

# 13

## Dziedzictwo kulturowe i sztuczna inteligencja

KAROL KRÓL

Katedra Gospodarki Przestrzennej i Architektury Krajobrazu,  
Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie,  
ul. Balicka 253 C, 30-198 Kraków

k.krol@urk.edu.pl, <https://orcid.org/0000-0003-0534-8471>

---

**Streszczenie:** Obecnie wiele informacji powstaje i jest przechowywane w formie cyfrowej, co oznacza, że zachowanie cyfrowego dziedzictwa kulturowego, podobnie jak innych jego form, jest szczególnie ważne. Cel pracy stanowi analiza dziedzictwa kulturowego przez pryzmat obrazów wygenerowanych przez algorytmy sztucznej inteligencji w oparciu o duże zbiory danych. Szczegółowym przedmiotem analizy są grafiki wygenerowane przez algorytmy Midjourney Bot oraz Leonardo AI na podstawie opisu tekstowego. Podejście to łączy przyszłość z przeszłością. Badana jest semantyka cyfrowych treści w odniesieniu do artefaktów dziedzictwa kulturowego, zarówno w zakresie sprzętu (*hardware heritage*), jak i oprogramowania (*software heritage*). Wykazano, że algorytmy sztucznej inteligencji mogą generować niepowtarzalne wizualne zestawienia człowieka, przyrody i maszyny, które stymulują rozważania na temat relacji zachodzących pomiędzy ekosystemem cyfrowym a ekosystemem przyrodniczym w ramach koncepcji Świata 4.0.

**Słowa kluczowe:** big data, midjourney, algorytmy, cyfrowe treści, cyfrowy ekosystem

### 1. Wstęp

Serce ekosystemu cyfrowego bije w Internecie. Sieć pozwala nawiązać połączenie pomiędzy ludźmi, urządzeniami, programami komputerowymi, aplikacjami i innymi jego elementami. Funkcjonują w niej różnego rodzaju serwisy internetowe,

platformy społecznościowe, sklepy internetowe, narzędzia do komunikacji i innych usług cyfrowych, które są fundamentem ekosystemu cyfrowego. W sieci internetowej zachodzi też większość interakcji między ludźmi i urządzeniami, co pozwala na przetwarzanie, udostępnianie i wymianę informacji w szybki i wydajny sposób. Ponadto w Internecie działa wiele firm i organizacji, które tworzą i rozwijają różne aplikacje, narzędzia i usługi cyfrowe, co również wpływa na rozwój ekosystemu cyfrowego (Cormode i Krishnamurthy, 2008).

Cyfrowe ekosystemy bywają postrzegane jako cyfrowe odpowiedniki ekosystemów biologicznych, przyrodniczych (Briscoe i in., 2011). Jednak różnią się one znacznie pod względem składników, procesów i skali. Zachowują przy tym wiele cech wspólnych, np. oba ekosystemy są złożone (Karakas, 2009). Na ekosystem cyfrowy składają się urządzenia, oprogramowanie, dane i usługi sieciowe, a na przyrodniczy – organizmy, klimat, gleba i atmosfera. W obu przypadkach elementy składowe oddziałują na siebie wzajemnie. W ekosystemie cyfrowym interakcje te mogą zachodzić pomiędzy ludźmi, urządzeniami, aplikacjami i innymi elementami infrastruktury sieciowej, a w przyrodniczym – pomiędzy organizmami, siedliskami i warunkami atmosferycznymi. Oba ekosystemy podlegają także zmianom w czasie. W przypadku cyfrowego zmiany mogą być wynikiem m.in. postępu technologicznego, a w przypadku przyrodniczego – zmian klimatu, katastrof naturalnych czy też presji antropogenicznej. Ponadto oba ekosystemy mają wpływ na człowieka, w tym na jego zdrowie, styl życia, samopoczucie i gospodarkę (Valdez-De-Leon, 2019).

Obecnie zaobserwować można szczególny rozwój oprogramowania uruchamianego w oknie przeglądarki internetowej (ang. *browser-based applications*, BBAs). Taki model świadczenia usług ma wiele zalet. Oprogramowanie udostępniane w oknie przeglądarki nie wymaga instalacji, co oznacza, że jest dostępne niezależnie od lokalizacji oraz posiadanego urządzenia. Niezbędne są jedynie przeglądarka i dostęp do Internetu. Z kolei wydawcom oprogramowania łatwiej jest przeprowadzać aktualizacje, ponieważ wszelkie zmiany mogą być wprowadzane centralnie (Silver, 2006). Ponadto jego rozwój jest wspierany przez szybki postęp technologii, takich jak sztuczna inteligencja (ang. *artificial intelligence*, AI), *blockchain*, *big data* i inne (Król i Zdonek, 2023). Dzięki ich wykorzystaniu oprogramowanie internetowe może oferować bardziej złożone funkcjonalności, co prowadzi do powstawania nowych modeli biznesowych i możliwości użytkowania.

Rozwój nowych technologii, w tym sztucznej inteligencji, wpływa także na dziedzictwo kulturowe. AI może zrewolucjonizować procesy jego odtwarzania, zachowywania i promowania. Przykładowo algorytmy sztucznej inteligencji mogą być pomocne w rekonstrukcji zabytków, jak również w digitalizacji i udostępnianiu cyfrowych kolekcji sztuki, muzyki czy literatury (Fontanella i in., 2020). Jednocześnie wraz z rozwojem AI pojawiają się nowe wyzwania i zagrożenia. Stosowanie sztucznej inteligencji może na przykład prowadzić do zaniku tradycyjnych przejawów sztuki i kultury, co z kolei oddziaływałoby na wartość i znaczenie wybranych

elementów dziedzictwa kulturowego. Nowe narzędzia sprawiają, że powstają nowe formy sztuki (Li i Lin, 2021). Jedną z nich są grafiki cyfrowe generowane przez algorytmy AI na podstawie opisu tekstowego.

Celem pracy jest analiza elementów cyfrowego dziedzictwa kulturowego przyjmujących postać obrazów wygenerowanych przez algorytmy sztucznej inteligencji w oparciu o duże zbiory danych (*big data*). Badaniom towarzyszy pytanie: w jaki sposób wybrane elementy dziedzictwa kulturowego są prezentowane przez algorytmy sztucznej inteligencji? Dalsza część pracy ma następujący układ: w drugiej sekcji przybliżono wybrane zagadnienia związane z dziedzictwem kulturowym, przedstawiono jego definicję i elementy, wyjaśniono istotę zanikającego dziedzictwa kulturowego oraz zwrócono uwagę na potrzebę zachowania cyfrowego dziedzictwa od utracenia. W sekcji trzeciej zaprezentowano zagadnienia metodologiczne badań ze szczególnym uwzględnieniem procedury badawczej. W czwartej opisano studium przypadku, a w kolejnych przedstawiono i przedyskutowano wyniki badań.

## 2. Dziedzictwo kulturowe

Dziedzictwo kulturowe to zbiór elementów kultury materialnej i niematerialnej, które mają szczególne znaczenie dla historii i tożsamości danego kraju, regionu czy społeczności. Podzielić je można na materialne, niematerialne, przyrodnicze i cyfrowe, w tym: 1) zabytki architektury i miejsca historyczne, czyli budowle i konstrukcje architektoniczne, takie jak zamki, pałace, kościoły, katedry, fortece, domy i budowle sakralne, oraz miejsca, w których rozgrywały się ważne wydarzenia historyczne, np. bitwy, uroczystości, kongresy i spotkania; 2) dzieła sztuki, tj. rzeźby, malowidła, rysunki, grafiki, fotografie i instalacje artystyczne; 3) rękodzieło, np. różnego rodzaju wyroby rzemieślnicze, jak ceramika, tkaniny, hafty, koronki, biżuteria, narzędzia i broń; 4) tradycje i zwyczaje, w tym obrzędy, formy taneczne, kulinaria, ubiór, folklor i języki; 5) literaturę, w tym literaturę piękną, poezję, dramat i prozę; 6) muzykę; 7) rzemiosło artystyczne, np. złotnictwo, kowalstwo, rzeźbiarstwo, garncarstwo; 8) technologie i wiedzę; 9) elementy przyrody, w tym formacje fizyczne i biologiczne albo zgrupowania takich formacji, przedstawiające wyjątkową powszechną wartość z punktu widzenia estetycznego lub naukowego, formacje geologiczne i fizjograficzne oraz strefy o ściśle oznaczonych granicach, stanowiące siedlisko zagrożonych zagładą gatunków zwierząt i roślin, a także miejsca lub strefy naturalne o ściśle oznaczonych granicach mające wyjątkową powszechną wartość z punktu widzenia nauki i zachowania naturalnego piękna (Król i in., 2021).

UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, tj. Organizacja Narodów Zjednoczonych ds. Oświaty, Nauki i Kultury) definiuje

dziedzictwo kulturowe jako dziedzictwo materialne, niematerialne i naturalne, które ma wartość dla danego kraju, regionu lub całej ludzkości (UNESCO, 2015). Obejmuje ono całą gamę dziedzin kultury, w tym sztukę, architekturę, rękodzieło, literaturę, muzykę, tradycje, obrzędy i zwyczaje, języki, wiedzę i umiejętności techniczne, a także przyrodę i krajobrazy, które są związane z ludzką działalnością. Według UNESCO dziedzictwo kulturowe jest ważnym elementem tożsamości narodowej oraz stanowi bogactwo dla przyszłych pokoleń na całym świecie. Pod patronatem organizacji opracowano szereg konwencji, które nakładają na kraje członkowskie obowiązek ochrony i zachowania dziedzictwa kulturowego. Są wśród nich m.in. Konwencja w sprawie ochrony światowego dziedzictwa kulturalnego i naturalnego (Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage), Konwencja w sprawie ochrony niematerialnego dziedzictwa kulturowego (Convention for the Safeguarding of the Intangible Cultural Heritage), Konwencja o ochronie podwodnego dziedzictwa kulturowego (Convention on the Protection of the Underwater Cultural Heritage) oraz Europejska konwencja o ochronie dziedzictwa archeologicznego (tzw. konwencja maltańska). Dokumenty te służą jako podstawa prawna dla działań podejmowanych przez państwa członkowskie w celu ochrony i promocji dziedzictwa kulturowego. Stanowią też podstawę do międzynarodowej współpracy, wymiany wiedzy i doświadczeń między krajami (Brzezińska, 2013).

## 2.1. Zanikające dziedzictwo kulturowe

Do zanikającego dziedzictwa kulturowego należą te jego zróżnicowane elementy materialne, niematerialne, naturalne i cyfrowe, które są zagrożone utratą lub zniszczeniem z powodu różnych czynników, takich jak konflikty zbrojne, brak odpowiedniej ochrony, zmiany klimatu czy też katastrofy naturalne (Sesana i in., 2021).

W literaturze przedmiotu trudno odnaleźć jednoznaczną definicję „zanikającego dziedzictwa kulturowego”. Shoji Yamada (2017) w swojej pracy na temat świątyń w Kioto i okolicach (Honsiu, Japonia) terminem tym określił zastępowanie oryginalnych malowideł ściennych uznanych za skarb narodowy, tzn. dziedzictwo kulturowe Japonii, wysokiej jakości reprodukcjami cyfrowymi. Zjawisko to opisał jako „zanikanie dóbr kultury w ich oryginalnej formie”. Zanikanie dziedzictwa kulturowego jest tu zatem rozumiane jako zastępowanie oryginału reprodukcją lub zamiennikiem, który zwany bywa „cyfrowym surogatem” (Parry, 2007). Działania takie podejmuje się z różnych powodów, np. chęci ochrony oryginału przed zniszczeniem lub braku możliwości jego odtworzenia. Zanikające dziedzictwo kulturowe to również takie, którego istnienie jest zagrożone z różnych powodów, np. zjawisk przyrodniczych, w tym tektonicznych, atmosferycznych, m.in. powtarzających się powodzi i erozji linii brzegowej, ale także społeczno-gospodarczych, kulturowych oraz rozwoju infrastruktury. Przykładowo szybka urbanizacja i zaniedbanie histo-



rycznych rdzeni zabudowy miejskiej doprowadziły w wielu miejscach do zaniku miejscowej architektury, kultury, a nawet wartości i standardów społecznych (Fadli i AlSaeed, 2019).

Według definicji słownikowej ‘zanikać’ oznacza stawać się niewidocznym, niesłyszalnym, przestawać istnieć. Zanikające dziedzictwo kulturowe jest zagrożone całkowitym zniknięciem (poprzez fizyczny brak elementu lub obiektu; także wykasowanie z dysków serwerów) lub zaniechaniem (uprawiania, kultywowania). Zanikanie jest zazwyczaj procesem stopniowym, nie zaś gwałtownym. Stąd też najczęściej możliwa jest obserwacja „zanikania” jakichś zjawisk lub obiektów, które wciąż występują, nadal są spotykane, jednak należą do rzadkości, przez co bywają poszukiwane. Kategoria ta obejmuje elementy dziedzictwa, wobec których stwierdzono wysokie ryzyko utraty i które spełniają kryteria ograniczonego zasięgu, niewielkiej liczebności i słabnącej dynamiki występowania. W takim rozumieniu zanikanie dziedzictwa kulturowego może oznaczać np. stopniowe zmniejszanie się liczby rzemieślników uprawiających dany zawód albo posiadających tradycyjną wiedzę i/lub umiejętności (brak następców, brak osób chętnych do kontynuowania profesji). Zanikanie występuje we wszystkich płaszczyznach, w jakich rozpatrywane jest dziedzictwo kulturowe. Dotyczy zatem także dziedzictwa przyrodniczego i jest związane m.in. z wymieraniem gatunków oraz utratą różnorodności biologicznej (Miller, 2005), przy czym przyroda jest ściśle powiązana z aktywnością ludzką, przez co zanikanie dziedzictwa przyrodniczego może powodować zanikanie tradycji i zwyczajów (ludzkich) z nim związanych. Elementy dziedzictwa kulturowego, które zanikły, mogą być niemożliwe lub trudne do odzyskania, dlatego ważne jest, aby temu przeciwdziałać. Różna jest też dynamika tego zjawiska, przy czym zanikanie elementów cyfrowego dziedzictwa kulturowego przedstawiane jest jako postępujące najszybciej (Addison, 2007; Thwaites, 2013).

## 2.2. Potrzeba zachowania cyfrowego dziedzictwa od utracenia

Dziedzictwo cyfrowe składa się z unikatowych zbiorów ludzkiej wiedzy i ekspresji. Obejmuje zasoby kulturowe, edukacyjne, naukowe i administracyjne, a także informacje techniczne, prawne, medyczne i innego rodzaju, wytworzone cyfrowo lub przekształcone do postaci cyfrowej z istniejących zasobów analogowych (UNESCO, 2015). W przypadku wielu artefaktów ich jedyną formą jest forma cyfrowa (*born digital*). Inne z kolei powstały w wyniku digitalizacji, tj. ucyfrowienia. Stanowią one cyfrowe odwzorowanie, replikę, cyfrowy substytut. Mogą przyjmować postać np. wirtualnych reprezentacji (3D), cyfrowych fantomów lub tylko namiastki oryginału, np. grafiki ilustracyjnej (Conway, 2015).

Zgodnie z Kartą ochrony dziedzictwa cyfrowego UNESCO dziedzictwo cyfrowe to materiały komputerowe o trwałej wartości, obejmujące teksty, bazy danych, obrazy nieruchome i ruchome, materiały audio, grafikę, oprogramowanie i stro-

ny internetowe. Dziedzictwo to może istnieć w każdym języku, w dowolnej części świata, w dowolnej dziedzinie wiedzy lub ekspresji (UNESCO, 2023). Jego elementy mają efemeryczny charakter. Wynika to m.in. z szybkiego starzenia się sprzętu i oprogramowania, niepewności co do zasobów, w tym części zamiennych, braku procedur, jasnego podziału kompetencji i metod konserwacji oraz braku regulacji prawnych.

Obecnie wiele informacji jest przechowywanych w formie cyfrowej, co oznacza, że zachowanie cyfrowego dziedzictwa kulturowego, podobnie jak innych jego form, jest szczególnie ważne dla podtrzymania pamięci kulturowej, historycznej i osobistej. Wiele dziedzin nauki i techniki opiera się na danych cyfrowych, więc ich utrata mogłaby też spowodować negatywne konsekwencje społeczne i gospodarcze. Przechowywanie danych jest przy tym stosunkowo łatwe, natomiast zapewnienie ich dostępności i użyteczności – nie (Brand, 1999). Zachowanie cyfrowego dziedzictwa kulturowego utrudniają m.in. duży przyrost treści cyfrowych oraz szybkie starzenie się sprzętu i oprogramowania.

Dziedzictwo cyfrowe może zanikać zwłaszcza w przypadku, gdy jego zasoby nie są odpowiednio przechowywane, zarządzane i konserwowane (Thwaites, 2013). Do największych problemów związanych z zachowaniem treści cyfrowych należą: fizyczne pogarszanie się nośników danych (tzw. *bit rot*), które mają ograniczoną trwałość i są narażone na uszkodzenia oraz awarie techniczne, starzenie się formatów oraz systemów operacyjnych i brak ich kompatybilności z nowymi technologiami, rosnąca złożoność oprogramowania, a także utrudniony dostęp do całości (kompletu) plików. Ponadto często brakuje standardów dotyczących konserwacji i archiwizacji, co może prowadzić do nieodwracalnego zniszczenia cyfrowych treści. Bez odpowiedniego zabezpieczenia i zarządzania cyfrowe zasoby mogą więc zostać utracone w wyniku awarii sprzętu i oprogramowania, błędów ludzkich i wielu innych czynników. Koszty związane z odtworzeniem utraconych w taki sposób danych mogą być wysokie, a w niektórych przypadkach nawet niemożliwe do poniesienia (Kuny, 1998). Dlatego ważne jest, aby organizacje i jednostki zajmujące się dziedzictwem cyfrowym podejmowały odpowiednie środki ostrożności w celu jego ochrony.

Istnieją różne sposoby zachowania cyfrowego dziedzictwa, takie jak regularne tworzenie kopii zapasowych, w tym archiwizacja cyfrowa, emulacja (nie bez znaczenia jest fakt, że emulacje same w sobie bywają klasyfikowane jako „formaty plików” i jako takie podlegają tym samym regułom zachowania od utraty co inne treści cyfrowe (Pinchbeck i in., 2009)), migracja danych z archaicznych platform i formatów do nowych systemów operacyjnych (ma to jednak wadę: przedkłada dostępność nad oryginalność), przechowywanie danych w chmurze czy też przekazywanie informacji kolejnym pokoleniom za pośrednictwem różnych narzędzi i platform.

Zachowanie cyfrowych treści staje się kluczowe dla przekazywania elementów wiedzy i kultury między pokoleniami. Brak jego długoterminowej strategii może w przyszłości oddziaływać negatywnie na rozwój nauki, gospodarkę i edukację,

a także na rozwój społeczeństwa i jego wyobrażenie o przeszłości. Może się bowiem okazać, że już w niedalekiej perspektywie wiedza o przeszłości będzie czerpana głównie z cyfrowych archiwów. Cyfrowy wiek ciemny (ang. *digital dark age*) to termin odnoszący się do przyszłych czasów, w których zasoby cyfrowe, takie jak pliki, dokumenty, zdjęcia i filmy, stają się nieczytelne i niemożliwe do odzyskania, m.in. ze względu na zmiany technologiczne, brak kompatybilności z nowymi systemami i/lub zanikanie wiedzy na temat sposobów ich przechowywania i odtwarzania (Brand, 1999; Jeffrey, 2012).

### 3. Materiały i metody

Liczne rodzaje algorytmów sztucznej inteligencji podzielić można na kilka kategorii, w zależności od ich funkcji i sposobu działania. Algorytmy uczenia maszynowego, nadzorowane lub nienadzorowane, uczą się na podstawie danych. Algorytmy nadzorowane czynią to na podstawie danych z etykietami, czyli informacjami o tym, jakie wyniki powinny być osiągnięte. Natomiast algorytmy nienadzorowane uczą się na podstawie danych bez etykiet, a ich celem jest wykrywanie w tych danych wzorców i struktur. Algorytmy uczenia ze wzmocnieniem działają na podstawie interakcji z otoczeniem i są często używane w rozwiązywaniu problemów dotyczących podejmowania decyzji w dynamicznie zmieniającym się środowisku. Z kolei algorytmy uczenia transferowego wykorzystują wiedzę pozyskaną z jednego zadania do rozwiązania innego. Są one zazwyczaj stosowane do rozwiązywania problemów, w przypadku których nie ma wystarczającej ilości danych treningowych. Sieci neuronowe to algorytmy, które naśladują sposób działania ludzkiego mózgu. Składają się z warstw neuronów, które przetwarzają dane i przekazują je do kolejnych warstw. Są często używane do klasyfikacji, rozpoznawania obrazów, rozpoznawania mowy i przetwarzania języka naturalnego. Algorytmy genetyczne naśladują proces ewolucji w przyrodzie. Tworzą zbiór rozwiązań i używają operacji krzyżowania i mutacji, aby wyodrębnić najlepsze. Natomiast algorytmy grupowania agregują dane na podstawie ustalonych podobieństw, przez co są przydatne w kwestiach segmentacji i klasyfikacji danych (Haenlein i Kaplan, 2019).

Algorytmy sztucznej inteligencji mają wiele zastosowań. Mogą pomóc w personalizacji produktów i usług, np. poprzez analizę zachowań klientów i dostosowywanie oferty do ich preferencji. W zakresie przetwarzania języka naturalnego aplikacje internetowe uruchamiane w oknie przeglądarki i działające w oparciu o AI umożliwiają automatyczne tłumaczenie tekstu na różne języki, analizę sentymentu oraz generowanie odpowiedzi na postawione pytania. Sztuczna inteligencja może też być używana do rozpoznawania obiektów na zdjęciach lub w materiałach wideo. Dzięki temu możliwa jest automatyzacja wielu zadań, takich jak kontrola jakości w produkcji, rozpoznawanie chorób na zdjęciach medycznych

czy automatyczne sortowanie zdjęć na podstawie ich zawartości (Hamet i Tremblay, 2017).

Przedmiotem analizy są grafiki wygenerowane przez algorytmy sztucznej inteligencji Midjourney Bot oraz Leonardo AI na podstawie opisu tekstowego. Grafiki powstały na potrzeby tego opracowania. Sztuczna inteligencja generuje obrazy poprzez użycie algorytmów uczenia maszynowego, które uczą się na podstawie zbioru treningowego grafik. Zazwyczaj wykorzystywane są dwa rodzaje algorytmów: modele generatywne (ang. *generative adversarial network*, GAN) i sieci neuronowe z kodowaniem i dekodowaniem (ang. *encoder-decoder neural networks*). AI może generować obrazy w różnych stylach, formach i formatach, w zależności od tego, jak została zaprogramowana. Dzięki temu ma wiele potencjalnych zastosowań, takich jak generowanie grafiki użytkowej, tworzenie cyfrowych dzieł sztuki lub rekonstrukcja uszkodzonych fotografii.

Algorytmy Midjourney Bot oraz Leonardo AI generują obrazy na podstawie zarówno słów kluczowych, jak i całych opisów w języku angielskim (tzw. *prompt*). W pracy z algorytmami zastosowano różne zestawy słów kluczowych w języku angielskim, związane z dziedzictwem kulturowym, cyfrowym dziedzictwem oraz dziedzictwem wsi, w tym: *cultural heritage*, *database*, *disappear*, *culinary heritage*, *architectural heritage*, *tangible heritage*, *intangible heritage*, *world heritage*, *folklore*, *tradition*, *computer*, *data cloud*, *content search engine*, *users*. Przeanalizowano semantykę cyfrowych treści, nawiązujących do artefaktów cyfrowego dziedzictwa kulturowego, zarówno w zakresie sprzętu (*hardware heritage*), jak i oprogramowania (*software heritage*) (Król, 2021). Jest to nowe podejście badawcze, które pozwala spojrzeć na dobrze poznane i opisane zjawiska przez pryzmat nowych narzędzi komputerowych.

#### 4. Dziedzictwo kulturowe według AI – studium przypadku

Grafiki wygenerowane w oknie przeglądarki internetowej przez algorytmy sztucznej inteligencji stanowią ciekawy materiał badawczy. Wydaje się, że takie rezultaty nie są możliwe do osiągnięcia przez pojedynczą osobę pracującą manualnie, a już z pewnością nie w tak krótkim czasie, tj. około jednej minuty, pomijając niezbędne do tego: pomysł, talent i umiejętności (obsługi oprogramowania), jak również pliki źródłowe. Algorytmy Midjourney Bot w niepowtarzalny sposób łączą różne motywy i elementy graficzne, co było dotychczas zarezerwowane dla wizjonerów obdarzonych specyficzną wyobraźnią i talentem plastycznym. Akcesoria komputerowe (cyfrowe dziedzictwo) są umiejętnie wplatane w wiejskie i przyrodnicze motywy folklorystyczne. Trudno przy tym oprzeć się wrażeniu, że większość grafik





Źródło: wygenerowane za pomocą Midjourney Bot

Ryc. 1. Humanoidalne postacie o rozmytych twarzach i demonicznych oczach

generowanych przez algorytmy AI ma mroczny charakter. W wielu przypadkach dominują cienie, kościste, humanoidalne postacie o rozmytych twarzach i demonicznych oczach (ryc. 1). Takie mankamenty jak „niewłaściwa liczba palców u dłoni” lub „zbyt rozwinięte uzębienie” są na bieżąco usuwane wraz z rozwojem algorytmu. Ponadto uzyskane grafiki są efektem jednorazowej, niepowtarzalnej interpretacji komendy słownej (*prompt*). Oznacza to, że każda zmiana składni zapytania, ale także ponowna próba wygenerowania zestawu grafik na podstawie tych samych słów kluczowych, da nowe, oryginalne efekty.

Obrazy mają nieco apokaliptyczny wydźwięk, lecz wynika to z zastosowanych słów kluczowych. Całość bardziej przypomina kadry z filmów o obcych cywilizacjach niż ilustracje do monografii o dziedzictwie kulturowym (ryc. 2).

Sztuczna inteligencja na wielu grafikach „podjęła próbę” połączenia cech ludzkich z elementami sprzętu cyfrowego i to wydaje się motywem przewodnim tych zestawień – cyfrowe dziedzictwo kulturowe łączy to, co ludzkie, z tym, co elektroniczne. Wybrane obrazy prezentują skąpaną w piaskach pustyni futurystyczną wizję postapokaliptyczną, gdzie pozostałości po starożytnych kulturach są zespolone ze zgliszczami elektroprzętu (ryc. 3).



Źródło: wygenerowane za pomocą Midjourney Bot

Ryc. 2. Folklor XXI wieku?





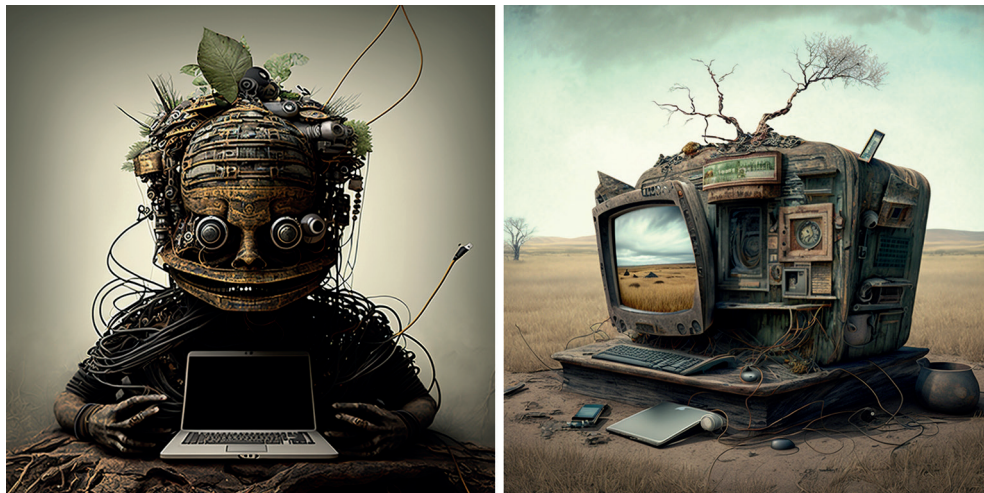
Źródło: wygenerowane za pomocą Midjourney Bot

Ryc. 3. Futurystyczna wizja postapokaliptyczna

Inne grafiki stanowią nieporadną próbę połączenia tego, co przyrodnicze, z tym, co technologiczne (ryc. 4). Postacie i obiekty, które zdają się wyrastać z elektro-sprzętu, są porośnięte roślinnością, trawą i mchem, jak płatanina kabli i obwodów pod runem leśnym. Całość jest raczej mroczna, intrygująca, syntetyczna, nieżywa (obumarła lub obumierająca) i pesymistyczna.

Nieco inny wydźwięk mają grafiki wygenerowane przy użyciu takich słów kluczowych jak: *regional development strategy*, *culinary heritage*, *cultural heritage*, *architectural heritage*, *cultural landscape*. Obrazy te mają raczej optymistyczny koloryt i nawiązują do elementów infrastruktury technicznej, ale także do żywej tkanki





Źródło: wygenerowane za pomocą Midjourney Bot

Ryc. 4. Intrygująca wizja współistniejących przyrody i techniki

przyrodniczej i kulturowej, w tym lokalnych elementów fauny i flory. Efekty nie-  
rzadko przypominają ilustracje z przewodnika turystycznego (ryc. 5).

Motywy futurystyczne pojawiają się ponownie w grafikach wygenerowanych z uży-  
ciem słów kluczowych związanych z rynkiem cyfrowych aktywów: *non-fungible token*,  
*Generation Z*, *cryptocurrencies*, *digital assets*. Obrazy te cechują się industrialnym wy-  
dźwiękiem, plasując człowieka w centrum cyfrowo-przemysłowego Świata 4.0 (ryc. 6).

Koncepcja Świata 4.0 opiera się na cyfrowej transformacji i integracji różnych  
dziedzin, w tym pracy, produkcji, logistyki, technologii, informacji i komunikacji.  
Przewiduje wykorzystanie zaawansowanych technologii w celu zapewnienia inno-  
wacyjności i zrównoważonego rozwoju, a także poprawy jakości życia społeczeń-  
stwa (Stahn i in., 2022).

Wizja ta, znana również jako Idea 4.0, Przemysł 4.0 lub Rewolucja Przemysłowa  
4.0, zakłada rewolucję przemysłową, która wprowadza nowe sposoby produkcji  
i organizacji pracy, opierając się na wykorzystaniu sztucznej inteligencji, Interne-  
tu rzeczy, robotyki, automatyzacji, a także innych innowacyjnych technologii (Xu  
i in., 2021). Świat 4.0 składa się z inteligentnych systemów, które umożliwią zau-  
tomatyzowanie procesów, optymalizację produkcji i usprawnienie działań przed-  
siębiorstw. Wprowadzenie nowych technologii ma przy tym pozytywny wpływ na  
efektywność energetyczną i ekologiczną (ryc. 7). Przedsiębiorstwa, wykorzystując  
zaawansowane technologie, mogą zwiększyć swoją wydajność, obniżyć koszty pro-  
dukcji i podnieść jakość swoich produktów, co pozwoli im konkurować na global-  
nym rynku. Jednym z kluczowych założeń Świata 4.0 jest też zmiana w koncepcji  
produkcji – przejście od produkcji masowej do produkcji spersonalizowanej i zin-  
dywidualizowanej (Jasińska, 2021).



Źródło: wygenerowane za pomocą Midjourney Bot

Ryc. 5. Nawiązanie do elementów infrastruktury, ale także do lokalnych uwarunkowań przyrodniczych i kulturowych





Źródło: wygenerowane za pomocą Midjourney Bot  
Ryc. 6. Stechnologizowane – człowiek i przyroda



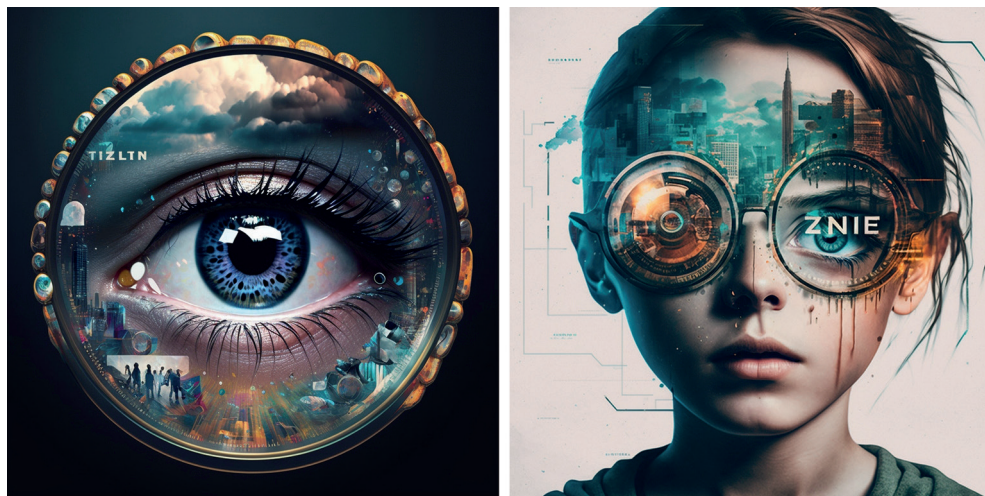
Źródło: wygenerowane za pomocą Midjourney Bot

Ryc. 7. Wizja jedności człowieka i przyrody w cyfrowym wszechświecie



Świat 4.0 odnosi się zwłaszcza do przemysłu, ale wpływa również na wiele innych dziedzin życia, takich jak ochrona zdrowia, transport, rolnictwo czy edukacja. Jedną z jego podstawowych idei jest właśnie rozwój sztucznej inteligencji, która pozwala na automatyzację wielu procesów oraz dostarcza nowych rozwiązań (ryc. 8).

Realizacja koncepcji Przemysłu 4.0 może mieć zarówno pozytywne, jak i negatywne skutki dla przyrody. Istotne jest, aby przebiegała zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju, które pozwolą na osiągnięcie celów gospodarczych przy minimalnym negatywnym oddziaływaniu na środowisko naturalne i społeczeństwo (Sołtysik-Piorunkiewicz i Zdonek, 2021). Umożliwić to powinny zastosowanie zrównoważonych praktyk produkcyjnych, inwestowanie w technologie niskoemisyjne, ochrona zasobów naturalnych oraz angażowanie społeczeństwa w procesy decyzyjne związane z rozwojem przemysłu. W idealnych warunkach zrównoważonych relacji przemysł–środowisko wykreować można wizję komputera bądź elektroprzętu zbudowanego przy użyciu komponentów roślinnych (ryc. 9). Jej wdrożenie jednak mogłoby okazać się niepraktyczne. Rośliny zawierają związki organiczne, takie jak np. celuloza, lignina, skrobia i białka, które, owszem, mogą być wykorzystane do produkcji materiałów izolacyjnych, obudowy komputera, a nawet elementów pamięci masowej. Jednakże obecne technologie komputerowe posługują się specjalnie zaprojektowanymi układami scalonymi, które są produkowane w warunkach laboratoryjnych z użyciem wysokozaawansowanych procesów, co sprawia, że stosowanie materiałów roślinnych do ich wytwarzania jest trudne lub niemożliwe. Ponadto oczywiste jest, że rośliny nie posiadają komponentów wykonujących obliczenia, takich jak tranzystory, które są kluczowymi elementami



Źródło: wygenerowane za pomocą Midjourney Bot

Ryc. 8. Grafiki o industrialnym charakterze, prezentujące człowieka w centrum cyfrowo-przemysłowego Świata 4.0



Źródło: wygenerowane za pomocą Leonardo AI

Ryc. 9. Komputer i przyroda

w układach scalonych. Co więcej, nawet gdyby udało się zbudować komputer przy użyciu części roślin, byłyby to prawdopodobnie system niewydajny i wolny w porównaniu z komputerami zbudowanymi z tradycyjnych materiałów elektronicznych.

Analiza powyższych grafik może nasuwać pytanie, jak wiele wspólnego ma przyroda ze sztuczną inteligencją? Liczne algorytmy AI inspirowane są naturalnymi procesami i zachowaniami znanymi ze świata przyrody. Działanie sieci neuronowych wzorowane jest na pracy mózgu człowieka, a algorytmy genetyczne naśladowują

procesy ewolucji i selekcji naturalnej. Ponadto sztuczna inteligencja wykorzystuje wiele metod matematycznych i statystycznych, które zostały opracowane na podstawie obserwacji i badań świata przyrody.

## 5. Podsumowanie

Na podstawie obserwacji z badań wykazano, że algorytmy sztucznej inteligencji mogą w oparciu o analizę danych na temat dziedzictwa kulturowego generować nowe treści, w tym niepowtarzalne wizualne zestawienia człowieka, przyrody i maszyny, które stymulują rozważania na temat relacji zachodzących pomiędzy ekosystemem cyfrowym a ekosystemem przyrodniczym w ramach koncepcji Świata 4.0.

Utrata dziedzictwa cyfrowego i zapomnienie jego elementów są dwoma różnymi zjawiskami, chociaż oba mogą prowadzić do bezpowrotnego przepadku cyfrowych zasobów. Utrata dziedzictwa cyfrowego odnosi się do fizycznego skasowania plików (danych) lub braku dostępu do nich i oznacza, że zasoby te stają się nieosiągalne. Może to być konsekwencją awarii i/lub zesterzenia się sprzętu, uszkodzenia nośników danych, cyberataków albo nieumyślnego usunięcia danych. Natomiast zapomnienie elementów dziedzictwa dotyczy sytuacji, gdy cyfrowe zasoby są wciąż fizycznie dostępne, ale przestają być wykorzystywane. Wśród przyczyn można wymienić duży i dynamiczny przyrost ilości danych, gwałtowny postęp technologiczny, brak zainteresowania czy wiedzy o tym, jakie cyfrowe zasoby są dostępne (i gdzie ich szukać), a także brak systematycznego zarządzania i archiwizacji. W wyniku tego procesu cyfrowe zasoby mogą pozostawać nieużywane, nieznane lub niezauważone przez dłuższy czas, co prowadzi do ich stopniowej degradacji i utraty wartości użytkowej (zużycie moralne, ekonomiczne) lub wręcz przeciwnie – do drastycznego wzrostu ich wartości dokumentacyjnej i ekonomicznej.

Oba powyższe zjawiska stanowią zagrożenie dla dziedzictwa cyfrowego, choć z różnych przyczyn. Utrata dotyczy fizycznego braku zasobów, podczas gdy zapomnienie wiąże się z brakiem działań, które mogłyby zapobiec dewaluacji cyfrowego dziedzictwa. Ważne jest więc nie tylko utrzymanie infrastruktury zasobów w dobrym stanie technicznym, ale także odpowiednie nimi zarządzanie, w tym archiwizacja, aby były łatwiej dostępne dla przyszłych pokoleń.

Rozwój sztucznej inteligencji może wpływać na dziedzictwo kulturowe na różnych polach. Z jednej strony AI wykazuje przydatność w odtwarzaniu i renowacji obiektów materialnych w bardziej dokładny sposób, tzn. bliższy oryginałowi. Na przykład algorytmy uczenia maszynowego mogą pomóc w rekonstrukcji zabytków, które zostały zniszczone lub uszkodzone, jak również wspierać digitalizację i udostępnianie cyfrowych kolekcji sztuki, muzyki czy literatury. Z rozwojem sztucznej inteligencji związane są jednak także nowe wyzwania. Przykładowo AI może być wykorzystana do tworzenia fałszywych zabytków lub kopii dzieł artystycznych,



które mogą wprowadzać w błąd odbiorców (nabywców) i powodować szkody dla dziedzictwa kulturowego. Ponadto stosowanie sztucznej inteligencji na różnych polach sztuki i kultury może prowadzić do zaniku ich tradycyjnych form, co z kolei wpłynęłoby na wartość i znaczenie wybranych elementów dziedzictwa kulturowego. Z innej perspektywy, rozwój AI ma potencjał wniesienia pozytywnego i niepowtarzalnego wkładu w te dziedziny dzięki zdolności tworzenia nowych ich form, które wykraczają poza tradycyjne wyobrażenia. Dodatkowo sztuczna inteligencja może pomóc w analizie i badaniu różnych aspektów kultury i sztuki i w ten sposób prowadzić do odkrywania nowych trendów i inspiracji dla twórców.

### 5.1. Implikacje praktyczne i ograniczenia badań

W odniesieniu do cyfrowego dziedzictwa kulturowego sztuczna inteligencja może zostać wykorzystana do zarządzania, konserwacji i odtwarzania zasobów na wiele sposobów. Może być pomocna w ich analizie i klasyfikacji, co ułatwia przechowywanie i zarządzanie kolekcjami. Przykładowo algorytmy uczenia maszynowego są w stanie analizować duże zbiory danych, choćby fotografii lub grafik komputerowych, aby wykryć podobne elementy, skategoryzować je i ułatwiać przeszukiwanie. W zakresie renowacji i rekonstrukcji sztuczna inteligencja może być wykorzystana do naprawy uszkodzonych lub zniszczonych cyfrowych zasobów. Algorytmy uczenia maszynowego i sieci neuronowe potrafią dokonać poprawy jakości wiekowych zdjęć lub zdigitalizowanych materiałów filmowych, które są uszkodzone czy zdegradowane. Ponadto algorytmy AI mogą być pomocne w przewidywaniu awarii sprzętu lub systemów, potencjalnie prowadzących do utraty cyfrowych zasobów. Nie bez znaczenia jest także ich rola w automatyzacji procesów związanych z zarządzaniem i konserwacją cyfrowych kopii. Przykładowo algorytmy uczenia maszynowego są w stanie automatycznie rozpoznawać i usuwać powtarzające się pliki lub kategoryzować cyfrowe zasoby. Wszystkie te technologie i algorytmy sztucznej inteligencji mogą więc być stosowane w celu zachowania cyfrowego dziedzictwa przed utratą.

Generowanie grafik i tekstów przy pomocy sztucznej inteligencji może być uznane za etyczne lub nieetyczne w zależności od sposobu ich wykorzystania (Santos i in., 2021). Jeśli wygenerowane przez AI utwory są podobne do istniejących już dzieł, mogą naruszać prawa autorskie lub własność intelektualną. Grafiki wytworzone przez AI mogą być używane do manipulowania opinią publiczną lub tworzenia fałszywych informacji, co jest nieetyczne, podobnie jak celowe generowanie obrazów, które przedstawiają przemoc, treści rasistowskie lub inne, uznane za szkodliwe dla pojedynczych osób lub społeczności. Sztuczna inteligencja to mechanizm komputerowy, dlatego w celu oceny etyczności efektów jej działań konieczna jest kontrola albo nadzór ludzki, aby wyeliminować ryzyko, że generowane grafiki naruszają prawa lub będą szkodliwe dla poszczególnych ludzi lub społeczeństwa. Zasadniczo generowanie grafik przy pomocy sztucznej inteligencji jest o tyle etyczne,

o ile są one wykorzystywane w sposób odpowiedzialny i zgodny z ogólnymi zasadami etyki oraz prawa. Należy również pamiętać, że AI jest narzędziem w rękach człowieka. Odpowiedzialność za jego wykorzystywanie spoczywa na użytkowniku.

## Literatura

- Addison, A. C. (2007). The vanishing virtual: Safeguarding heritage's endangered digital record, (w:) *New Heritage: New Media and Cultural Heritage*, Y. Kalay, T. Kvan, J. Affleck (red.). London: Routledge, 27–39.
- Brand, S. (1999). Escaping the Digital Dark Age. *Library Journal*, 124(2), 46–48.
- Briscoe, G., Sadedin, S., De Wilde, P. (2011). Digital Ecosystems: Ecosystem-Oriented Architectures. *Natural Computing*, 10, 1143–1194. <https://doi.org/10.1007/s11047-011-9254-0>
- Brzezińska, A. W. (2013). Reifikacja dziedzictwa kulturowego w świetle Konwencji UNESCO z 2003 roku. *Nauka*, 1, 109–128.
- Conway, P. (2015). Digital transformations and the archival nature of surrogates. *Archival Science*, 15(1), 51–69. <https://doi.org/10.1007/s10502-014-9219-z>
- Cormode, G., Krishnamurthy, B. (2008). Key differences between Web 1.0 and Web 2.0. *First Monday*, 13(6). <https://doi.org/10.5210/fm.v13i6.2125>
- Fadli, F., AlSaeed, M. (2019). Digitizing Vanishing Architectural Heritage; The Design and Development of Qatar Historic Buildings Information Modeling [Q-HBIM] Platform. *Sustainability*, 11(9), 2501. <https://doi.org/10.3390/su11092501>
- Fontanella, F., Colace, F., Molinara, M., Di Freca, A. S., Stanco, F. (2020). Pattern recognition and artificial intelligence techniques for cultural heritage. *Pattern Recognition Letters*, 138, 23–29. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2020.06.018>
- Haenlein, M., Kaplan, A. (2019). A Brief History of Artificial Intelligence: On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence. *California Management Review*, 61(4), 5–14. <https://doi.org/10.1177/0008125619864925>
- Hamet, P., Tremblay, J. (2017). Artificial intelligence in medicine. *Metabolism*, 69, 36–40. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2017.01.011>
- Jasińska, K. (2021). The Digital Chasm between an Idea and Its Implementation in Industry 4.0 – The Case Study of a Polish Service Company. *Sustainability*, 13(16), 8834. <https://doi.org/10.3390/su13168834>
- Jeffrey, S. (2012). A new Digital Dark Age? Collaborative web tools, social media and long-term preservation. *World Archaeology*, 44(4), 553–570. <https://doi.org/10.1080/00438243.2012.737579>
- Karakas, F. (2009). Welcome to World 2.0: the new digital ecosystem. *Journal of Business Strategy*, 30(4), 23–30. <https://doi.org/10.1108/02756660910972622>
- Król, K. (2021). Hardware Heritage – Briefcase-Sized Computers. *Heritage*, 4(3), 2237–2252. <https://doi.org/10.3390/heritage4030126>
- Król, K., Prus, B., Hernik, J. (2021). Wprowadzenie. Potrzeba opracowania katalogu dziedzictwa kulturowego Małopolski, (w:) *Katalog dziedzictwa kulturowego Małopolski*, J. Hernik,

- B. Prus, K. Król (red.). Kraków: Wydawnictwo Uniwersytetu Rolniczego, 25–36. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.17161769>
- Król, K., Zdonek, D. (2023). Digital Assets in the Eyes of Generation Z: Perceptions, Outlooks, Concerns. *Journal of Risk and Financial Management*, 16(1), 22. <https://doi.org/10.3390/jrfm16010022>
- Kuny, T. (1998). The digital dark ages? Challenges in the preservation of electronic information. *International Preservation News*, 17, 8–13.
- Li, X., Lin, B. (2021). The Development and Design of Artificial Intelligence in Cultural and Creative Products. *Mathematical Problems in Engineering*, 2021, 9942277, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2021/9942277>
- Miller, J. R. (2005). Biodiversity conservation and the extinction of experience. *Trends in Ecology & Evolution*, 20(8), 430–434. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.05.013>
- Parry, R. (2007). *Recoding the Museum Digital Heritage and the Technologies of Change*. Abingdon – New York: Routledge.
- Pinchbeck, D., Anderson, D., Delve, J., Alemu, G., Ciuffreda, A., Lange, A. (2009). Emulation as a strategy for the preservation of games: the KEEP project. DiGRA 2009, London.
- Santos, I., Castro, L., Rodriguez-Fernandez, N., Torrente-Patiño, Á., Carballal, A. (2021). Artificial Neural Networks and Deep Learning in the Visual Arts: a review. *Neural Computing and Applications*, 33, 121–157. <https://doi.org/10.1007/s00521-020-05565-4>
- Sesana, E., Gagnon, A. S., Ciantelli, C., Cassar, J., Hughes, J. J. (2021). Climate change impacts on cultural heritage: A literature review. *WIREs Climate Change*, 12(4), e710. <https://doi.org/10.1002/wcc.710>
- Silver, M. S. (2006). Browser-based applications: popular but flawed? *Information Systems and e-Business Management*, 4, 361–393. <https://doi.org/10.1007/s10257-005-0024-3>
- Sołtysik-Piorunkiewicz, A., Zdonek, I. (2021). How Society 5.0 and Industry 4.0 Ideas Shape the Open Data Performance Expectancy. *Sustainability*, 13(2), 917. <https://doi.org/10.3390/su13020917>
- Stahn, C., Hartmann, V., Koczy, A. (2022). Working world 4.0: will everything remain different?! „AWA” project examines the changes of digitalization on a company level. *Procedia Computer Science*, 200, 969–975. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.295>
- Thwaites, H. (2013). *Digital Heritage: What Happens When We Digitize Everything?*, (w:) *Visual Heritage in the Digital Age*, E. Ch'ng, V. Gaffney, H. Chapman (red.). Springer Series on Cultural Computing, London: Springer, 327–348. [https://doi.org/10.1007/978-1-4471-5535-5\\_17](https://doi.org/10.1007/978-1-4471-5535-5_17)
- UNESCO (2003). *Charter on the Preservation of the Digital Heritage*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000179529.page=2>, data dostępu: 28.11.2023.
- UNESCO (2015). *Recommendation Concerning the Preservation of, and Access to, Documentary Heritage Including in Digital Form*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000244675.page=5>, data dostępu: 28.11.2023.
- UNESCO (2023). *Concept of Digital Heritage*. <https://en.unesco.org/themes/information-preservation/digital-heritage/concept-digital-heritage>, data dostępu: 28.11.2023.
- Valdez-de-Leon, O. (2019). How to Develop a Digital Ecosystem: a Practical Framework. *Technology Innovation Management Review*, 9(8), 43–54. <https://doi.org/10.22215/timreview/1260>

- Xu, X., Lu, Y., Vogel-Heuser, B., Wang, L. (2021). Industry 4.0 and Industry 5.0 – Inception, conception and perception. *Journal of Manufacturing Systems*, 61, 530–535. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.10.006>
- Yamada, S. (2017). Who Moved My Masterpiece? Digital Reproduction, Replacement, and the Vanishing Cultural Heritage of Kyoto. *International Journal of Cultural Property*, 24(3), 295–320. <https://doi.org/10.1017/S0940739117000145>