

KATALOG DOBRYCH PRAKTYK DIGITALIZACJI OBIEKTÓW MUZEALNYCH

Kryteria przygotowania do oceny danych trójwymiarowych
przekazywanych do Narodowego Instytutu Muzeów
w ramach Programu „Kultura cyfrowa”



Narodowy
Instytut
Muzeów



KATALOG DOBRYCH PRAKTYK DIGITALIZACJI OBIEKTÓW MUZEALNYCH

Kryteria przygotowania do oceny danych trójwymiarowych
przekazywanych do Narodowego Instytutu Muzeów
w ramach Programu „Kultura cyfrowa”



Narodowy
Instytut
Muzeów

Spis treści

I. Wprowadzenie.....	4
II. Podstawowe wytyczne.....	7
Produkty procesu tworzenia dokumentacji trójwymiarowej.....	7
Zakres danych, struktura i nazewnictwo plików.....	8
Możliwe pola zastosowań produktów cyfrowych.....	12
III. Ocena ekspercka przekazywanych materiałów.....	15
Karta oceny eksperckiej – omówienie kryteriów.....	16
Najczęściej popełniane błędy.....	20
IV. Definicje.....	23



I. Wprowadzenie

Potrzeba opracowania niniejszego tekstu wynika z braku regulacji dotyczących zasad tworzenia, oceny i archiwizowania trójwymiarowej dokumentacji obiektów dziedzictwa kulturowego znajdujących się w zbiorach muzealnych na terenie Rzeczypospolitej Polskiej¹. W ramach Programu „Kultura cyfrowa” (który jest jednym z programów Ministra Kultury i Dziedzictwa Narodowego)² Narodowy Instytut Muzeów co roku odbiera dane trójwymiarowe od beneficjentów tego działania – są to przeważnie dane wytworzone w wyniku pomiaru zabytków ruchomych. Całkowita dowolność w zakresie przygotowania do weryfikacji danych będących efektem prac prowadzonych w poszczególnych projektach bardzo utrudnia ocenę przekazywanych materiałów. Niniejsze opracowanie jest próbą ujednolicenia chociaż podstawowych zagadnień i omówienia obecnie obowiązującego szablonu oceny.

W powszechnej świadomości techniki trójwymiarowe traktowane są łącznie, podobnie jak produkty tworzone w wyniku użycia tych technologii. Tymczasem dla dowolnej instytucji kultury zobowiązanej do opieki nad obiektami dziedzictwa kulturowego, ich opracowywania i udostępniania można określić co najmniej kilka potencjalnych zakresów działań, w których konieczne może być zarówno pozyskanie danych trójwymiarowych, jak i opracowanie na ich podstawie różnych produktów cyfrowych, w tym modeli trójwymiarowych. Dla spełnienia planowanych zakresów działań należy zebrać inne dane, a na ich podstawie wytworzyć zupełnie różne produkty końcowe – charakteryzujące się różnymi rozdzielczościami i dokładnościami pomiarowymi, i co się z tym wiąże – także zupełnie odmiennymi kosztami realizacji. Problem polega na tym, że nie zostały one, jak dotąd, szczegółowo rozpoznane i opisane. Spełnienie tej potrzeby wymagałoby zorganizowania programu badawczego, obejmującego również szerokie konsultacje środowiskowe i dyskusję na temat zaproponowanych rozwiązań systemowych.

Większość osób, z którymi był konsultowany ten dokument, zgadza się z tezą, że pójście o krok dalej od opisanie obecnego stanu rzeczy i stworzenie jasnych kryteriów oceny dokumentacji trójwymiarowej obiektów dziedzictwa kulturowego wymagałoby co najmniej:

¹ W odniesieniu do dokumentacji zabytków nieruchomych pewne ustalenia w tym zakresie zostały opracowane przez Narodowy Instytut Dziedzictwa i są dostępne w publikacjach: K. Czajkowski, K. Kantorowicz i R. Zimek, *Zestawienie wytycznych i dobrych praktyk digitalizacyjnych. Dla wykonawców dokumentacji zabytków architektury, detalu architektonicznego i wyposażenia, metodami skanowania i modelowania trójwymiarowego*, NID 2023 (<https://www.gov.pl/attachment/41cc94d6-48c3-4beb-81c2-4c99526b124f>) (link zweryfikowany 01.08.2026 r.)

² <https://www.gov.pl/web/kultura/kultura-cyfrowa-2026> (link zweryfikowany 01.08.2026 r.)

- 1) Wyznaczenia minimalnych kryteriów jakościowych powiązanych z różnymi polami wykorzystania (a co z tego wynika – różnymi typami) wykonywanej dokumentacji.
- 2) Określenia sposobu pozyskiwania danych źródłowych, ich przetwarzania i archiwizacji.
- 3) Opisania – wynikającego z uwzględnienia powyższych dwóch punktów – doboru optymalnej techniki lub technik pomiarowych do poszczególnych typów tworzonej dokumentacji.

Bez przeprowadzenia takich badań poniższy dokument należy traktować jedynie jako wstęp do opisu kryteriów, według których dane trójwymiarowe powinny być strukturyzowane i przygotowywane do przekazania do archiwizacji w ramach zrealizowanych projektów dokumentacyjnych³.

Wiele polskich instytucji – w tym Narodowy Instytut Muzeów – zobowiązanych jest do odbioru efektów działań dokumentacyjnych w zakresie pomiarów trójwymiarowych oraz oceny jakości wykonania prac finansowanych ze środków publicznych bez możliwości odwołania się do punktu odniesienia, jakim byłoby takie systematyczne opisanie całokształtu działań trójwymiarowych. W tej sytuacji niniejsze opracowanie ma na celu zaproponowanie zbioru zasad, które z jednej strony mają w sposób bardziej usystematyzowany określić wymagania dla osób koordynujących realizację projektów i wykonawców prac (przynajmniej w zakresie struktury i typu oddawanych produktów cyfrowych), a z drugiej – mają uprościć pracę osobom przyjmującym i oceniającym efekty projektów związanych z tworzeniem danych trójwymiarowych.

Niniejszy tekst jest próbą uporządkowania stanu rzeczy i opisu podstawowych potrzeb, nie obejmuje jednak próby przedstawienia minimalnych wymagań jakościowych dla dokumentacji obiektów dziedzictwa kulturowego w jego poszczególnych zakresach zastosowań. Jak wspomniano wcześniej, takie działanie wymagałoby metodycznych testów technicznych połączonych z szerokimi konsultacjami w środowisku muzealników, konserwatorów dzieł sztuki, historyków sztuki, archeologów, edukatorów i innych pracowników instytucji kultury, a taki zakres prac znacznie przekracza ramy niniejszego opracowania.

³ Punktem wyjścia do takich prac dla dokumentacji dotyczącej obiektów architektonicznych mogłyby być na przykład publikacje, takie jak: J. Markiewicz, P. Kot, A. Georgopoulos et al., *Transforming architectural heritage documentation: developing integrated European recommendations for safeguarding and preservation*, npj Herit. Sci. 13, 622 (2025), <https://www.nature.com/articles/s40494-025-02200-2> (link zweryfikowany 01.08.2026 r.)

Autor jest bardzo wdzięczny Panom: Karolowi Argasińskiemu, Karolowi Czajkowskiemu, Jackowi Kościukowi, Jakubowi Markiewiczowi, Robertowi Sitnikowi, Ryszardowi Zimkowi i Michałowi Żurawskiemu, za uwagi, sugestie zmian i uzupełnień przygotowywanego tekstu. Z założenia recenzje te miały być pierwszym etapem dyskusji środowiskowej, która doprowadziłaby do dalszych modyfikacji, uszczegóławiania i rozwijania zaproponowanych tu zapisów.

II. Podstawowe wytyczne

Produkty procesu tworzenia dokumentacji trójwymiarowej

Z dotychczasowej praktyki związanej z realizacją różnych projektów dokumentacyjnych finansowanych ze środków publicznych (takich jak Program „Kultura cyfrowa” prowadzony w ramach programów Ministra Kultury i Dziedzictwa Narodowego) wynika, że często nawet w przypadku poprawnie zrealizowanych projektów dokumentacyjnych dane przekazane, jako ich efekt, do Narodowego Instytutu Muzeów były niekompletne lub opisane w sposób na tyle nieczytelny, że ich interpretacja wymagała prowadzenia czasochłonných dodatkowych czynności wyjaśniających.

Z tego względu wskazane jest przyjęcie dla każdego projektu związanego z tworzeniem modeli trójwymiarowych określonej, trójdzielnej struktury danych, która powinna być opisana dla każdego dokumentowanego obiektu w określonym projekcie.

Należy zaznaczyć tutaj, że opisywana dalej struktura danych przeznaczonych do przekazania w celu rozliczenia projektu nie musi odpowiadać strukturze danych użytkowych w instytucji, która je stworzyła i używa ich na co dzień. Lepiej byłoby, żeby ze względu na wymogi związane z zasadami tworzenia kopii zapasowych, wieczystego przechowywania danych i obowiązków związanych z potrzebą udostępniania produktów to podejście było nieco inne i każdorazowo dostosowane do specyfiki funkcjonowania określonej instytucji. Postępowanie opisane w zakresie tego rozdziału jest propozycją strukturyzacji danych na potrzeby kopii przeznaczonej do rozliczenia prac projektowych i łatwości w ocenie danych przez stronę je odbierającą⁴, będące efektem realizacji projektu trójwymiarowego. Przekazanie uporządkowanej kopii danych umożliwia na etapie oceny jednoznaczną identyfikację plików, weryfikację kompletności danych oraz odtworzenie relacji między danymi źródłowymi, etapami przetwarzania i produktami końcowymi.

Dodatkiem do przekazywanych, odpowiednio ustrukturyzowanych danych, niejako ich czwartym elementem strukturalnym, powinien być raport opisowy przeprowadzonych prac uwzględniający następujące aspekty:

- 1) Wykaz wykorzystanego sprzętu, uzupełniony w przypadku urządzeń pomiarowych o informację o wykonanych kalibracjach.

⁴ W przypadku Programu „Kultura Cyfrowa” instytucją tą jest Narodowy Instytut Muzeów.

- 2) Opis parametrów pozyskanych danych źródłowych z uwzględnieniem osiągniętej dokładności i dopuszczalnego błędu pomiarowego.
- 3) Wykaz wykorzystanego oprogramowania, rozbudowany o informacje o tym, w jaki sposób przetworzono dane pomiarowe, jak przeprowadzono filtrację, łączenie pomiarów oraz integrację danych wieloźródłowych (jeżeli dotyczy to przyjętej ścieżki postępowania).
- 4) Opis metody zastosowanej do stworzenia produktu końcowego wraz z informacją dotyczącą zakresu ręcznego modelowania (jeżeli takie działania były w projekcie przewidziane).

Zakres danych, struktura i nazewnictwo plików

Ze względu na przejrzystość przekazywanych danych dla każdego z dokumentowanych obiektów powinien być założony oddzielny folder podpisany numerem inwentarzowym obiektu. Dopiero we wnętrzu takiego folderu należy przejść do „trójpodziału” danych, tworząc dodatkowe trzy podfoldery, które powinny zawierać odpowiednio:

1. Dane źródłowe.
2. Dane z procesu przetwarzania.
3. Finalny cyfrowy produkt lub produkty procesu (zgodne z zapisami zawartymi w OPZ i umowie dotyczącej prac dokumentacyjnych, w sytuacji gdy takie prace były wykonywane przez podmiot zewnętrzny).

Taka struktura danych ułatwia weryfikację, czy przekazane dane są kompletne. Pozwala także na szybkie rozstrzygnięcie ewentualnych wątpliwości, które mogą pojawić się przy oglądaniu modelu końcowego – poprzez możliwość łatwego porównania tego, jak wyglądały dane przed przetworzeniem lub w jaki sposób zostały zebrane dane pomiarowe. Istotne jest to, aby przekazywane dane miały już uporządkowaną, ostateczną formę. Oddawanie na przykład plików z nieudanych pomiarów obiektu, które zostały następnie powtórzone przez wykonawcę, prowadzi do powstawania zamieszania w strukturze danych i do niepotrzebnego zajmowania przestrzeni dyskowych na etapie archiwizacji. Kolejnym problemem związanym z realizacją projektów, w ramach których tworzone są dane trójwymiarowe, jest kwestia nazewnictwa. Ambicją tego opracowania nie jest

tworzenie „słownika terminologicznego”, ale w niektórych przypadkach zostały zaproponowane podstawowe określenia terminologiczne wraz z propozycją ich definicji – zostawiając doprecyzowanie lub zmianę tych pojęć szerszej dyskusji środowiskowej.

1. Dane źródłowe

Istnieją przynajmniej dwa ważne powody archiwizacji i przekazywania danych źródłowych (nazywanych także „plikami wzorcowymi”). Pierwszym z nich jest możliwość oceny tego, jak zostały wykonane prace pomiarowe/rejestracyjne przy obiekcie. Dane te są źródłem dokumentacji, gdyż informacje pomiarowe przed przetworzeniem stanowią najwierniejszy punkt odniesienia, na podstawie którego można wyciągnąć wnioski. Dane przetworzone zostały z założenia zmienione. Bez dostępu do danych pomiarowych trudno ocenić, jak duży był stopień ingerencji i czy brak spełnienia kryteriów technicznych rekonstruowanej geometrii wynika ze źle dobranej technologii pomiarowej, czy na przykład z jej błędnego zastosowania. Drugim powodem jest możliwość wykorzystania zgromadzonych danych w przyszłości do przetworzenia ich przy użyciu bardziej zaawansowanego oprogramowania, które pozwoli na wygenerowanie modeli o lepszych parametrach użytkowych. Skoro zatem już takie dane zostały zebrane, do czego zaangażowano ludzi i sprzęt, a przede wszystkim prowadzono prace przy obiekcie za bytkowym (co z konserwatorskiego punktu widzenia jest zawsze związane z podjęciem decyzji określającej potencjalne ryzyko dla stanu zachowania obiektu), to dane takie powinny zostać zarchiwizowane. Oczywiście pozostaje do dyskusji to, jakiego typu dane pomiarowe powinny być archiwizowane przy użyciu różnych technik pomiarowych – ale na to pytanie, mam nadzieję, uda się odpowiedzieć kompleksowo na poziomie tworzenia standardów jakościowych dla dokumentacji trójwymiarowej.

Przekazanie danych źródłowych pozwala także na ocenę tego, czy na przykład dany fragment geometrii obiektu został niepoprawnie zrekonstruowany w wyniku braku wystarczających danych źródłowych, czy też problemy wynikają z błędów popełnionych na etapie przetwarzania poprawnie zebranych danych pomiarowych. W obecnej sytuacji próba oceny przekazanych danych często sprowadza się do analizy otrzymanego materiału i opisanie beneficjentowi tego, jakie pomyłki zostały popełnione. Istnienie jasno określonych norm jakościowych i wynikającego z nich formularza oceny opartego w większości o pola parametryczne uprościłoby procedurę weryfikacji, czy dany wymóg został spełniony, czy nie. Takie podejście byłoby dużo bardziej czytelne i dla osób tworzących dokumentację, i dla osób ją oceniających. Niestety, nie jest ono obecnie możliwe wobec braku takich standardów i dlatego na razie w dużej mierze jesteśmy skazani na ocenę opisową, która dopuszcza pewien element subiektywny.

Przez dane źródłowe należy rozumieć dane cyfrowe zarejestrowane w obrębie użytej lub kilku użytych technologii w czasie pracy przy obiekcie i uzupełnionych następnie o metadane techniczne. Dla technik fotogrametrycznych będą to serie zdjęć wykonane poszczególnymi typami urządzeń rejestrujących. Dla technik naziemnego skaningu laserowego TLS (ang. *Terrestrial Laser Scanning*) – skany wykonywane z różnych stanowisk, a na przykład dla techniki skanowania z oświetleniem strukturalnym – poszczególne sekwencje zdjęć z pomiarów kierunkowych lub pełnorozdzielcze dane siatkowe w przypadku urządzeń, które nie dają użytkownikowi dostępu do danych na poziomie chmury punktów. Dane pomiarowe powinny być każdorazowo uzupełnione o pliki kalibracyjne – o ile dla określonej techniki/urządzenia kalibracja została przeprowadzona. Brak załączonych plików kalibracyjnych powoduje, że osoba oceniająca projekt przyjmuje, że żadna kalibracja nie została wykonana, nawet jeżeli w raporcie końcowym zaznaczono inaczej. Dołączone do konkretnego folderu metadane techniczne powinny określać typ urządzenia oraz przyjęte parametry, a raport działań należy uzupełnić o opis warunków wykonanej pracy (na przykład o charakterystykę warunków oświetleniowych panujących w pomieszczeniu w czasie wykonywania pomiaru).

W sytuacjach, w których urządzenie pomiarowe zastosowane do gromadzenia danych o kształcie powierzchni mierzonego obiektu udostępnia użytkownikowi od razu dane przetworzone, należy je archiwizować w takiej formie, w jakiej wyeksportowane zostały przez urządzenie pomiarowe bez dalszego ich odsumiania, upraszczania lub optymalizacji.

W przypadku przekazywania danych wzorcowych należy unikać danych zapisanych w zamkniętych formatach, o ile nie ma ogólnodostępnego oprogramowania, które może je odczytać. Natomiast w przypadku przekazywania danych zapisanych w zamkniętym formacie wykorzystywanym przez konkretnego producenta sprzętu, których konwersja do jednego z otwartych formatów nie jest ogólnodostępna, należy równolegle przekazać dane zapisane w formacie otwartym. Alternatywnym rozwiązaniem jest dostarczenie przez wykonawcę oprogramowania, które jest w stanie takie dane odczytać. Chodzi o to, by dane przekazywane instytucjom agregującym dane pomiarowe zapisane były w powszechnie obsługiwanych formatach. Weryfikację takiej „otwartości” można oprzeć na przykład na programach typu *open source*. Przy takim założeniu, jeżeli w chwili przekazania danych cyfrowych określony format obsługiwany jest przez programy, takie jak Blender⁵, Cloud Compare⁶ lub Meshlab⁷, to można format ten uznać za powszechnie

⁵ <https://www.blender.org/download/> (link zweryfikowany 01.08.2026 r.)

⁶ <https://github.com/cloudcompare/cloudcompare> (link zweryfikowany 01.08.2026 r.)

⁷ <https://www.meshlab.net/#download> (link zweryfikowany 01.08.2026 r.)

dostępny. Podobna zasada dotyczy przekazywanych plików 2D, gdzie punktem odniesienia mogą być programy takie, jak RawTherapee⁸ czy Darktable⁹.

W przypadku projektów zlecanych przez instytucję kultury wykonawcy zewnętrznemu przekazanie przez niego danych źródłowych pozwala na weryfikację tego, czy do realizacji projektu zostały rzeczywiście zastosowane technologie i urządzenia określone w umowie, a następnie opisane w sprawozdaniu z realizacji projektu.

2. Dane z procesu przetwarzania

W ramach danych z przetwarzania powinien przede wszystkim zostać przekazany model trójwymiarowy, określany jako HighPoly – czyli model wykonany w natywnej (niezmienionej) rozdzielczości zebranych przy dokumentowanym obiekcie danych pomiarowych. Należy tutaj jednak zaznaczyć, że przy zgromadzeniu bardzo dużych ilości danych pomiarowych dla obiektów o skomplikowanej geometrii mogłoby to doprowadzić do powstania modeli przewyższających możliwości pracy nawet wyspecjalizowanych stacji roboczych do przetwarzania danych trójwymiarowych (modeli liczących miliardy punktów). Takie modele byłyby niemożliwe do używania w całości. Dlatego przygotowując założenia projektu dokumentacyjnego, który ma być realizowany dla danej grupy obiektów, powinno się wskazać, że dopuszczalne jest wykorzystanie wyłącznie wyselekcjonowanych danych z pomiaru w celu stworzenia modelu składającego się z określonej, maksymalnej liczby trójkątów. Podanie uniwersalnej wartości liczbowej tego parametru jest niemożliwe bez stworzenia w oparciu o badania propozycji minimalnych wymagań jakościowych dla różnych typów modeli trójwymiarowych. Obecnie za każdym razem takie wymagania musi określać zamawiający. Wielkość tego parametru powinna być uzależniona od przewidywanego zakresu użycia danych dokumentacyjnych, wielkości mierzonego obiektu, jego kształtu i typu jego powierzchni. Parametr ten można byłoby skalować na przykład dla każdego zakresu zastosowania, jako pewną określoną liczbę trójkątów przypadającą na obiekt lub jego fragment mieszczący się w kubaturze 1 m³. Model taki powinien zostać zapisany po połączeniu poszczególnych skanów kierunkowych i ich dopasowaniu, ale przed wykonaniem jakichkolwiek uzupełnień lub rekonstrukcji.

3. Finalny cyfrowy produkt/produkty procesu

Finalne produkty cyfrowe (nazywane także „plikami użytkowymi”) to dane cyfrowe przygotowane do wykorzystania przez instytucję kultury w czasie jej codziennej

⁸ <https://rawtherapee.com/downloads/> (link zweryfikowany 01.08.2026 r.)

⁹ <https://www.darktable.org/install/> (link zweryfikowany 01.08.2026 r.)

działalności na jednym ze zdefiniowanych w projekcie pól eksploatacji. Należy zaznaczyć tutaj, że nie zawsze produkt końcowy projektu opartego na pomiarach trójwymiarowych musi mieć postać danych przestrzennych.

W przypadku ortoobrazów przygotowywanych w oparciu o pomiary trójwymiarowe do wykorzystania w systemie informacji przestrzennej GIS (ang. *Geographic Information System* – System Informacji Przestrzennej) dane źródłowe i dane z procesu przetwarzania będą zawierały dane trójwymiarowe, podczas gdy finalny produkt będzie miał postać dwuwymiarowej dokumentacji zapisanej jako pliki bitmapowe w formacie .TIFF lub GeoTIFF przeznaczone do archiwizacji i dalszej pracy. Dane takie mogą zostać przetworzone na przykład do danych wektorowych .DXF lub .DWG. Wersje zapisane w formacie .JPEG mogą być przygotowywane jako pliki poglądowe, ale nie powinny zastępować wersji referencyjnej.

Typ, format oraz parametry techniczne produktu końcowego powinny wynikać z jego planowanego zastosowania i być określone w OPZ lub umowie z wykonawcą prac dokumentacyjnych. W zależności od rodzaju produktu mogą to być między innymi: rozdzielczość, skala, jednostki miary, układ współrzędnych, format pliku, poziom optymalizacji, opis tekstur, sposób zapisu georeferencji (dla obiektów nieruchomych) lub wymagania dotyczące poprawności geometrycznej.

Możliwe pola zastosowań produktów cyfrowych

Ze względu na bardzo różne potencjalne pola zastosowań produktów cyfrowych stworzonych w oparciu o pomiary trójwymiarowe możemy mieć do czynienia z bardzo różnymi plikami użytkowymi. Na przykład: instytucja kultury w ramach realizowania polityki udostępniania swoich zasobów za pośrednictwem Internetu może podjąć decyzję o wykonaniu dla wybranej grupy obiektów prezentacyjnych modeli internetowych, a dla części z nich przygotowania plików, w oparciu o które wykonane zostaną dla działu edukacyjnego muzeum modele fizyczne poprzez wykorzystanie technik druku trójwymiarowego lub frezowania CNC (ang. *Computer Numerical Control* – komputerowe sterowanie numeryczne).

Najczęściej spotykane zakresy zastosowania trójwymiarowej dokumentacji obiektów dziedzictwa kulturowego to:

- 1. Komunikacja z odbiorcami, promocja posiadanych zbiorów** – model prezentacyjny przeznaczony do publikowania i udostępniania za pośrednictwem Internetu (zoptymalizowany do używania na urządzeniach o niewielkiej mocy obliczeniowej, w tym na urządzeniach mobilnych typu smartfon).

- 2. Wsparcie działań konserwatorskich i analiz z zakresu historii sztuki** – poprzez wykonanie modelu całego obiektu lub jego części w celu przeprowadzenia analizy techniki wykonania, śledzenia procesów starzeniowych, wsparcia działań rekonstrukcyjnych i wykonywania kopii.
- 3. Działania edukacyjne** – przygotowanie modelu, którego celem jest metrologiczne odwzorowanie geometrii dokumentowanego przedmiotu w celu stworzenia modelu fizycznego metodą addytywną lub subtraktywną (ubytkową).

Produkty cyfrowe spełniające wymagania tak różnych pól zastosowania będą różniły się nie tylko metodą przetworzenia pliku finalnego, ale będą tworzone w oparciu o zupełnie odmienną metodykę na poziomie wykonywania pomiarów i ścieżki przetwarzania danych. Możemy tutaj wyróżnić przynajmniej cztery zupełnie różne podejścia:

- 1. Materiał o wysokich walorach dokumentacyjnych** – stworzony w kontrolowanym procesie pomiaru i przetwarzania danych, w którym model posiada znaną skalę, określoną rozdzielczość i dokładność lub opisany poziom niepewności, komplet podstawowych metadanych, możliwość odniesienia produktu końcowego do danych źródłowych oraz zgodność z wymaganiami określonymi w OPZ lub umowie.
- 2. Materiał o ograniczonej wartości dokumentacyjnej** – zawiera użyteczne informacje o geometrii i/lub wyglądzie obiektu, ale nie spełnia wszystkich warunków pozwalających traktować go jako pełną dokumentację. Może to dotyczyć na przykład danych o niepełnych metadanych, ograniczonej kontroli skali, niepełnym pokryciu powierzchni obiektu, braku części danych źródłowych albo braku jednoznacznej informacji o osiągniętej dokładności.
- 3. Model prezentacyjny** – produkt cyfrowy przygotowany przede wszystkim do udostępniania i wizualizacji obiektu w Internecie, wykorzystywany najczęściej w edukacji lub popularyzacji. Kluczowa będzie tu poprawność wizualna, optymalizacja, wysokorozdzielcze tekstuowanie, format publikacyjny i zgodność z planowanym sposobem udostępnienia. Model prezentacyjny nie powinien być automatycznie utożsamiany z dokumentacją pomiarową.
- 4. Materiał poglądowy** – pozwala ogólnie zapoznać się z wyglądem lub formą obiektu, ale pozbawiony jest cech niezbędnych do traktowania go jako dokumentacji, takich jak: znana skala, określona dokładność, metadane procesu, dane źródłowe lub możliwość weryfikacji sposobu powstania.

Produkty cyfrowe, które mają być efektem realizacji danego projektu, powinny wynikać z analizy jego założeń i muszą zostać szczegółowo opisane w umowie regulującej realizację projektu, bo nie każdy typ produktu może zostać stworzony w oparciu o taki sam zestaw danych pomiarowych. Wykonywanie dokumentacji pomiarowej, która

mogłaby posłużyć do opracowania każdego możliwego produktu cyfrowego, jest podejściem nadmiarowym i nierealnym dla większych grup obiektów oraz nieefektywnym kosztowo. Z tego względu tak ważne jest określenie na początku planowania projektu cyfryzacyjnego potrzeb dokumentacyjnych i przewidywanych pól wykorzystania tworzonych w nim danych cyfrowych. Działania takie byłyby dużo prostsze dla zamawiających, gdyby dysponowali oni standardem, w którym zapisane zostałyby minimalne wymagania jakościowe dla poszczególnych typów modeli.

W folderze poza opisanymi w umowie produktami końcowymi procesu dokumentacyjnego powinno znajdować się także sprawozdanie. Należy umieścić w nim opis przebiegu prac z podaniem przyjętej metodyki, wyszczególnieniem użytego sprzętu, parametrów, z jakimi pracowały poszczególne urządzenia pomiarowe, informacji o tym, kto je obsługiwał oraz jakiego typu oprogramowanie zostało użyte do przetwarzania danych pomiarowych.

Wykonawca tworzący strukturę danych przeznaczonych do przekazania jako efekt projektu i do potencjalnej archiwizacji powinien pamiętać, że ścieżki dostępowe tworzone w czasie archiwizacji mają ograniczoną długość. Stąd opisując kolejne foldery i umieszczone w nich obiekty, należy dbać o wpisywanie wyłącznie kluczowych danych, aby nie przekroczyć obsługiwanej przez system liczby znaków.

W przypadku danych przekazywanych do Narodowego Instytutu Muzeów liczba znaków w nazwie pliku nie powinna być większa niż 25, a liczba znaków nazwy pliku łącznie, z całą ścieżką w przekazywanej strukturze folderów, nie może przekraczać 200.

III. Ocena ekspercka przekazywanych materiałów

Zgodnie z obowiązującymi zapisami z „Katalogu dobrych praktyk. Digitalizacja obiektów muzealnych”¹⁰ red. W Grochowska, A. Puzyna, A. de Rosset i in. (opublikowanego przez NIMOZ w roku 2021) przez dokumentację trójwymiarową rozumiemy: „(...) cyfrową reprezentację geometrii powierzchni mierzonego obiektu, wykonaną z określonej dokładnością i rozdzielczością. Może być ona uzupełniona o dodatkowe wartości określone dla każdego punktu pomiarowego, takie jak barwa lub wektory normalne. Pomiar trójwymiarowy pozwala na uzyskanie współrzędnych [x, y, z] powierzchni rzeczywistego obiektu w kartezjańskim układzie współrzędnych. Dane, które nie spełniają wymogu znanej i zachowanej dokładności odwzorowania, mogą być wykorzystane do zastosowań wizualizacyjnych i prezentacyjnych, ale nie powinny być traktowane jak dokumentacja” (s. 37).

W związku z powyższym do momentu wypracowania polskiego standardu dokumentacji trójwymiarowej, w którym opisane zostałyby poszczególne produkty cyfrowe wraz z przypisanymi do nich w zależności od zakresu przewidzianego użycia – minimalnymi wymaganiami jakościowymi – jako dokumentację trójwymiarową musimy traktować każdą dokumentację, dla której możliwa jest weryfikacja procesu pozyskiwania danych (stąd tak ważne przekazanie danych źródłowych) i która stworzyła odwzorowanie geometrii mierzonego obiektu. Na obecnym etapie ustaleń jest to dokładność deklaratoryjna określana przez zamawiającego prace dokumentacyjne. Dane, których jakość w rażący sposób odstaje od wymagań stawianych produktom cyfrowym na określonym polu eksploatacji, mogą zostać zakwestionowane przez oceniającego efekty prac, ale niestety bez zdefiniowanych standardów będzie to każdorazowo ocena subiektywna. Z tego powodu dane o niższej jakości również w niektórych przypadkach będą musiały zostać przyjęte. W formularzu oceny (s. 19) w punkcie 1 pojawi się w takim przypadku zapis: „Zamieszczony materiał ma podstawowe cechy dokumentacyjne (ale jest to ocena subiektywna, bo nie ma standardu określającego, jaki poziom tych cech powinien być reprezentowany)”. Oczywiście nie dotyczy to sytuacji, w której instytucja kultury opisała bardziej szczegółowo swoje wymagania w dokumentacji PZP (Prawa Zamówień Publicznych), na etapie wyboru wykonawcy prac. Z tego właśnie powodu do momentu opracowania ogólnopolskich standardów dla dokumentacji trójwymiarowej tak trudne będzie dla poszczególnych instytucji kultury rzetelne przygotowanie OPZ (Opisu Przedmiotu Zamówienia). Osoba odpowiedzialna za ten proces nie może się na

¹⁰ <https://www.nim.gov.pl/files/publications/73/Katalog%20Dobrych%20Praktyk2021.pdf> (link zweryfikowany 4.05.2026 r.)

razie w prosty sposób powołać na jednoznacznie określone w standardzie wymagania jakościowe, musi natomiast starać się samodzielnie opisać każdy aspekt zlecenia. Należy przy tym pamiętać, że jedynie zapisy zawarte w OPZ i obowiązujące w umowie z zewnętrznym wykonawcą dają zamawiającemu możliwość wyegzekwowania realizacji prac na satysfakcjonującym go poziomie.

Przykładowo: dla modeli prezentacyjnych absolutnym minimum jest geometria zapisana w postaci siatki wielokątów, zoptymalizowana do prezentowania na platformie internetowej (takiej jak na przykład Sketchfab), uzupełniona o teksturę bitmapową (Base Color). W obecnych czasach model prezentacyjny nieposiadający danych BSDF (ang. *Bidirectional Scattering Distribution Function*) lub równoważnych, zapisanych w postaci tekstury, Gaussian splattów i dającego możliwość określenia danych dotyczących warstw materiałowych PBR (ang. *Physically Base Rendering*), które mogą zostać wykorzystane przez silnik renderujący do stworzenia fotorealistycznego modelu – nie powinien być traktowany jako pełnowartościowy model prezentacyjny. Niestety, na razie nie mamy zapisu na poziomie ogólnopolskiego standardu, który by wymagał takiego podejścia, o ile zamawiający sam nie wpisał takiego wymogu do OPZ i umowy z wykonawcą.

Stworzenie modelu prezentacyjnego do publikacji w Internecie charakteryzującego się zoptymalizowaną geometrią w postaci siatki wielokątów, poprawną skalą w zakresie właściwym dla danego zastosowania, prawidłowo przygotowaną mapą UV oraz teksturą i warstwami materiałowymi PBR, takimi jak normal map, roughness, metallic lub ambient occlusion, jest oczywiście bardziej czasochłonne i – co za tym idzie – droższe niż przygotowanie modelu z siatką uproszczoną poprzez podstawową decymację i wyposażonego w podstawową teksturę barwną. Model taki nie będzie miał równie wysokiej jakości wizualnej, a możliwości jego zastosowania w środowiskach internetowych, prezentacjach VR (ang. *Virtual Reality*), AR (ang. *Augmented Reality*) lub silnikach czasu rzeczywistego, będą ograniczone.

Karta oceny eksperckiej – omówienie kryteriów

Stosowany od kilku lat w Narodowym Instytucie Muzeów (a wcześniej w NIMOZ) formularz służący ocenie przekazywanych danych trójwymiarowych „Karta oceny zasobu” przekazanego do Narodowego Instytutu Muzeów w ramach Programu „Kultura cyfrowa” został wypracowany w celu ograniczenia poziomu uznaniowości w ocenie przekazywanych danych i jest próbą (wobec braku standardów) usystematyzowania procesu oceny i podniesienia jego transparentności.

Należy oczekiwać, że w miarę opracowywania powiązanych ze standardami minimalnych wymagań jakościowych dla poszczególnych produktów cyfrowych formularz ten będzie uzupełniany. Karta oceny powstała, by ułatwić pracę ekspertom weryfikującym poziom zrealizowanych projektów cyfrowych, a także jednoznacznie opisać kryteria, które będą brane pod uwagę przy ich ocenie.

Jako współautor¹¹ wspomnianego formularza postaram się wyjaśnić, czym kierowano się, tworząc jego poszczególne zapisy.

Należy w tym miejscu zaznaczyć, że wielu ekspertów podnosi potrzebę rozszerzenia takiej karty o większą ilość pól liczbowych, o jasno określonych parametrach, takich jak: rozdzielczość przestrzenna odwzorowania, dopuszczalny błąd pomiarowy, sposób walidacji skali, rozdzielczość tekstur i kompletność pokrycia.

¹¹ Schemat formularza nie został nigdzie opublikowany. Został stworzony jako dokument roboczy na potrzeby oceny Programu „Kultura cyfrowa”. W tym miejscu chciałbym podziękować jego współautorom: Michałowi Żurawskiemu i Alicji de Rosset.

**KARTA OCENY
ZASOBU PRZEKAZANEGO
DO NARODOWEGO INSTYTUTU MUZEÓW
W RAMACH PROGRAMU KULTURA CYFROWA**

Nr umowy	
Nazwa beneficjenta	
Nazwa projektu	

Ocena ekspercka

Czy materiał spełnia minimalne wymagania Katalogu Dobrych Praktyk Digitalizacji Obiektów Muzealnych?

TAK / NIE / CZĘŚCIOWO / CHARAKTER PRZEKAZANEGO MATERIAŁU NIE WPISUJE SIĘ
W KATALOG DOBRYCH PRAKTYK NIM

OCENIANY MODEL:

Szczegółowe uwagi

	Kryterium	Komentarz
1.	Czy zamieszczony materiał ma charakter dokumentacyjny i może być oceniany w kontekście Katalogu Dobrych Praktyk	<i>Jeśli załączony materiał ma charakter inny niż dokumentacyjny i nie da się go ocenić jako odwzorowań dokumentacyjnych, należy to odnotować i zakończyć ocenę.</i>
2.	Czy obiekt został prawidłowo wyskalowany	<i>Czy obiekt trójwymiarowy posiada prawidłową informację o wymiarach metrycznych?</i>
3.	Czy widoczne są błędy zastosowania techniki pomiarowej	<i>W skali od 0 do 5 oceniana jest poprawność zastosowania właściwej techniki pomiarowej i prawidłowego przetwarzania danych. (0 to ocena najniższa, 5 ocena najwyższa)</i>
4.	Czy zamieszczono pliki w ogólnodostępnych formatach	<i>Formaty, które można w prosty sposób konwertować do formatu .PLY lub .OBJ.</i>
5.	Czy w modelu przestrzennym uwzględniona została informacja o kolorze i/lub dodatkowe warstwy informacyjne	
6.	Jakość optymalizacji modelu prezentacyjnego do udostępnienia w Internecie	
7.	Inne	<i>Inne istotne uwagi, w zależności od potrzeb</i>

Data:

Weryfikujący:

Punkt 1. Czy zamieszczony materiał ma charakter dokumentacyjny i może być oceniany w kontekście Katalogu Dobrych Praktyk

Do momentu powstania standardów dla dokumentacji trójwymiarowej zmuszeni jesteśmy wychodzić z założenia, że każda stworzona dokumentacja cyfrowa jest lepsza niż brak jakiejkolwiek dokumentacji, w związku z czym ten punkt jest oceniany pozytywnie – poza przypadkami rażącego niedopełnienia zapisów umowy lub odkrycia w raportach z wykonania prac poświadczeń nieprawdy.

Punkt 2. Czy obiekt został prawidłowo wyskalowany

Niektóre techniki pomiarowe, takie jak naziemny skanowanie laserowe TLS (ang. *Terrestrial Laser Scanning*) – rejestrują punkty pomiarowe w metrycznym układzie odniesienia. Jednak w przypadku tworzenia rekonstrukcji geometrii na przykład w oparciu o pomiar fotogrametryczny na podstawie punktów osnowy lub odcinków skalujących wpasowuje się dane w przyjęty metryczny układ odniesienia na etapie przetwarzania danych. Ten proces jest często przeprowadzany nieprawidłowo lub wręcz pomijany, co skutkuje przekazywaniem do oceny modeli o błędnych wymiarach. Prawidłowe odwzorowanie metrologiczne powinno być zweryfikowane przez poprawnie przeprowadzoną procedurę kalibracyjną. Czasami zmiana wymiarowania może być następstwem konwersji modelu na inny format danych. Z tego względu po dokonaniu takiej transformacji każdorazowo parametr ten powinien zostać sprawdzony przez twórcę dokumentacji.

Punkt 3. Czy widoczne są błędy zastosowania techniki pomiarowej

Oceniający po analizie danych źródłowych, efektów przetworzenia i efekt finalnego produktu/produktów cyfrowych stwierdza, czy prawidłowo dostosowana została technologia/technologie pomiarowe i jak została użyta. Przykładowo: niska jakość zarejestrowanej geometrii obiektu numizmatycznego i wynikająca z niej niewystarczająca ilość detali zarejestrowanych na powierzchni obiektu może wynikać z zastosowania do akwizycji danych skanera laserowego o zbyt małej rozdzielczości przestrzennej skanowania i/lub zbyt dużym błędzie pomiarowym dla poszczególnych punktów – w wyniku czego zarejestrowane dane charakteryzują się zbyt małą rozdzielczością przestrzenną lub zbyt wysokim poziomem szumu pomiarowego. Niestety, w obecnej sytuacji punkt ten jest punktem opisowym, a zatem podlegającym subiektywnej ocenie eksperta.

Punkt 4. Czy zamieszczono pliki w ogólnodostępnych formatach

W chwili obecnej wymagane jest przekazanie modeli trójwymiarowych będących produktami projektu w postaci plików .PLY .OBJ lub formatów, które można do

takich formatów konwertować przy pomocy ogólnie dostępnego darmowego oprogramowania, takiego jak Blender, Cloud Compare lub Meshlab. W przypadku modeli, których jedynym zakresem zastosowania byłby druk trójwymiarowy lub oparte na modelu przestrzennym frezowanie CNC, takim plikiem referencyjnym byłby plik .STL lub nowocześniejszy .3MF (który w przeciwieństwie do formatu .STL może zawierać informację o barwie obiektu).

Punkt 5. Czy w modelu przestrzennym uwzględniona została informacja o kolorze i/lub dodatkowe warstwy informacyjne

W tym punkcie opisowym, po pierwsze, weryfikowane jest to, czy model przestrzenny będący produktem projektu ma prawidłowo zapisane dane tekstury (co jest wymagane), czy w dokumentacji źródłowej znajdują się jakiekolwiek zdjęcia referencyjne, na których umieszczono wzornik barwny (na przykład ColorChecker Passport firmy Calibrate) oraz – jako informację dodatkową (w chwili obecnej niewymaganą) – czy model prezentacyjny wyposażono w odpowiednio stworzone warstwy materiałowe wspomagające proces renderowania na różnych platformach udostępniania.

Punkt 6. Jakość optymalizacji modelu prezentacyjnego do udostępnienia w Internecie

Określenie, czy model prezentacyjny w postaci siatki trójkątów w zakresie opisaną geometrii został odpowiednio zoptymalizowany do modelu LowPoly na drodze odpowiedniego zmniejszenia liczby trójkątów bądź wielokątów w siatce w sposób zachowujący percepcyjne cechy modelu wysokorozdzielczego, ale z zastosowaniem mniejszej ilości danych (retopologia).

Punkt 7. Inne

Punkt opisowy, w którym oceniający może odnieść się do poziomu wykonanego modelu w odniesieniu do innych modeli w projekcie lub do poziomu trudności dokumentowanego obiektu – posiadającego na przykład bardzo złożoną geometrię lub wiele płaszczyzn silnie odbijających światło lub przepuszczających światło.

Najczęściej popełniane błędy

a) Błędne nazewnictwo plików

Najczęściej spotykane błędy polegają tutaj albo na nadawaniu folderom i plikom nazw niezwiązanych z konkretnym obiektem muzealnym (poprzez nazwę lub numer

inwentarzowy) – co utrudnia ich identyfikację, albo na tworzeniu zbyt długich nazw plików i folderów – co sprawia problemy przy przygotowywaniu struktury plików do archiwizacji poprzez ścieżki mające zbyt dużą liczbę znaków.

Zleceńodawca powinien poinformować o stosowanych przez niego schematach nazewnictwa oraz o dopuszczalnej długości nazw plików i folderów.

b) Błędnie zapisane dane dotyczące teksturowania

Jednym z błędów jest niewłaściwe wykonane mapy UV tworzące sytuację, w której jedynie ułamek dostępnych danych został wykorzystany do wygenerowania tekstury, w wyniku czego jej wartość dokumentacyjno-wizualizacyjna jest niska. Podejście takie prowadzi do sytuacji, w której mamy zebrane źródłowe dane bitmapowe o bardzo wysokiej jakości (na przykład z wykorzystaniem matryc średnioformatowych), ale w wyniku użycia tylko 5% tych danych uzyskujemy teksturę o bardzo niewielkiej liczbie szczegółów.

Kolejnym błędem spotykanym zwłaszcza przy łączeniu kilku technik pomiarowych jest zamieszczenie w jednym folderze geometrii pozyskanej z jednego pomiaru/technologii i niepokrywającej się z nią tekstury pozyskanej w innej technologii. Modele mają źle wykonane mapy UV, niepasujące do dostarczonych tekstur. Oczywiście łączenie technik pomiarowych w wielu przypadkach jest słusznym podejściem realizacji projektu, należy jednak zwrócić uwagę na dopasowanie poszczególnych elementów procesu przetwarzania i zweryfikowanie efektu końcowego. Przy realizacji tego typu projektów często pracują nie pojedyncze osoby, tylko duże zespoły – co zwiększa potrzebę koordynacji i zadbania o to, by na każdym etapie powstawania danych osoby te posiadały pełną wiedzę technologiczną o procesie. W przeciwnym razie ktoś, kto nie przetwarzał danych, a zajmuje się przygotowaniem struktury folderów, tak pozamienia pliki z poprawnie przygotowanych modeli, że przestaną one poprawnie działać.

c) Brak nadanej skali obiektu lub nadanie błędnej skali odwzorowaniu

W przypadku modeli stworzonych w oparciu o przetwarzanie fotogrametryczne brak nadanej skali obiektu lub nadanie błędnej skali odwzorowaniu – w wyniku czego na przykład analizowany model polskiej szabli kawaleryjskiej wz. 1921 ma 24,3 m długości. Możemy mieć tu do czynienia z dwoma problemami: po pierwsze – zupełnie źle nadaną wartością metryczną, a po drugie – z różnym sposobem czytania jednostek przez programy do grafiki przestrzennej. Z tego względu dobrą praktyką byłoby odwoływanie się do jednego, ogólnodostępnego programu – na przykład Blendera i sprawdzanie w nim, czy po imporcie pliku model ceramicznego kubka, który w metadanych ma 152 mm

wysokości, tyle samo ma w oprogramowaniu.

Możliwe są zakresy zastosowań, w których model cyfrowy zostanie sporządzony w skali innej niż 1:1 i inaczej zwymiarowany, jednak w takich sytuacjach powinno to zostać jasno opisane w projekcie i raporcie.

d) Brak optymalizacji siatki trójkątów/wielokątów na potrzeby internetowego modelu prezentacyjnego

Czasami foldery Model HighPoly i Model LowPoly zawierają pliki o takiej samej liczbie trójkątów (na przykład 1,5 mln).

e) Brak informacji o tym, które fragmenty geometrii modelu reprezentują realny wynik pomiaru, a które zostały zamodelowane ręcznie (London Charter)¹²

Karta Londyńska, odnosząc się przede wszystkim do problemów wynikających z oceny obiektów, w których brakujące elementy były rekonstruowane, wypracowuje podejście dające możliwość informowania użytkownika o tym, które fragmenty analizowanego modelu zostały wymodelowane. Ręczne modelowanie geometrii stosuje się nie tylko w przypadku elementów nieistniejących i rekonstruowanych, ale także takich, w przypadku których problemy z pomiarem lub niska jakość danych źródłowych wymusiły taki zabieg. Istotne jest więc, aby użytkownik mógł zlokalizować takie fragmenty i podchodzić do ich analizy z większym dystansem, jako do miejsc subiektywnie przekształconych w trakcie modelowania. Położenie w dokumencie nacisku na trójdzielną strukturę danych i obowiązek przesłania zamawiającemu danych źródłowych wynikają z praktyki przekazywania, jako efektów projektu, jedynie silnie przetworzonych modeli prezentacyjnych, w przypadku których jakakolwiek ocena poprawności zarejestrowania geometrii bez znajomości dokumentowanego obiektu przez osobę oceniającą była w zasadzie niemożliwa.

f) Nieprzekazywanie kompletu danych wytworzonych w ramach projektu

Przed wysłaniem do Narodowego Instytutu Muzeów danych rozliczających realizację projektu należy zweryfikować ich kompletność i upewnić się, że przekazywane wersje plików są najnowszymi wersjami produkcyjnymi.

¹² https://www.london-charter.org/media/files/london_charter_2_1_pl.pdf (link zweryfikowany 01.08.2026 r.)

IV. Definicje

Zestawienie zaproponowanych definicji podstawowych pojęć używanych w opisie projektów związanych z tworzeniem dokumentacji trójwymiarowej. Definicje oznaczone gwiazdką zostały zamieszczone dzięki współpracy z Narodowym Instytutem Dziedzictwa i pochodzą z opracowanego przez tę instytucję dokumentu określającego wytyczne dla tworzenia dokumentacji cyfrowej¹³.

Chmura punktów* – zbiór punktów w przestrzeni trójwymiarowej opisujących powierzchnię lub strukturę mierzonego obiektu. Punkty mogą posiadać dodatkowe atrybuty, takie jak: kolor, intensywność odbicia, normalne lub klasyfikacja. Chmura punktów może być produktem źródłowym, pośrednim albo końcowym, w zależności od technologii i celu projektu.

Dane z procesu przetwarzania* – dane pośrednie powstałe w wyniku przetwarzania danych źródłowych, umożliwiające weryfikację relacji między pomiarem a produktem końcowym. Mogą obejmować między innymi: zarejestrowane i oczyszczone chmury punktów, modele HighPoly, projekty fotogrametryczne, raporty orientacji kamer, raporty rejestracji stanowisk, siatki wysokiej rozdzielczości lub inne dane referencyjne przed optymalizacją, retopologią i uzupełnieniami manualnymi.

Dane źródłowe* – dane cyfrowe zarejestrowane podczas prac przy obiekcie za pomocą zastosowanych technologii pomiarowych lub rejestracyjnych, wraz z metadanymi niezbędnymi do ich interpretacji. W zależności od technologii mogą to być między innymi: zdjęcia, pliki RAW/DNG/TIFF/JPEG, skany ze stanowisk pomiarowych, chmury punktów, sekwencje skanowania strukturalnego, dane kalibracyjne, dane kontrolne, logi lub informacje o parametrach akwizycji.

Decymacja – proces zmniejszania liczby elementów siatki przy zachowaniu istotnych cech kształtu.

Dokładność odwzorowania* – stopień zgodności danych cyfrowych z rzeczywistą geometrią obiektu. Dokładność powinna być rozumiana jako miara błędu lub niepewności odwzorowania, wynikająca z zastosowanej technologii, parametrów pomiaru, kontroli skali, rejestracji danych i procesu przetwarzania.

¹³ K. Czajkowski, K. Kantorowicz, R. Zimek, *Zestawienie wytycznych i dobrych praktyk digitalizacyjnych dla wykonawców dokumentacji zabytków architektury, detalu architektonicznego i wyposażenia, metodami skanowania i modelowania trójwymiarowego*, <https://nid.pl/centrum-kompetencji-ds-digitalizacji-zabytkow/> (link zweryfikowany 01.08.2026 r.)

Dokumentacja trójwymiarowa* – cyfrowe odwzorowanie geometrii powierzchni obiektu wykonane w kontrolowanym procesie pomiarowym i przetwórczym, posiadające znaną skalę, określoną rozdzielczość i/lub dokładność, metadane procesu oraz możliwość odniesienia produktu końcowego do danych źródłowych. Dokumentacja trójwymiarowa powinna umożliwiać ocenę wiarygodności odwzorowania.

Format natywny* – format pliku właściwy dla określonego urządzenia lub oprogramowania, często zachowujący pełną strukturę danych, parametry projektu i informacje pomocnicze. Format natywny może być trudniejszy do odczytu poza środowiskiem producenta, ale w niektórych przypadkach przechowuje informacje, których nie zachowuje eksport do formatu wymiennego.

Format otwarty lub powszechnie obsługiwany* – format pliku możliwy do odczytu w wielu narzędziach programowych, preferowany przy przekazywaniu, archiwizacji i weryfikacji danych. W zależności od typu danych mogą to być na przykład: E57, LAS/LAZ, PLY, OBJ, TIFF/GeoTIFF, GLB/glTF, CSV, TXT lub inne formaty wskazane w OPZ.

HighPoly* – model o wysokiej gęstości siatki, zachowujący dużą ilość szczegółów geometrycznych wynikających z procesu pomiaru i przetwarzania. HighPoly może pełnić funkcję modelu referencyjnego, ale nie powinien być utożsamiany automatycznie z „pełną” dokumentacją, jeżeli nie posiada metadanych, skali, informacji o dokładności i możliwości weryfikacji procesu powstania.

LowPoly* – model o zredukowanej liczbie wielokątów, przygotowany zwykle na potrzeby prezentacji internetowej, aplikacji czasu rzeczywistego, VR/AR lub innych zastosowań wymagających optymalizacji. LowPoly powinien zachowywać najważniejsze cechy wizualne obiektu, ale z reguły nie zachowuje pełnej szczegółowości modelu referencyjnego lub HighPoly.

Mapa wiarygodności – informacja wskazująca, które części modelu wynikają bezpośrednio z pomiaru, a które są rekonstrukcją lub uzupełnieniem.

Metadane techniczne* – informacje opisujące sposób pozyskania, przetworzenia i zapisania danych. Mogą obejmować między innymi: dane o sprzęcie, parametrach akwizycji, oprogramowaniu, wersjach programów, skali, układzie współrzędnych, kalibracji, punktach kontrolnych, etapach przetwarzania, formatach plików i autorach poszczególnych prac.

Model prezentacyjny* – model cyfrowy przygotowany przede wszystkim do udostępniania, wizualizacji, edukacji lub popularyzacji. Może być zoptymalizowany pod kątem publikacji internetowej, płynnego wyświetlania, estetyki i łatwości odbioru. Model prezentacyjny nie powinien być automatycznie utożsamiany z dokumentacją trójwymiarową, jeżeli nie posiada cech wymaganych dla dokumentacji.

Ortoobraz / ortoobraz dokumentacyjny* – dwuwymiarowy obraz obiektu lub jego fragmentu opracowany na podstawie danych geometrycznych w taki sposób, aby ograniczyć lub usunąć zniekształcenia perspektywiczne. Ortoobraz dokumentacyjny powinien posiadać określoną skalę, rozdzielczość i informację o podstawie geometrycznej, na której został opracowany.

PBR (Physically Based Rendering)* – sposób opisu materiałów w modelach 3D oparty na zestawie map i parametrów używanych przez silniki renderujące do bardziej realistycznego przedstawienia powierzchni. W zależności od potrzeb może obejmować między innymi: mapy Base Color, Normal, Roughness, Metallic i Ambient Occlusion. PBR jest szczególnie istotny w modelach prezentacyjnych, ale nie zastępuje wymagań dotyczących poprawnej geometrii, skali i metadanych dokumentacyjnych.

Produkt końcowy – plik lub zestaw plików przygotowany do określonego zastosowania wskazanego w OPZ lub umowie.

Rekonstrukcja cyfrowa – uzupełnienie lub odtworzenie fragmentów modelu na podstawie interpretacji, analogii lub wiedzy eksperckiej.

Retopologia* – proces przebudowy siatki modelu 3D w celu uzyskania bardziej uporządkowanej, lżejszej lub lepiej dostosowanej do danego zastosowania struktury wielokątów. Retopologia jest często stosowana przy przygotowywaniu modeli prezentacyjnych, animacyjnych lub internetowych.

Siatka trójkątów / Mesh – reprezentacja powierzchni obiektu za pomocą wielokątów, najczęściej trójkątów.

Skala modelu* – relacja między wymiarami obiektu rzeczywistego a jego odwzorowaniem cyfrowym. Model posiadający prawidłową skalę umożliwia odczyt wymiarów metrycznych zgodnych z rzeczywistymi wymiarami obiektu w zakresie deklarowanej dokładności.

Tekstura – obraz bitmapowy przypisany do powierzchni modelu, przechowujący np. kolor, strukturę lub inne właściwości wizualne.

UV / współrzędne UV* – sposób przypisania obrazu tekstury do powierzchni modelu 3D. Poprawne współrzędne UV są niezbędne do prawidłowego wyświetlania tekstur na modelu.



Katalog Dobrych Praktyk Digitalizacji Obiektów Muzealnych

Kryteria przygotowania do oceny danych trójwymiarowych przekazywanych do Narodowego Instytutu Muzeów w ramach Programu „Kultura cyfrowa”

Narodowy Instytut Muzeów 2026

ISBN: 978-83-64889-78-3

Autor: Eryk Bunsch

Konsultacje: Karol Argasiński, Karol Czajkowski, Jacek Kościuk, Jakub Markiewicz, Robert Sitnik, Ryszard Zimek i Michał Żurawski

Redaktor prowadząca: Weronika Grochowska

Korekta językowa, projekt graficzny i skład: Katarzyna Grochowska-Motoła, Agencja reklamowa Lenis



Narodowy
Instytut
Muzeów



Ministerstwo Kultury
i Dziedzictwa Narodowego



Fundusze Europejskie
na Infrastrukturę,
Klimat, Środowisko



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Narodowy
Instytut
Muzeów

Działalność Centrum Kompetencji w zakresie digitalizacji zasobów muzealnych.



Dofinansowano ze środków Ministra Kultury i Dziedzictwa Narodowego.

Dokument udostępniony jest na licencji CC BY-SA 4.0.

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.pl>

Oznacza to, że możesz dzielić się i adaptować ten dokument pod następującymi warunkami:

Uznanie autorstwa

Utwór należy odpowiednio oznaczyć, podać link do licencji i wskazać zmiany, jeśli zostały w nim dokonane. Możesz to zrobić w dowolny, rozsądny sposób, o ile nie sugeruje to udzielania przez licencjodawcę poparcia dla Ciebie lub sposobu, w jaki wykorzystujesz ten utwór.

Na tych samych warunkach

Remiksując utwór, przetwarzając go lub tworząc na jego podstawie, należy swoje dzieło rozpowszechniać na tej samej licencji, co oryginał.

Brak dodatkowych ograniczeń

Nie możesz korzystać ze środków prawnych lub technologicznych, które ograniczają innych w korzystaniu z utworu na warunkach określonych w licencji.

