu po obiekcie lub w wokół obiektu dziedzictwa kulturowego. Należy dopilnować, aby każda osoba obsługująca ruchomy sprzęt miała do tego kwalifikacje. Na przykład digitalizacja z użyciem dronu lub innego sprzętu ruchomego może być ryzykowna, jeżeli dana osoba nie zna się na nim.

Zawodowi konserwatorzy dzieł sztuki powinni przez cały czas trwania projektu nadzorować etapy prac z obiektem i z tego powodu muszą być włączeni w planowanie projektu od samego początku (np. ze względu na ograniczenia logistyczne).

Ze względu na nadrzędne znaczenie zapewnienia bezpieczeństwa zasobów dziedzictwa kulturowego zaleca się dokonywanie wysokiej jakości rejestracji/pomiarów, aby nie być zmuszonym do powtarzania tego procesu wkrótce potem (w odstępie kilku lat, wraz z rozwojem nowych technologii pomiarowych). Tworzyłoby to bowiem ponownie sytuację ewentualnego zagrożenia dla obiektu.

Jednym z celów procesu kompleksowej dokumentacji trójwymiarowej jest umożliwienie opracowywania obiektów w oparciu o wytworzone dane cyfrowe bez konieczności bezpośredniego kontaktu z obiektem. Podejście takie wpłynie na znaczne podniesienie bezpieczeństwa tych obiektów. Nie należy jednak oczekiwać, że zebranie nawet najlepszych danych cyfrowych pozwoli na weeliminowanie konieczności fizycznego kontaktu z obiektem. Istnieją bowiem niezliczone przesłanki wskazujące na konieczność studiowania i prowadzenia badań nad dobrami i stanowiskami kultury, prowadzonymi już po przeprowadzeniu digitalizacji, ale pomimo tego wymagającymi dostępu do oryginału.

[Powrót](#)

10. INWESTOWANIE W CORAZ LEPSZE POZNAWANIE TRÓJWYMIAROWYCH TECHNOLOGII POMIAROWYCH, PROCESÓW PRZETWARZANIA DANYCH I METOD ICH UDOSTĘPNIANIA

- Wykorzystanie technologii trójwymiarowych do dokumentowania materialnych zasobów dziedzictwa kulturowego staje się coraz powszechniejsze, a znajomość tych technologii i procesów staje się coraz bardziej ceniona.
- Znajomość możliwości i ograniczeń poszczególnych technologii, złożoności procesów przetwarzania danych oraz możliwości ich udostępniania nie potrzebna niezależnie od tego, czy przeprowadzamy digitalizację środkami własnymi, czy też zlecamy ją na zewnątrz (w przypadku zlecenia całości prac podmiotowi zewnętrznemu będziemy musieli zadbać o dobrą kontrolę jakości).
- Do planowania projektów z zakresu dokumentacji trójwymiarowej potrzebne jest uzyskanie przynajmniej podstawowej wiedzy o poszczególnych technikach trójwymiarowych i związanych z ich zastosowaniem wymaganiach technicznych.
- Rozpoczynając samodzielnie proces dokumentacji trójwymiarowej należy zaczynać od realizacji ograniczonego zakresu działań stosowanych do niewielkiej liczby zasobów w celu zdobycia wiedzy.
- Podjęcie decyzji o całkowitym zleceniu wykonania dokumentacji trójwymiarowej podmiotom zewnętrznym nie zwalnia z potrzeby znajomości technologii, procesów i treści jakie mogą być prezentowane za pomocą takich modeli.
- Szkolenia w zakresie wykorzystania technik trójwymiarowych w dokumentacji obiektów dziedzictwa kulturowego i ogólnie kierunków rozwoju technologii 3D są dostępne przez Internet na głównych platformach e-learningowych i wielu portalach specjalistycznych.
- Jeżeli tworzone są materiały edukacyjne i/lub dokumentacja na temat różnych aspektów digitalizacji trójwymiarowej, należy udostępniać treści na w pełni otwartych licencjach zezwalających na ich ponowne wykorzystanie w celach komercyjnych i niekomercyjnych.

Stosowanie technologii trójwymiarowych do tworzenia dokumentacji budynków, pomników, stanowisk archeologicznych, czy kolekcji muzealnych staje się coraz powszechniejsze. Technologie te cieszą się znacznym zainteresowaniem w dziedzinie dziedzictwa kulturowego, a znajomość tych technologii i procesów staje się coraz bardziej ceniona.

Znajomość możliwości i ograniczeń poszczególnych technologii, złożoności procesów przetwarzania danych oraz możliwości ich udostępniania nie potrzebna niezależnie od tego, czy przeprowadzamy digitalizację środkami własnymi, czy też zlecamy ją na zewnątrz (w przypadku zlecenia całości prac podmiotowi zewnętrznemu będziemy musieli zadbać o dobrą kontrolę jakości). Wybierając wykonawcę prac w postępowaniu przetargowym musimy precyzyjnie określić wymagania jakościowe, a później nadzorować ich wypełnienie w trakcie realizacji projektu, aż po zatwierdzenie odbioru końcowego.

Do planowania projektów z zakresu dokumentacji trójwymiarowej potrzebne jest uzyskanie przynajmniej podstawowej wiedzy o poszczególnych technikach trójwymiarowych i związanych z ich zastosowaniem wymaganiach technicznych. Może to być dość wymagające, ponieważ technologie ciągle się zmieniają i są nieustannie ulepszane, ale outsourcing, realizowany np. w wyniku zamówień publicznych, nie może zostać przeprowadzony bez takiej wiedzy. Zdecydowanie zaleca się włączenie wiedzy o technikach cyfrowych, między innymi w dziedzinie digitalizacji trójwymiarowej, do standardowego profilu wymaganego od kuratorów i osób zawodowo zajmujących się opieką nad dziedzictwem kulturowym.

Ponadto digitalizacja trójwymiarowa dziedzictwa kulturowego nie można być zlecana wyłącznie ekspertom technicznym, podobnie jak nie można oczekiwać, że zagwarantowana zostanie pełna dostępność finansowania potrzebnego do zlecenia na zewnątrz digitalizacji 3D obszernego, bogatego i zróżnicowanego dziedzictwa kulturowego Europy. Chcąc pozyskać znaczącą ilość wysokiej jakości modeli trójwymiarowych obiektów dziedzictwa kulturowego należy rozwijać wewnętrzny potencjał poszczególnych organizacji w tworzeniu takich modeli. Osoby zajmujące się zawodowo dziedzictwem kulturowym powinny dysponować niezbędną wiedzą i umiejętnościami, aby zagwarantować wysokiej jakości planowanie i zarządzanie przedsięwzięciem digitalizacyjnym, prawidłowo obsługiwać aspekty prawnoautorskie, zapewnić dostępność wyniku digitalizacji, zachowanie danych nieprzetworzonych i kopii wzorcowej danych pomiarowych oraz przestrzeganie norm jakościowych, kryteriów i dobrych praktyk, między innymi w przypadku zlecenia digitalizacji na zewnątrz.

Pierwszym etapem budowania wiedzy związanej procesem tworzenia dokumentacji trójwymiarowej powinna być umiejętność oceny wewnętrznego potencjału instytucji. Określenie bieżącego poziomu wiedzy związanej technikami pomiarowymi wewnątrz organizacji pozwala opracować koncepcję rozwijania tych kompetencji i zaplanowanie dodatkowych niezbędnych szkoleń. Rozpoczynając samodzielnie proces dokumentacji trójwymiarowej należy zaczynać od realizacji ograniczonego zakresu działań stosowanych do niewielkiej liczby zasobów w celu zdobycia wiedzy. Szkolenia w zakresie wykorzystania technik trójwymiarowych w dokumentacji obiektów dziedzictwa kulturowego i ogólnie kierunków rozwoju technologii 3D są dostępne przez Internet na głównych platformach e-learningowych i wielu portalach specjalistycznych. Jeżeli powstają materiały edukacyjne i/lub dokumentacja na temat różnych aspektów digitalizacji trójwymiarowej, należy udostępniać treści na w pełni otwartych licencjach zezwalających na ich ponowne wykorzystanie w celach komercyjnych i niekomercyjnych (PDM, CC0, CC BY, CC BY-SA). Można zaoszczędzić dużo czasu, nakładów pracy i pieniędzy, jeżeli materiałów nie trzeba będzie tworzyć ciągle na nowo. Zezwolenie na korzystanie i wprowadzanie poprawek do materiału już istniejącego z czasem poprawi jakość, w podobny sposób jak np. Wikipedia stawała się lepsza przez ostatnie lata w wyniku pracy osób wprowadzających poprawki do treści.

[Powrót](#)

Tłumaczenie własne Ministerstwa Kultury i Dziedzictwa Narodowego, 2020
Weryfikacja merytoryczna: Eryk Bunsch

źródło: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/basic-principles-and-tips-3d-digitisation-cultural-heritage#basic-principles>

Zestawienie przykładowych projektów związanych z trójwymiarową dokumentacją obiektów dziedzictwa kulturowego – opracowanie: Eryk Bunsch

Projekty realizowane w Polsce

Na południu Polski od wielu lat Małopolski Instytut Kultury realizuje w ramach różnych projektów, we współpracy z licznymi instytucjami kultury projekt „Wirtualne Muzea Małopolski” (<https://mik.krakow.pl/dzialania/wirtualne-muzea-malopolski/>). Bardzo ważnym elementem tego projektu jest zakrojony na szeroką skalę projekt tworzenia modeli trójwymiarowych – na dostępnej na całym świecie platformie do publikacji modeli trójwymiarowych Sketchfab obiekty te publikowane są na koncie Malopolska`s Virtual Museums, na którym można obecnie obejrzeć 796 obiektów (<https://sketchfab.com/WirtualneMuzeaMalopolski>). Modele te zostały w większości przygotowane na podstawie modelowania fotogrametrycznego wspomaganego modelowaniem trójwymiarowym.

Na tej samej platformie można oglądać ciekawą kolekcję 133 modeli przygotowaną w ramach zakończonego trzy lata temu projektu przez Muzeum Śląskie w Katowicach (<https://sketchfab.com/muzeumslaskie>).

Od wielu lat prace związane z rozwojem (we współpracy z wydziałem Mechatroniki Politechniki Warszawskiej) i wdrażaniem technik dokumentacji trójwymiarowej (zarówno technika pomiaru z oświetleniem strukturalnym jak techniki fotogrametryczne) realizuje Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie. Prowadzony jest tu w ramach działalności statutowej i wielu projektów (takich jak POliŚ, EOG, WPR Kultura+ i POPC) bardzo szeroki wachlarz prac pomiarowych od fotogrametrycznej i laserowej inwentaryzacji architektury pałacu, poprzez wykonanie precyzyjnych pomiarów wystroju całych pomieszczeń, aż po dokumentację niuansów technologicznych wykonania rzeźb ceramicznych i monitoring zmian starzeniowych na elewacjach. Wybrane efekty tych prac są także dostępne na platformie Sketchfab: https://sketchfab.com/muzeum_wilanow.

Na terenie Polski innym przykładem bardzo owocnej współpracy pomiędzy instytucją kultury, a wyższą uczelnią jest współpraca Narodowego Muzeum Morskiego w Gdańsku z Politechniką Gdańską, prezentujących modele trójwymiarowe na przykład w ramach kolekcji Wirtualny Skansen Wraków (<http://www.wsw.nmm.pl/>).

Projekty realizowane poza granicami Polski

Poza Polską bardzo ciekawy projekt zrealizowany został na Słowacji, gdzie we współpracy z wieloma muzeami z regionu firma Studio 727 wykonała metodą fotogrametryczną ponad 60.000 modeli trójwymiarowych (<http://www.727.sk/>).

Ogromną skalą działania zwraca również uwagę działalność organizacji non profit Cyarc (<https://www.cyark.org/ourMission/caseStudies>), która na całym świecie promuje użycie technik trójwymiarowych w dokumentacji obiektów dziedzictwa kulturowego.

Pod względem stopnia zaawansowania technologicznego i finezji w realizacji dużego projektu dokumentacyjnego może posłużyć australijski projekt, którego zadaniem było udokumentowanie wraków dwóch okrętów z czasów II wojny światowej, spoczywających na głębokości ponad 2 tysięcy metrów pod wodą: niemieckiego rajdera HSK „Kormoran” i australijskiego lekkiego krążownika HMAS „Sydney”. W wyniku starcia do którego doszło w listopadzie 1941 roku na Oceanie Indyjskim oba okręty zatoniły, a całe starcie owiane było mgłą tajemnicy. Dopiero w 2008 roku udało się odnaleźć wraki, a ich trójwymiarową dokumentację wykonano w ramach drobiazgowo przygotowanego projektu, na potrzeby którego zbudowano specjalne typy systemów pomiarowych przystosowanych do pracy na tak dużych głębokościach. Projekt prowadzony był przez światowej sławy eksperta dr Andrew

Woods z Curtin University (<https://www.sut.org/wp-content/uploads/2014/09/USB-13.-Andrew-Woods-20151022-SKP-SUT-AUT-v1c.pdf>).