

## Technologie przełomowe i rozwiązania biznesowe sektora gier wideo w kontekście gospodarki cyfrowej

**Piotr Rykała**

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

e-mail: [piotr.rykala@uekat.pl](mailto:piotr.rykala@uekat.pl)

ORCID: [0000-0003-2031-0383](https://orcid.org/0000-0003-2031-0383)

© 2026 Piotr Rykała

Praca opublikowana na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa-Na tych samych warunkach 4.0 Międzynarodowe (CC BY-SA 4.0). Skrócona treść licencji dostępna jest online na <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.pl>

**Cytuj jako:** Rykała, P. (2026). Technologie przełomowe i rozwiązania biznesowe sektora gier wideo w kontekście gospodarki cyfrowej. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 70(2), 41-58.

DOI: [10.15611/pn.2026.2.04](https://doi.org/10.15611/pn.2026.2.04)

JEL: O33, L86, L82

### Streszczenie

**Cel:** Celem artykułu jest identyfikacja i charakterystyka wybranych technologii oraz modeli biznesowych rozwijanych w sektorze gier wideo w kontekście ich potencjału zastosowania w procesach transformacji cyfrowej oraz możliwości adaptacji poza przemysłem rozrywkowym. Analiza koncentruje się na określeniu, w jakich obszarach rozwiązania rozwijane i udoskonalane w środowisku gier znajdują zastosowanie w innych sektorach gospodarki. Przedmiotem badania są zarówno narzędzia technologiczne (VR/AR, sztuczna inteligencja, chmura obliczeniowa), jak i modele organizacyjno-rynkowe (gra jako usługa, mikrotransakcje, modele subskrypcyjne i wczesny dostęp).

**Metodyka:** Zastosowano podejście eksploracyjne, obejmujące analizę literatury naukowej (Scopus) oraz publikacji branżowych, uzupełnioną przeglądem przykładów wykorzystania technologii i modeli biznesowych. Wykorzystano mapowanie porównawcze, pozwalające na identyfikację pól zastosowań w sektorze gier oraz ich odpowiedników poza nim.

**Wyniki:** Analiza wskazuje na szerokie spektrum zastosowań technologii VR/AR, sztucznej inteligencji oraz rozwiązań chmurowych w edukacji, ochronie zdrowia, administracji publicznej i przemyśle. Modele biznesowe wypracowane i udoskonalane w sektorze gier, takie jak mikrotransakcje lub subskrypcje, znalazły swoje odpowiedniki w sektorach usług cyfrowych, mediów strumieniowych czy oprogramowania. Wyniki nie przesądzają o tym, że sektor gier jest pierwotnym źródłem tych

technologii, jednak potwierdzają jego rolę jako środowiska intensywnego testowania, skalowania i komercjalizacji rozwiązań o wysokim potencjale adaptacji.

**Implikacje i rekomendacje:** Wyniki mogą stanowić podstawę do dalszych badań nad transferem wiedzy i rozwiązań pomiędzy sektorami oraz nad rolą sektorów kreatywnych w procesach cyfryzacji. Zaleca się rozwój badań empirycznych nad skalą adaptacji technologii „pochodzących z gier” oraz analizę efektywności modeli biznesowych w środowiskach spoza branży gamingowej.

**Oryginalność/wartość:** Artykuł proponuje strukturalne ujęcie synergii między sektorem gier wideo a innymi obszarami gospodarki cyfrowej. Wartość badawcza polega na systematyzacji wiedzy o technologicznych i modelowych rozwiązaniach rozwijanych w sektorze gier oraz ich potencjale adaptacyjnym, co wypełnia lukę w literaturze dotyczącej międzysektorowej dyfuzji praktyk cyfrowych.

**Słowa kluczowe:** gospodarka cyfrowa, sektor gier video, transfer wiedzy, technologie przełomowe

---

## 1. Wstęp

Cyfryzacja stała się jednym z głównych motorów przekształceń współczesnych gospodarek, wpływając na sposoby produkcji, dystrybucji i świadczenia usług. Dynamiczny rozwój technologii immersyjnych (VR/AR), sztucznej inteligencji oraz przetwarzania w chmurze – szeroko opisywany w ostatnich latach (Dwivedi i in., 2021; Marinescu, 2022; Radianti i in., 2020) – zwiększa znaczenie sektorów, które pełnią funkcję środowiska szybkiego eksperymentowania i skalowania rozwiązań cyfrowych. Jednym z nich jest sektor gier wideo, charakteryzujący się krótkimi cyklami innowacji, wysoką presją konkurencyjną i zaawansowanymi praktykami projektowania interakcji (Cohendet i Simon, 2007; Klimas i Czakon, 2022).

Mimo że technologie takie jak VR/AR czy AI rozwijały się także poza gamedevem, to właśnie branża gier odegrała istotną rolę w ich doskonaleniu i popularyzacji. W jej obrębie powstały również modele biznesowe, które obecnie są kluczowe dla gospodarki cyfrowej: GaaS, mikrotransakcje, subskrypcje czy ekosystemy gier-platform (Hamari i Keronen, 2017; Nieborg, 2015). Jednocześnie literatura rzadko syntetyzuje proces transferu technologii i modeli z sektora gier do takich obszarów, jak edukacja, zdrowie, administracja publiczna czy przemysł – mimo rosnącej liczby badań dokumentujących ich adaptację (Hamilton i in., 2021; Roppelt i in., 2024). Luka badawcza dotyczy więc dwóch kwestii: (1) braku systematycznego ujęcia międzysektorowych zastosowań technologii rozwijanych w gamedevie oraz (2) niedostatecznego opisu dyfuzji modeli biznesowych charakterystycznych dla branży. Podejście to pozwala określić, jak rozwiązania wywodzące się z gier są modyfikowane i skalowane poza rynkiem rozrywkowym. Wstępne wyniki wskazują, że technologie i modele biznesowe gamedevu znajdują potwierdzone zastosowania zwłaszcza w edukacji, opiece zdrowotnej i przemyśle, a mechanizmy ich transferu są bardziej usystematyzowane, niż sugeruje dotychczasowa literatura – co stanowi konkretny wkład w rozwój badań nad gospodarką cyfrową.

Celem artykułu jest analiza wybranych technologii i modeli biznesowych rozwijanych w sektorze gier wideo pod kątem ich wykorzystania w innych obszarach gospodarki cyfrowej. Badanie ma charakter eksploracyjny i obejmuje analizę literatury, studia przypadków oraz porównanie przykładów zastosowań w różnych sektorach.

W pracy formułuje się następujące pytania badawcze: (1) W jakich sektorach i w jakich formach technologie rozwijane i wykorzystywane w grach wideo znajdują zastosowanie poza przemysłem rozrywkowym?, (2) W jaki sposób modele biznesowe charakterystyczne dla sektora gier są adaptowane w innych obszarach gospodarki cyfrowej. Zgodnie z celem przyjęto jedną hipotezę roboczą (nietestowaną ilościowo, lecz weryfikowaną jakościowo): H1: Sektor gier wideo pełni funkcję środowiska intensywnego eksperymentowania, a wybrane technologie i modele rozwijane w jego obrębie znajdują zastosowania w innych sektorach gospodarki cyfrowej. Hipoteza ta nie zakłada

pierwotnego pochodzenia technologii z branży gier, lecz odwołuje się do jej roli w procesach adaptacji, testowania i skalowania rozwiązań cyfrowych. Artykuł stanowi zatem próbę uporządkowania wiedzy na temat międzysektorowego transferu technologii i modeli biznesowych oraz identyfikacji obszarów, które wykazują największy potencjał adaptacyjny w kontekście transformacji cyfrowej.

## 2. Przegląd literatury

Badania nad technologiami przełomowymi i ich dyfuzją do różnych sektorów gospodarki znacząco przyspieszyły w ostatnich latach, co potwierdzają zarówno przeglądy systematyczne, jak i analizy trendów technologicznych. W literaturze pojęcie technologii przełomowej odnosi się do rozwiązań, które zmieniają dominujące modele działania organizacji poprzez wprowadzanie nowych sposobów tworzenia wartości (Betz i in., 2023; Bielińska-Dusza, 2020). We współczesnym ujęciu są to technologie o potencjale radykalnej zmiany, szerokiej adaptacji oraz wysokiej dynamice rozwojowej (Bamel i in., 2023). W niniejszym przeglądzie skoncentrowano się na technologiach kluczowych dla sektora gier wideo: VR/AR, sztucznej inteligencji (AI), rozwiązaniach chmurowych oraz środowiskach immersyjnych.

W ostatnich latach szczególnie szybko rozwija się literatura dotycząca VR/AR – rośnie liczba badań empirycznych oraz przeglądów systematycznych w obszarach edukacji, medycyny i treningu kompetencji (Radianti i in., 2020; Szpak i in., 2020). Duża część tej dynamiki wynika z rozwoju silników gier, takich jak Unity czy Unreal Engine, które zmniejszają bariery wejścia i przyspieszają prototypowanie aplikacji pozarozrywkowych (Mayer i in., 2022).

W przypadku AI literatura podkreśla gwałtowny wzrost zastosowań uczenia maszynowego, analizy obrazu oraz generatywnych modeli językowych (Dwivedi i in., 2023; Roppelt i in., 2024). Choć AI nie pochodzi z sektora gier, branża ta stanowi ważne środowisko testowe dla algorytmów symulacyjnych i interakcyjnych (Juliani i in., 2018; Yannakakis i Togelius, 2024). Jednocześnie badacze zwracają uwagę na ograniczenia wdrożeniowe, w tym brak przejrzystości AI i wyzwania etyczne (Roppelt i in., 2024).

Istotną rolę w rozwoju rozwiązań cyfrowych odgrywa także przetwarzanie w chmurze, które stało się podstawą usług streamingowych i skalowalnych aplikacji immersyjnych (Marinescu, 2022). Modele chmurowe wspierają rozwój usługowych form dystrybucji treści, w tym cloud gamingu i platform subskrypcyjnych (Shea i in., 2021). Zjawisko to wpisuje się w szerszy trend transformacji infrastrukturalnej gospodarki cyfrowej.

Oprócz technologii, literatura coraz szerzej analizuje modele biznesowe wywodzące się z sektora gier, takie jak *free-to-play*, mikrotransakcje, loot boxy, subskrypcje, *early access* czy serwicyzacja treści (King i Delfabbro, 2018; Lehdonvirta, 2009; Nieborg, 2015; Weststar i Dubois, 2023). Badania wskazują, że gaming był jednym z pierwszych środowisk intensywnego eksperymentowania z retencją użytkowników, monetyzacją opartą na danych oraz usługowymi modelami dystrybucji, które później przeniknęły do takich sektorów, jak muzyka, wideo, edukacja, e-commerce i oprogramowanie (Datta i in., 2018; Yu i in., 2022). Zestawienie to podkreśla, że współczesna gospodarka cyfrowa adaptuje struktury monetyzacji rozwijane pierwotnie w grach – co stanowi istotne rozszerzenie badań nad transferem innowacji poza obszar technologii sensu stricto.

Coraz większą uwagę przyciągają powiązania między sektorami kreatywnymi a gospodarką cyfrową. OECD (2024) wskazuje, że sektor gier to jedno z najbardziej innowacyjnych środowisk kreatywnych, w którym technologie i modele monetyzacji są wdrażane w sposób eksperymentalny. Rozwiązania te znajdują zastosowania m.in. w edukacji, zdrowiu, kulturze czy administracji, co potwierdzają liczne studia przypadków (Dwivedi i in., 2023; Radianti i in., 2020).

Równocześnie badania akcentują ograniczenia adaptacyjne – m.in. koszty infrastrukturalne, wyzwania kompetencyjne oraz trudności w przenoszeniu mechanik interakcji użytkownika do kontekstów pozarozrywkowych (Mayer i in., 2022). Wskazuje się także na ryzyko przeceniania potencjału technologii w obszarach o wysokich wymaganiach bezpieczeństwa (Roppelt i in., 2024).

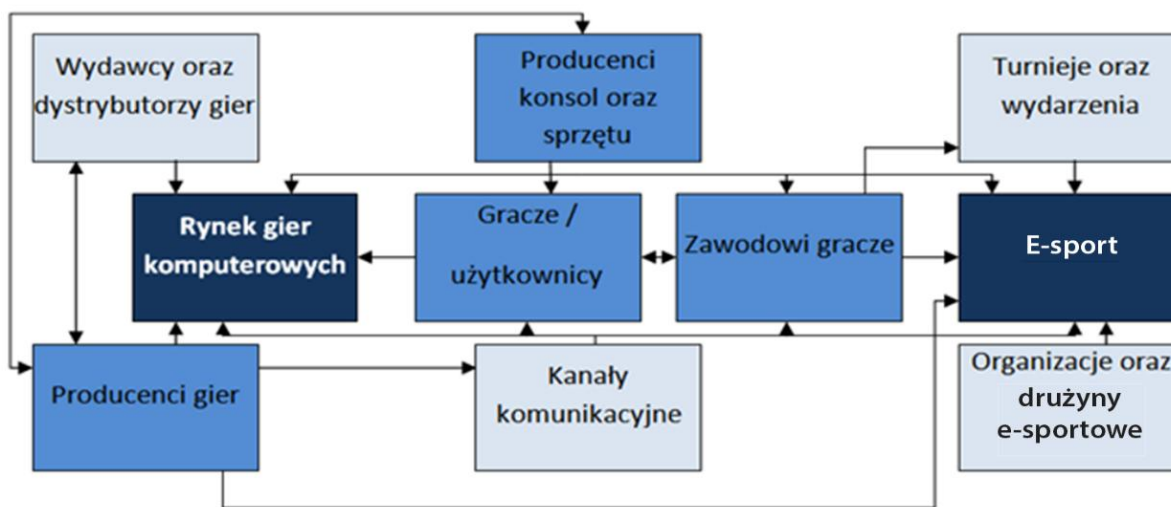
### 3. Technologie przełomowe i innowacyjne modele biznesowe rozwijane w grach wideo: implikacje dla transformacji cyfrowej

#### 3.1. Charakterystyka sektora gier video

Sektor gier wideo to jedno z najbardziej dynamicznych ogniw przemysłów kreatywnych, należących do gospodarki cyfrowej opartej na wiedzy, technologii i twórczości. Zyskał on na znaczeniu wraz z rozwojem komputerów, internetu i urządzeń mobilnych. Branża ta łączy technologię i sztukę, co wymaga od producentów tworzenia produktów zarówno zaawansowanych technologicznie, jak i artystycznie wyrafinowanych (Cohendet i Simon, 2007; Hotho i Champion, 2011; Klimas i in., 2025). Taka specyfika czyni sektor gier hybrydową przestrzenią kulturowo-technologiczną (Baeza-González, 2021; Belyaeva i in., 2022).

Tradycyjnie struktura sektora opiera się na współpracy studiów deweloperskich, wydawców, dystrybutorów i producentów sprzętu (Cadin Guérin, 2006), chociaż współcześnie ich role coraz mocniej się przenikają (Rykała, 2020). Istotna jest też obecność społeczności twórców, graczy, streamerów i influencerów, którzy promują produkt, wspierają rozwój i budują zaangażowanie (Carlson i in., 2008; Haefliger i in., 2010).

Komplementarnym segmentem sektora jest e-sport, rozwijający się w oparciu o tę samą infrastrukturę technologiczną, społecznościową i instytucjonalną. Oba sektory wzajemnie wzmacniają swoje modele wzrostu – gry zyskują nowe cykle życia poprzez rywalizację profesjonalną i amatorską, a e-sport dzięki grom otrzymuje zróżnicowane środowisko rozwoju wydarzeń, transmisji i usług towarzyszących.



Rys. 1. Relacje między sektorem gier video oraz e-sportem

Źródło: (Heffner i in., 2022).

W literaturze coraz częściej zastępuje się tradycyjne ujęcie sektorowe perspektywą ekosystemową. Ekosystem gier (VGIE) obejmuje producentów, wydawców, użytkowników, instytucje publiczne, ośrodki badawcze, inwestorów i niezależnych twórców, współtworzących złożony układ kreowania wartości (Klimas i Czakon, 2022). Nie ma on charakteru hierarchicznego – opiera się na dynamicznych relacjach, przepływach wiedzy i eksperymentowaniu (Granstrand i Holgersson, 2020; Ritala i Almpantopoulou, 2017).

Silna presja innowacyjna, krótkie cykle produktowe i zaawansowana digitalizacja procesów produkcji oraz dystrybucji sprzyjają szybkim zmianom w branży (Oh i in., 2016; Xu i in., 2018). Twórcy działają w elastycznych, wielopodmiotowych sieciach, co umożliwia intensywną dyfuzję wiedzy oraz

testowanie nowych technologii i modeli biznesowych. Z tego powodu sektor gier coraz częściej postrzegany jest jako ważny element infrastruktury rozwoju kompetencji cyfrowych i kreatywnych.

W kontekście dalszego wywodu – poświęconego technologiom i modelom biznesowym rozwijanym w branży oraz ich zastosowaniom międzysektorowym – kluczowe znaczenie ma zrozumienie tej złożoności: hybrydowego charakteru sektora, jego funkcjonowania w ramach ekosystemów innowacji oraz sposobów, w jakie współpraca podmiotów wpływa na tempo adaptacji i skalowalność rozwiązań w gospodarce cyfrowej.

### 3.2. Wybrane technologie przełomowe

Dobór technologii analizowanych w niniejszym podrozdziale wynika zarówno z ich kluczowej roli w rozwoju współczesnych gier wideo, jak i z udokumentowanego znaczenia w szeroko rozumianej transformacji cyfrowej. Weryfikacja przeprowadzona w bazie Scopus dla lat 2024-2025 potwierdza ich dominującą pozycję we współczesnej literaturze naukowej: dla wyrażenia „virtual reality” odnotowano 66 729 publikacji, dla „VR” – 25 436, dla „augmented reality” – 36 682, dla „AR” – 83 219, dla „artificial intelligence” – 572 669, dla „machine learning” – 646 707, a dla „cloud computing” – 101 463. Tak wysoka intensywność publikacyjna potwierdza zarówno dojrzałość, jak i wielobranżowy charakter tych rozwiązań. Jednocześnie w literaturze podkreśla się ich niedostateczne poznanie w kontekście barier i czynników warunkujących adaptację w takich sektorach, jak zdrowie, edukacja, handel elektroniczny czy administracja publiczna (Roppelt i in., 2024; Sounderajah i in., 2021). Technologie te należą do kategorii „przełomowych” (*disruptive/ground-breaking technologies*), czyli takich, które prowadzą do radykalnych zmian strukturalnych oraz modyfikacji dotychczasowych modeli działania organizacji (Bamel i in., 2023; Betz i in., 2023; Bielińska-Dusza, 2020).

**Rzeczywistość wirtualna (VR) i rozszerzona (AR)** stanowią jedne z najlepiej rozwiniętych i najszerzej testowanych technologii immersyjnych w sektorze gier. VR zapewnia pełne zanurzenie w środowisku cyfrowym poprzez wyspecjalizowane urządzenia (gogle, kontrolery, sensory haptyczne), umożliwiając użytkownikowi wielozmysłową interakcję (Li, 2024; Rubio-Tamayo i in., 2017). AR natomiast integruje cyfrowe informacje z rzeczywistym światem, wykorzystując urządzenia mobilne, czujniki i systemy śledzenia przestrzennego (Azuma, 1997; Billinghurst i in., 2015; Szpringer, 2023). W grach technologie te pozwalają na eksperymentowanie z nowymi formami immersji, responsywnością środowiska i intuicyjnymi interfejsami użytkownika, przyczyniając się do ich komercyjnego i funkcjonalnego doskonalenia.

Zastosowania międzysektorowe VR/AR obejmują m.in. medycynę (szkolenia chirurgiczne, rehabilitacja, diagnostyka), przemysł (cyfrowe bliźniaki, szkolenia BHP), edukację (nauczanie immersyjne, laboratoria wirtualne), handel (wirtualne przymierzalnie), administrację i usługi publiczne (wizualizacja danych przestrzennych, planowanie urbanistyczne). Badania wskazują jednak, że dynamiczny rozwój VR/AR wiąże się również z ograniczeniami, takimi jak koszty wdrożenia, dyskomfort użytkowników czy potrzeba wysokiej jakości interfejsów haptycznych (Szpak i in., 2020).

**Sztuczna inteligencja (AI)** stała się kluczowym elementem współczesnej produkcji gier dzięki możliwości analizowania zachowań użytkowników, generowania adaptacyjnych środowisk oraz symulowania złożonych interakcji w czasie rzeczywistym (Russell i Norvig, 2020). W praktyce sektor gier wykorzystuje głównie modele uczenia maszynowego (ML) i głębokiego uczenia (DL), zdolne do rozpoznawania wzorców, optymalizacji zachowań NPC czy personalizacji doświadczenia gracza (Goodfellow i in., 2016; LeCun i in., 2015). W literaturze AI traktowana jest jako technologia ogólnego przeznaczenia (*general purpose technology*, GPT), zdolna do transformowania wielu sektorów gospodarki poprzez skalowalność, zdolność automatyzacji i rosnącą efektywność (Rashid i Kausik, 2024).

Zastosowania AI poza grami obejmują m.in. medycynę (systemy diagnostyczne, analiza obrazowa) (Roppelt i in., 2024), przemysł (predykcyjne utrzymanie ruchu), handel elektroniczny (personalizacja

ofert), edukację (systemy tutoringowe), marketing (analityka behawioralna) oraz zarządzanie infrastrukturą publiczną. W ostatnich latach szczególne znaczenie zyskała generatywna sztuczna inteligencja (GenAI), umożliwiająca tworzenie treści (tekstów, grafik, modeli 3D) i otwierająca nowe możliwości zarówno w grach, jak i w sektorach kreatywnych oraz usługowych (Brown i in., 2020). Jej adaptacja wiąże się jednak z wyzwaniami dotyczącymi jakości danych, objaśnialności modeli, nadzoru nad treściami oraz ryzyka błędów systemowych (Gu i in., 2023).

**Chmura obliczeniowa** odgrywa strategiczną rolę w branży gier jako fundament wielu procesów produkcyjnych, testowych, dystrybucyjnych i usługowych. Rozwiązania chmurowe oparte na modelach IaaS, PaaS i SaaS umożliwiają skalowanie zasobów, automatyzację procesów, wdrażanie aktualizacji w czasie rzeczywistym oraz integrację z innymi technologiami cyfrowymi (Marinescu, 2022; Mell i Grance, 2011). Przykłady zastosowań obejmują platformy streamingu gier (np. Amazon Luna, Xbox Cloud Gaming), narzędzia współpracy zespołów developerskich, systemy analityczne oraz infrastruktury serwerowe dla dużych tytułów multiplayer (Rahimi i in., 2014).

Poza sektorem gier chmura stała się kluczowym elementem transformacji cyfrowej przedsiębiorstw, administracji publicznej i sektora usług, umożliwiając automatyzację procesów, optymalizację kosztów oraz integrację systemów informatycznych (Hashem i in., 2015). Jednocześnie literatura zwraca uwagę na ograniczenia związane z kwestiami bezpieczeństwa danych, zależnością od dostawców oraz koniecznością podnoszenia kompetencji cyfrowych użytkowników końcowych (Mittal, 2025).

### 3.3. Wybrane innowacyjne modele biznesowe w branży gier wideo

Branża gier wideo od lat pełni funkcję laboratorium modeli biznesowych w gospodarce cyfrowej. Warunki jej funkcjonowania (wysoka konkurencyjność, pełna cyfryzacja, elastyczność aktualizacji oraz stała interakcja z użytkownikiem) sprzyjają szybkiemu testowaniu i iteracyjnemu udoskonalaniu mechanizmów tworzenia i monetyzacji wartości. W literaturze identyfikuje się wiele modeli, które rozwijały się w tym sektorze lub zostały w nim znacząco udoskonalone, takie jak przepustki sezonowe, monetyzacja treści tworzonych przez użytkowników czy złożone ekosystemy gier-platform (Garea i in., 2021; Weststar i Dubois, 2023). Niniejsza analiza koncentruje się jednak na pięciu modelach, które jednocześnie: (1) są dobrze opisane w literaturze, (2) mają silne zakorzenie w sektorze gier, (3) uległy potwierdzonej dyfuzji międzysektorowej oraz (4) mieszczą się w ograniczeniach objętościowych artykułu: *Game as a Service* (GaaS), mikrotransakcje, wczesny dostęp, subskrypcje oraz gry jako platformy.

**Game as a Service (GaaS)** stanowi rozwinięcie koncepcji serwityzacji, w ramach której produkt staje się usługą rozwijaną w sposób ciągły (Vandermerwe i Rada, 1988). W sektorze gier oznacza to stałe aktualizacje, sezonowe rozszerzenia treści, wykorzystywanie danych użytkowników do personalizacji oraz długoterminową relację z odbiorcą (Hamari i Keronen, 2017; Weststar i Dubois, 2023). Badania wskazują, że mechanizmy charakterystyczne dla GaaS (iteracyjność, procesowość, modelowanie zachowań użytkowników) przenikają do takich sektorów, jak usługi edukacyjne, platformy streamingowe czy aplikacje produktywności (Chia i in., 2020), gdzie stosuje się analogiczne podejścia oparte na regularnych aktualizacjach, cyklach treści i personalizacji.

Z GaaS bezpośrednio powiązane są **mikrotransakcje**, które początkowo dominowały w modelu *free-to-play*, a współcześnie stały się kluczowym źródłem przychodów także w grach premium (Gibson i in., 2023; Lehdonvirta, 2009). Ich istotą jest fragmentaryzacja wartości cyfrowej, pozwalająca użytkownikom nabywać drobne elementy wirtualne zgodnie z własnymi preferencjami, co wpisuje się w logikę granularnej konsumpcji w gospodarce cyfrowej (Nieborg, 2015). Mechanizmy mikrotransakcji zostały szeroko zaadaptowane poza gamingiem, m.in. w aplikacjach fitness, platformach edukacyjnych, narzędziach komunikacyjnych oraz usługach medialnych, w których pojedyncze funkcje, filtry, wersje premium lub pakiety są udostępniane w zamian za niewielkie opłaty. Jednocześnie w literaturze podkreśla się wyzwania regulacyjne związane z kontrowersyjnymi formami mikropłatności, zwłaszcza

loot boxami (King i Delfabbro, 2018; Xiao 2021), które skłoniły wiele państw do wprowadzenia mechanizmów nadzoru i klasyfikacji treści.

Kolejnym mechanizmem o potwierdzonej dyfuzji jest **wczesny dostęp**, polegający na udostępnianiu nieukończonych produktów użytkownikom, którzy współuczestniczą w ich rozwoju. Zjawisko to, szerzej analizowane w kontekście ekonomii uczestnictwa (Jenkins i in., 2015), wspiera iteracyjny rozwój, umożliwia weryfikację rynkową na wczesnym etapie oraz redukuje ryzyko inwestycyjne. Badania wskazują, że model ten wzmacnia relacje między twórcami a społecznością i sprzyja większej transparentności procesu produkcji. Rozwiązania analogiczne do wczesnego dostępu – beta-testy, wczesne wersje usług, sezony pilotażowe – stały się obecnie standardem w rozwoju aplikacji mobilnych, oprogramowania edukacyjnego i platform medialnych, co potwierdza międzysektorową adaptację logiki „testowania w toku”.

**Subskrypcje** stały się jednym z najważniejszych nowych modeli biznesowych w sektorze konsol, znacząco zmieniając relacje między sprzedawcą sprzętu i gier. Usługi takie jak Xbox Game Pass i PlayStation Plus oferują użytkownikom dostęp do rotującego katalogu tytułów za cykliczną opłatą, uzupełniając tradycyjny model własności (Zhang i Seidmann, 2010). Ich szybki wzrost – postrzegany jako „kluczowy katalizator zmieniającej się dynamiki branży gier” (Severin i Gresham, 2023) – wynika z niższych kosztów dla graczy oraz zwiększonej widoczności gier o niższym potencjale rynkowym (Rietveld i in., 2019). Dla właścicieli platform subskrypcje zapewniają przewidywalny strumień przychodów i zwiększają aktywność użytkowników (Datta i in., 2018). Jednocześnie budzą obawy o kanibalizację sprzedaży i przesunięcie władzy w łańcuchu dostaw, analogicznie do rynków muzyki i VOD (Yu i in., 2022).

Najbardziej rozbudowaną formę innowacji stanowią **gry jako platformy (GaaP)**, w których produkt ewoluuje w wielostronny ekosystem treści, narzędzi i interakcji, tworzonych zarówno przez twórców, jak i przez użytkowników (Nieborg, 2015). Tego typu środowiska – reprezentowane m.in. przez gry umożliwiające tworzenie własnych doświadczeń, ekonomii twórców i rynków wtórnych – stały się przedmiotem rosnącego zainteresowania ze względu na ich znaczenie dla przyszłych modeli pracy twórczej, edukacji cyfrowej oraz usług platformowych (Rietveld, 2020). Mechanizmy platformowe wywodzące się z gier przeniknęły już do przestrzeni edukacyjnych, platform kreatywnych oraz systemów pracy zdalnej, w których współtworzenie treści i narzędzi użytkownika stało się kluczowym elementem strategii usługowych.

### 3.4. Ograniczenia i wyzwania transferu technologii oraz modeli biznesowych

Transfer technologii i modeli biznesowych z sektora gier – takich jak VR/AR, AI, systemy proceduralne czy usługi chmurowe – postępuje dynamicznie, lecz literatura wskazuje na liczne bariery utrudniające ich adaptację w edukacji, zdrowiu, przemyśle bądź administracji. Mimo wysokiej innowacyjności gamedevu, skuteczne wdrażanie jego rozwiązań wymaga dostosowania do odmiennych struktur i wymogów regulacyjnych tych sektorów (Dwivedi i in., 2022; Maroukas i in., 2023).

W VR/AR dominują bariery ergonomiczne, sprzętowe i integracyjne – od przeciążenia poznawczego po brak kompatybilności z infrastrukturą IT (Hamilton i in., 2021; Xi i in., 2023). W zdrowiu kluczowe są dodatkowo rygorystyczne wymogi kliniczne i bezpieczeństwa (Al-Kuwaiti i in., 2023). W przypadku AI centralne wyzwania dotyczą wyjaśnialności, stronniczości i zaufania, szczególnie w sektorach wysokiego ryzyka (Linardatos i in., 2021). Technologie oparte na chmurze napotykały problemy z cyberbezpieczeństwem, skalowalnością i brakiem standardów integracyjnych.

Modele GaaS i subskrypcyjne, skuteczne w grach, spotykają się ze sceptycyzmem w sektorach publicznych i edukacyjnych z powodu obaw o przejrzystość, dane użytkowników oraz stabilność przychodów (Weststar i Dubois, 2023). Mikrotransakcje są często nieakceptowalne etycznie, a loot boxy podlegają rosnącej regulacji (Close i in., 2021; Spicer i in., 2022). Modele platformowe wymagają wysokiej dojrzałości analitycznej i zdolności absorpcji technologii, które pozostają ograniczone w wielu organizacjach.

Największym wyzwaniem nie jest sama technologia, lecz różnice w kulturze organizacyjnej, tolerancji ryzyka i logice tworzenia wartości. Adaptacja rozwiązań z gamedevu wymaga równoległego rozwoju kompetencji, infrastruktury oraz ram regulacyjnych. Literatura podkreśla potrzebę standaryzacji i badań międzysektorowych, które pozwolą łączyć tempo innowacji branży gier z wymaganiami stabilności sektorów publicznych i przemysłowych (Dwivedi i in., 2022).

## 4. Metodyka

Celem badania była identyfikacja oraz porównawcza analiza wybranych technologii (VR/AR, sztuczna inteligencja, chmura obliczeniowa) i modeli biznesowych (GaaS, mikrotransakcje, wczesny dostęp, subskrypcje, GaaP) rozwijanych w sektorze gier wideo pod kątem ich potencjału do zastosowań w innych sektorach. Badanie miało charakter eksploracyjny i oparto je na podejściu *mapping review*, które pozwala syntetyzować dostępne dane i wskazywać dominujące kierunki wykorzystania analizowanych rozwiązań. Procedura badawcza składała się z dwóch etapów. W pierwszym przeprowadzono zapytania bibliometryczne w bazie Scopus, obejmujące publikacje z lat 2020-2025. Dla technologii VR/AR, AI i chmury obliczeniowej zastosowano kombinacje słów kluczowych odnoszące się do czterech sektorów: edukacji, ochrony zdrowia, przemysłu oraz administracji publicznej. Wybór tych obszarów wynikał z ich częstego występowania w literaturze dotyczącej zastosowań analizowanych technologii oraz z ich roli jako kluczowych pól wdrażania rozwiązań cyfrowych w strategicznych dokumentach UE, OECD i WHO. Dzięki temu sektory pełniły funkcję stabilnych kategorii porządkujących zapytania, umożliwiając porównanie skali i kierunków wykorzystania technologii. W drugim etapie przeprowadzono analogiczne zapytania dla modeli biznesowych. Ze względu na mniejszą liczbę publikacji w tym obszarze zapytania poszerzono (tam, gdzie było to uzasadnione) o słowa kluczowe odnoszące się do usług cyfrowych, platform oraz zastosowań edukacyjnych. Celem było uchwycenie zarówno opisów modeli, jak i ich potencjalnych adaptacji poza sektorem gier. Dla każdego z osiemnastu zapytań odnotowano liczbę publikacji oraz pobrano dziesięć najczęściej cytowanych prac, które następnie poddano jakościowej analizie treści. Pozwoliło to na identyfikację dominujących tematów, typowych kontekstów wykorzystania technologii i modeli, a także przykładów zastosowań wykraczających poza sektor rozrywki. Triangulacja dwóch źródeł danych (wyników zapytań bibliometrycznych i jakościowej analizy topowych publikacji) umożliwiła zidentyfikowanie wzorców zastosowań oraz luk badawczych. Podejście to pozwoliło jednocześnie uchwycić skalę zainteresowania naukowego i charakter opisywanych zastosowań, stanowiąc podstawę do przedstawienia wyników analizy w kolejnym rozdziale.

## 5. Rezultaty badań

Przeprowadzona analiza pozwoliła określić skalę zainteresowania badawczego technologiami i modelami biznesowymi rozwijanymi w sektorze gier wideo w czterech kluczowych obszarach zastosowań: edukacji, ochronie zdrowia, przemyśle oraz administracji publicznej. Zapytania dotyczące technologii wygenerowały bardzo zróżnicowaną liczbę publikacji. Największą liczbę wyników odnotowano dla sztucznej inteligencji, zwłaszcza w edukacji (819 676 publikacji), ochronie zdrowia (171 079) i przemyśle (88 796), a najmniejszą w administracji publicznej (15 424). W przypadku technologii VR/AR skala badań była mniejsza, lecz nadal wysoka – od 41 099 publikacji w edukacji do 1 058 w administracji. Z kolei chmura obliczeniowa generowała od 52 089 publikacji w edukacji do 17 828 w ochronie zdrowia. Znacznie skromniejszy wolumen badań dotyczył modeli biznesowych: *Game as a Service* (34 publikacje, w wersji rozszerzonej o konteksty usługowe – 5), mikrotransakcje (398), wczesny dostęp (66), subskrypcje (973) oraz gier jako platformy (GaaP – 1 792). Dla każdego zapytania przeanalizowano dziesięć najczęściej cytowanych publikacji, identyfikując dominujące kierunki wykorzystania technologii i modeli oraz przykłady ich adaptacji poza sektorem gier.

Analiza publikacji potwierdza, że technologie rozwijane w sektorze gier wideo stanowią istotne zaplecze rozwiązań wykorzystywanych w edukacji, ochronie zdrowia, przemyśle oraz administracji publicznej. W przypadku VR/AR najczęściej badane są zastosowania bazujące na immersyjnych symulacjach i środowiskach treningowych, zarówno w edukacji, jak i w medycynie, co jest zgodne z dominującymi przykładami wskazanymi w tabeli – obejmującymi m.in. symulacje procedur medycznych oraz wirtualne środowiska do nauki języków (Marougkas i in., 2023; Parmaxi, 2023). W obszarze sztucznej inteligencji publikacje koncentrują się na modelach generatywnych, systemach adaptacyjnych oraz diagnostyce algorytmicznej, co koresponduje z przykładami pozagrowymi, takimi jak predykcyjne modele oparte na fizyce (Karniadakis i in., 2021) czy wykorzystanie LLM-ów w praktyce klinicznej (Thirunavukarasu i in., 2023). Z kolei badania nad chmurą obliczeniową dotyczą głównie przetwarzania dużych zbiorów danych i skalowalnych usług – od klasyfikacji obrazów satelitarnych po bioinformatykę strukturalną – co odpowiada przypadkom zidentyfikowanym w latach 2020-2025. Poniższa tabela syntetyzuje przykłady zastosowań każdej technologii w sektorze gier oraz najbardziej zbliżonych funkcjonalnie adaptacji poza branżą gier. Wszystkie przykłady zewnętrzne pochodzą z publikacji odnalezionych w zapytaniach Scopusa (2020-2025).

Tabela 1. Zastosowanie wybranych technologii rozwijanych w sektorze gier wideo w innych obszarach gospodarki

Technologia	Sektor	Przykład zastosowania w grach wideo	Przykład zastosowania poza sektorem gier
VR/AR	Edukacja	Wysokiej wierności symulacje (VR) ruchu i interakcji z przedmiotami (Half-Life: Alyx), pozwalające na pełne zanurzenie sensoryczne i ćwiczenie precyzyjnych działań manualnych	Immersyjne szkolenia oparte na symulacjach (SBT) dla procedur medycznych (np. wielokrotne powtarzanie procedury w bezpiecznym środowisku), wirtualna rzeczywistość w nauce języków (poprawa zaangażowania poznawczego i praktyka) (Marougkas i in., 2023; Parmaxi, 2023)
	Ochrona zdrowia	Haptyczne interfejsy i kontrolery ruchu ( <i>haptic feedback rings</i> ), które dostarczają fizycznego sprzężenia zwrotnego, np. przy pociąganiu za spust (symulacje VR/AR)	Terapia ekspozycyjna na fobie (np. lęk wysokości) oraz cyfrowa psychiatria wykorzystująca AR/VR do zdalnej interwencji (Al-Kuwaiti i in., 2023; Torous i in., 2021). Kontrola awatarów dla neuroprotezy mowy u osób sparaliżowanych (VR jako interfejs komunikacyjny) (Metzger i in., 2023)
	Przemysł	Metaverse/XR do testowania i prototypowania w przestrzeni cyfrowej, z wykorzystaniem modeli 3D i analityki ruchu (np. silniki Unreal Engine/Unity)	Cyfrowe Bliźniaki jako Usługa (DTaaS) w Industry 4.0 (integracja z VR/AR do wizualizacji, konserwacji predykcyjnej i masowej indywidualizacji) (Aheleroff i in., 2021; Mihai i in., 2022). Ograniczenie obciążenia pracą podczas korzystania z systemów informatycznych mediowanych przez XR
	Administracja publiczna	Dynamiczne symulacje zachowania tłumu i ścieżek ewakuacyjnych w złożonych, wirtualnych środowiskach (np. symulacje City: Skylines w 3D/VR)	Szkolenie ewakuacyjne w Metaverse dla budynków użyteczności publicznej (system oparty na głębokim uczeniu wzmocnionym) (Gu i in., 2023). Wsparcie polityk turystycznych i zarządzania kryzysowego (VR Tourism) (Abdel-Basset i in., 2021; Talwar i in., 2023)
AI	Edukacja	Generowanie treści proceduralnego (PCG) tworzącego nieskończone światy i obiekty, z wykorzystaniem <i>Generative Adversarial Networks</i> (GANs) (np. <i>No Man's Sky</i> )	Modele predykcyjne oparte na fizyce ( <i>Physics-Informed ML</i> ) i transfer <i>learning</i> w badaniach podstawowych (np. modelowanie złożonych systemów fizycznych) (Karniadakis i in., 2021; Zhuang i in., 2021). Przewidywanie struktury białek z wysoką dokładnością (AlphaFold 3) (Abramson i in., 2024)
	Ochrona zdrowia	Złożone systemy NPC ( <i>Non-Player Characters</i> ) reagujące na zachowanie gracza, dostosowując dialogi i strategie w czasie rzeczywistym ( <i>Red Dead Redemption 2, Skyrim</i> )	Duże Modele Językowe (LLMs) wspierające praktykę i badania medyczne (np. generowanie hipotez, wsparcie diagnostyczne) (Liu i in., 2024; Thirunavukarasu i in., 2023). Wyjaśnialna sztuczna inteligencja (XAI) dla zwiększenia zaufania do diagnostyki opartej na obrazowaniu (Loh i in., 2022)

Technologia	Sektor	Przykład zastosowania w grach wideo	Przykład zastosowania poza sektorem gier
	Przemysł	Uczenie wzmacnione (RL) i głębokie uczenie (DL) optymalizujące balanse w grach, automatyzujące testowanie i generowanie treści	Przejęcie do Industry 5.0 (wykorzystanie AI do współpracy człowiek-maszyna i masowej indywidualizacji) (Maddikunta i in., 2022). Generatywna AI (ChatGPT) w planowaniu biznesowym i badaniach naukowych, mająca implikacje dla przedsiębiorstw (Dwivedi i in., 2023)
	Administracja publiczna	Systemy <i>anti-cheat</i> i analiza sentymentu oparta na ML/DL, mające na celu utrzymanie porządku i monitorowanie społeczności graczy	Wdrożenie Trustworthy AI w sektorach wysokiego ryzyka (np. sądownictwo, zarządzanie publiczne), wymagające interpretowalności modeli (Linardatos i in., 2021; Kaur i in., 2022). Prognozowanie trendów środowiskowych w inteligentnych miastach (AI dla polityki publicznej) (Al-Eidi i in., 2023)
Chmura obliczeniowa	Edukacja	Platformy do strumieniowania gier (GeForce Now, Xbox Cloud Gaming), które renderują obraz i przesyłają go na urządzenia o niższej mocy obliczeniowej	Zautomatyzowana klasyfikacja pokrycia terenu (LULC) na skalę globalną (wykorzystanie <i>Deep Learning</i> na danych Sentinel-2 w systemie opartym na chmurze) (Karra i in., 2021)
	Ochrona zdrowia	Masowe serwery gry (MMOs) hostujące tysiące graczy i przetwarzające ich interakcje w czasie rzeczywistym ( <i>EVE Online</i> , <i>World of Warcraft</i> )	Bioinformatyka strukturalna w chmurze (wykorzystanie zasobów chmury do analizy struktur białek i genomiki) (Honorato i in., 2021; Váradi i in., 2024). Systemy wspomaganie diagnostyki w inteligentnej opiece zdrowotnej oparte na AI i IoMT (Loh i in., 2022)
	Przemysł	Platformy GaaS i dystrybucja cyfrowa (np. Steam, Epic Games Store), umożliwiające szybką dystrybucję aktualizacji i usług	Model <i>Digital Twin as a Service</i> (DTaaS) w Industry 4.0, oferujący funkcje monitorowania i konserwacji predykcyjnej (Aheleroff i in., 2021; Zheng i in., 2021). Uczenie maszynowe (ML) w druku 3D, zarządzające procesami wytwarzania przyrostowego (Goh i in., 2021)
	Administracja publiczna	Wykorzystanie hostowanych serwerów do kolaboracji (np. <i>Minecraft Realms</i> ), wspierające masową interakcję i tworzenie wirtualnych społeczności	Inteligentne Miasta ( <i>Smart Cities</i> ) i zarządzanie infrastrukturą (wykorzystanie IoT, AI i chmury) (Javed i in., 2022; Kaginalkar i in., 2021)

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki analizy jednoznacznie wskazują na istnienie wyraźnych analogii między sposobami wykorzystania technologii w grach wideo a ich adaptacjami w pozostałych sektorach. W przypadku VR/AR kluczowe znaczenie mają immersyjne, interaktywne środowiska, które w grach przybierają formę symulacji ruchu i interakcji, a poza nimi – treningów medycznych, terapii ekspozycyjnych czy szkoleń ewakuacyjnych. W obszarze AI technologie opracowywane na potrzeby gier (generowanie treści (PCG), adaptacyjne zachowania NPC czy uczenie wzmacnione) znajdują swoje odpowiedniki w badaniach naukowych, diagnostyce i systemach rekomendacyjnych. Technologie chmurowe wykorzystywane w grach do strumieniowania, hostingu i skalowalnej obsługi użytkowników mają analogiczne zastosowania w przetwarzaniu danych biomedycznych, inteligentnych miastach i usługach edukacyjnych. Zestawienia te wskazują, że sektor gier wideo odgrywa rolę istotnego laboratorium innowacji technologicznych, których rozwiązania są coraz częściej transferowane do innych obszarów gospodarki cyfrowej.

Analiza publikacji dotyczących modeli biznesowych potwierdza, że w porównaniu z technologiami stanowią one wciąż bardziej sektorowy, wyspecjalizowany obszar badań. Niemniej rośnie zainteresowanie transferem rozwiązań typowych dla gier, takich jak *Game as a Service*, mikrotransakcje czy subskrypcje, do innych branż kreatywnych i cyfrowych. Zidentyfikowane przykłady wskazują, że mechanizmy monetyzacji oraz strategie dostarczania treści wypracowane w grach znajdują coraz wyraźniejsze odpowiedniki w usługach projektowych, medycznych czy społecznościowych.

Tabela 2. Zastosowanie wybranych modeli biznesowych z sektora gier wideo w innych branżach

Rozwiązanie biznesowe	Przykład zastosowania w sektorze gier wideo	Przykład zastosowania poza sektorem gier
Gra jako usługa (GaaS)	Model <i>Live Service</i> (np. <i>Fortnite</i> , <i>Destiny 2</i> ), charakteryzujący się ciągłym rozwojem, sezonowymi aktualizacjami i silną retencją użytkowników	<i>Servitization</i> w kreatywnych branżach projektowych (ciągły rozwój produktu i integracja z klientem) (Weststar i Dubois, 2023)
Mikrotransakcje	Skrzynki z łupami ( <i>Loot Boxes</i> ) oparte na losowej zawartości ( <i>FIFA Ultimate Team</i> , <i>Counter-Strike: Global Offensive</i> ), będące zakupem z szansą na wygraną	Badania nad hazardem problemowym ( <i>Problem Gambling</i> ) – analiza związku między wydatkami na loot boxy a uzależnieniem od hazardu (tzw. <i>gateway hypothesis</i> ) (Garea i in., 2021; Spicer i in., 2022). Analiza <i>whales</i> (graczy o najwyższych wydatkach) i identyfikacja ich profilu psychologicznego (Close i in., 2021)
Wczesny dostęp ( <i>Early Access</i> )	Sprzedaż niedokończonej wersji gry (alfa/beta) na platformach (Steam Early Access) w celu pozyskania funduszy i aktywnych testerów przed komercyjną premierą	Programy wczesnego dostępu (EAP) dla leków w onkologii i leczeniu astmy, umożliwiające pacjentom dostęp do terapii przed oficjalną komercjalizacją (Albiges i in., 2021; Martínez-Moragón i in., 2021). Indeksowanie artykułów naukowych jako <i>Early-Access</i> w celu szybkiego udostępniania wyników (Papadimitriou i Allinson, 2022)
Subskrypcje	Usługi dostępu do katalogu gier (Xbox Game Pass, PlayStation Plus), oferujące stały dostęp do biblioteki tytułów za miesięczną opłatą	Platformy <i>Over-The-Top</i> (OTT) w mediach (wpływ subskrypcji na konsumpcję treści i intencję ponownego zakupu) (Chakraborty i in., 2023). Wzorce manipulacyjne w usługach online wpływające na podejmowanie decyzji o subskrypcji (Bongard-Blanchy i in., 2021)
GaaP	Modyfikacje gier (Mody), mapy i dodatki tworzone i dystrybuowane przez społeczność ( <i>Minecraft</i> , <i>Roblox</i> , <i>Garry's Mod</i> )	Analiza dezinformacji zdrowotnej na platformach społecznościowych (np. UGC na temat ADHD na TikTok) (Yeung i in., 2022). Modelowanie rekomendacji na platformach społecznościowych oparte na UGC przy użyciu GNN ( <i>Graph Neural Networks</i> ) (Li i in., 2023)

Źródło: opracowanie własne.

Zestawienie pokazuje, że modele biznesowe wywodzące się z sektora gier wideo pełnią funkcję inspiracji dla rozwiązań stosowanych w szeroko rozumianej gospodarce cyfrowej. Model GaaS wykazuje silne podobieństwo do praktyk charakterystycznych dla usług SaaS i szerzej – trendu *servitization* (*servitization*), opartego na ciągłym rozwoju produktu i iteracyjnych aktualizacjach. Mikrotransakcje zyskały swoje odpowiedniki w formatach freemium oraz modelach wyceny dynamicznej w aplikacjach mobilnych i e-commerce, a ich psychologiczne mechanizmy są analizowane w kontekście zachowań zbliżonych do hazardu. Wczesny dostęp, stosowany w branży gier do testowania produktów przed premierą, odpowiada praktykom wczesnego dostępu do terapii medycznych oraz szybkim publikacjom naukowym. Subskrypcje (rozwijane w branży gier jako alternatywa dla sprzedaży jednostkowej) stały się jednym z dominujących modeli monetyzacji treści w mediach cyfrowych. UGC (GaaP), typowe dla takich gier jak *Minecraft* czy *Roblox*, znajduje swoje analogie w ekosystemach platform społecznościowych, gdzie treści tworzone przez użytkowników stają się podstawą rekomendacji i źródłem analiz behawioralnych. Wspólnie obserwacje te wskazują, że praktyki monetyzacyjne i sposoby angażowania użytkowników wypracowane w grach wideo istotnie wpływają na współczesne modele biznesowe w innych sektorach.

## 6. Dyskusja i wnioski

Przeprowadzona analiza bibliometryczna oraz jakościowa charakterystyka publikacji najczęściej cytowanych w latach 2020-2025 pozwoliły uchwycić sposób, w jaki technologie rozwijane intensywnie m.in. w sektorze gier wideo (VR/AR, sztuczna inteligencja, przetwarzanie w chmurze) oraz wybrane

modele biznesowe (GaaS, mikrotransakcje, wczesny dostęp, subskrypcje, GaaP) pojawiają się w badaniach naukowych dotyczących zastosowań w edukacji, ochronie zdrowia, przemyśle oraz administracji publicznej. Wyniki nie wskazują na bezpośredni ani jednoznaczny wpływ sektora gier na pozostałe branże. Należy podkreślić, że badanie pozwala raczej zidentyfikować analogie funkcjonalne, kierunki wykorzystania oraz zbieżności technologiczne, które mogą stanowić podstawę dalszych analiz empirycznych.

W przypadku VR/AR oraz chmury obliczeniowej dominującym zjawiskiem widocznym w wynikach jest duża koncentracja badań w obszarach edukacji i zdrowia, natomiast AI wykazuje ogromną skalę zainteresowania naukowego we wszystkich czterech sektorach. Otrzymane wartości liczby publikacji – od 1 058 wyników dla VR/AR w administracji do ponad 819 tys. wyników dla AI w edukacji – wskazują, że technologie te są badane intensywniej poza sektorem gier niż w jego obrębie. Pokazuje to wyraźnie, że sektor gier nie stanowi pierwotnego źródła omawianych technologii, co zresztą byłoby niezgodne z literaturą (np. historia VR od lat 60., sztucznej inteligencji od lat 50. czy chmury od lat 90.). Niemniej sektor gier jest środowiskiem, w którym technologie te były intensywnie rozwijane, komercjalizowane oraz testowane na masową skalę, co czyni go jednym z kluczowych kontekstów wdrożeniowych.

Wyniki analizy jakościowej najczęściej cytowanych publikacji wskazują, że technologie stosowane w grach znajdują liczne odpowiedniki w zastosowaniach profesjonalnych – VR/AR w szkoleniach i medycynie, AI w edukacji adaptacyjnej i diagnostyce, chmura w usługach infrastrukturalnych, symulacjach, medycynie oraz badaniach naukowych. W żadnym z analizowanych artykułów nie wskazano jednak bezpośredniego transferu technologicznego z sektora gier do gospodarki – częściej pojawiają się paralele projektowe lub wykorzystanie podobnych zasad interakcji, immersji, generatywności czy skalowalności. Oznacza to, że sektor gier może być traktowany jako przestrzeń intensywnej eksperymentacji, a nie jako pierwotne źródło analizowanych technologii.

Analogicznie, analiza modeli biznesowych pokazuje, że rozwiązania charakterystyczne dla branży gier (GaaS, mikrotransakcje, wczesny dostęp czy subskrypcje) mają swoje odpowiedniki w innych sektorach, ale ich podobieństwo wynika raczej ze zbieżności logiki działania rynku cyfrowego niż z bezpośredniego „eksportu” modeli z gier. Przykładowo, model SaaS istniał wcześniej niż GaaS, lecz ich współczesne formy operacyjne wykazują liczne podobieństwa: iteracyjny rozwój, ciągłość usług, cykliczne aktualizacje, integracja danych użytkowników czy ekonomia subskrypcji. Sektor gier odgrywa tu rolę środowiska, które dynamizuje i testuje te podejścia, lecz nie można stwierdzić, że jest on ich głównym źródłem.

Warto podkreślić również ograniczenia badania. Analiza wykorzystuje frazy kluczowe i kryteria wyszukiwania o charakterze eksploracyjnym, nie ma charakteru ilościowej oceny wpływu ani nie obejmuje analiz statystycznych zależności pomiędzy sektorami. Wyniki oparte są na jakościowym przeglądzie najczęściej cytowanych publikacji, co pozwala zidentyfikować dominujące tematy, lecz nie umożliwia formułowania uogólnionych wniosków dotyczących związków przyczynowych. Ograniczeniem jest również brak jednorodności terminologicznej w literaturze – takie pojęcia, jak „branża”, „sektor”, „przemysł” czy „ekosystem”, stosowane są niekiedy zamiennie, co utrudnia precyzyjne porównania międzydziedzinowe.

Mimo tych ograniczeń analiza wnosi wartość do literatury w trzech obszarach. Po pierwsze, syntetyzuje dominujące kierunki badań i pozwala porównać skalę naukowego zainteresowania wybranymi technologiami w czterech sektorach. Po drugie, pokazuje, że choć sektor gier nie jest genezą technologii przełomowych ani ich bezpośrednim „darczyńcą”, to stanowi wysoce produktywne środowisko implementacyjne, które dostarcza wzorców interakcji, sposobów projektowania doświadczeń oraz modeli operacyjnych. Po trzecie, identyfikuje potencjał dalszych badań empirycznych – zwłaszcza dotyczących ilościowych pomiarów adaptacji wybranych technologii i modeli biznesowych oraz analiz statystycznych relacji między sektorami.

Podsumowując, można stwierdzić, że sektor gier wideo uznaje się za istotny komponent krajobrazu gospodarki cyfrowej, lecz rola ta polega przede wszystkim na testowaniu, skalowaniu i popularyzacji

rozwiązań technologicznych oraz modeli biznesowych, a nie na ich pierwotnym tworzeniu. Wyniki badania wskazują na liczne obszary, w których rozwiązania znane z gier mają odpowiedniki w zastosowaniach profesjonalnych, jednak nie przesądzają o kierunku ani sile oddziaływania między sektorami. Uzyskane rezultaty podkreślają zatem potrzebę dalszych, bardziej pogłębionych badań – zarówno ilościowych, jak i jakościowych – które pozwolą określić rzeczywiste mechanizmy dyfuzji innowacji w gospodarce cyfrowej oraz rolę sektora gier jako jednego z jej dynamicznie rozwijających się elementów.

## Bibliografia

- Abdel-Basset, M., Chang, V. i Nabeeh, N.A. (2021). An Intelligent Framework Using Disruptive Technologies for COVID-19 Analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 163, 120431. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120431>
- Abramson, J., Adler, J., Dunger, J., Evans, R., Green, T., Pritzel, A., Ronneberger, O., Willmore, L., Ballard, A. J., Bambrick, J., Bodenstein, S. W., Evans, D. A., Hung, C. C., O'Neill, M., Reiman, D., Tunyasuvunakool, K., Wu, Z., Žemgulytė, A., Arvaniti, E.,...Jumper, J. M. (2024). Accurate Structure Prediction of Biomolecular Interactions with AlphaFold 3. *Nature*, 630, 493-500. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07487-w>
- Aheleroff, S., Xu, X., Zhong, R. Y. i Lu, Y. (2021). Digital Twin as a Service (DTaaS) in Industry 4.0: An Architecture Reference Model. *Advanced Engineering Informatics*, 47. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2020.101225>
- Albiges, L., Fléchon, A., Chevreau, C., Topart, D., Gravis, G., Oudard, S., Tourani, J. M., Geoffrois, L., Meriaux, E., Thierry-Vuillemin, A., Barthélémy, P., Ladoire, S., Laguerre, B., Perrot, V., Billard, A., Escudier, B. i Gross-Goupil, M. (2021). Real-World Evidence of Cabozantinib in Patients with Metastatic Renal Cell Carcinoma: Results from the CABOREAL Early Access Program. *European Journal of Cancer*, 142, 102-111. <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2020.09.030>
- Al-Eidi, S., Amsaad, F., Darwish, O., Tashtoush, Y., Alqahtani, A. i Niveshitha, N. (2023). Comparative Analysis Study for Air Quality Prediction in Smart Cities Using Regression Techniques. *IEEE Access*, 11, 115140-115149. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3323447>
- Al-Kuwaiti, A., Nazer, K., Al-Reedy, A., Al-Shehri, S., Al-Muhanna, A., Subbarayalu, A. V., Al Muhanna, D. i Al-Muhanna, F. A. (2023). A Review of the Role of Artificial Intelligence in Healthcare. *Journal of Personalized Medicine*, 13(6), 951. <https://doi.org/10.3390/jpm13060951>
- Azuma, R. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Baeza-González, S. (2021). Video Games Development in the Periphery: Cultural Dependency? *Geografiska Annaler, Series B: Human Geography*, 103(1), 39-54. <https://doi.org/10.1080/04353684.2021.1894077>
- Bamel, U., Talwar, S., Pereira, V., Corazza, L. i Dhir, A. (2023). Disruptive Digital Innovations in Healthcare: Knowing the Past and Anticipating the Future. *Technovation*, 125. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2023.102785>
- Belyaeva, Z., Petrosyan, A. i Shams, S. M. R. (2022). Stakeholder Data Analysis in the Video Gaming Industry: Implications for Regional Development. *EuroMed Journal of Business*, 17(3), 333-349. <https://doi.org/10.1108/EMJB-10-2021-0150>
- Betz, U. A. K., Arora, L., Assal, R. A., Azevedo, H., Baldwin, J., Becker, M. S., Bostock, S., Cheng, V., Egle, T., Ferrari, N., Schneider-Futschik, E. K., Gerhardy, S., Hammes, A., Harzheim, A., Herget, T., Jauset, C., Kretschmer, S., Lammie, C., Kloss, N.,... Zhao, G. (2023). Game Changers in Science and Technology – Now and Beyond. *Technological Forecasting and Social Change*, 193, 122588. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122588>
- Bielińska-Dusza, E. (2020). Analysis of Ground-Breaking Technologies and Their Effect on the Functioning of Enterprises. W: A. Zakrzewska-Bielawska i I. Staniec (red.), *Contemporary Challenges in Cooperation and Competition in the Age of Industry 4.0. 10th Conference on Management of Organizations' Development (MOD)*. Springer.
- Billinghurst, M., Clark, A. i Lee, G. (2015). A Survey of Augmented Reality. *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, 8(2-3), 73-272. <https://doi.org/10.1561/11000000049>
- Bongard-Blanchy, K., Rossi, A., Rivas, S., Doublet, S., Koenig, V. i Lenzini, G. (2021). "I Am Definitely Manipulated, Even When I Am Aware of It. It's Ridiculous! – Dark Patterns from the End-User Perspective. *Proceedings of the 2021 ACM Designing Interactive Systems Conference*, 763-776. <https://doi.org/10.1145/3461778.3462086>
- Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., Neelakantan, A., Shyam, P., Sastry, G., Askell, A., Agarwal, S., Herbert-Voss, A., Krueger, G., Henighan, T., Child, R., Ramesh, A., Ziegler, D. M.,...Amodei, D. (2020). Language Models are Few-Shot Learners. W: H. Larochelle, M. Ranzato, R. Hadsell, M. F. Balcan i H. Lin (red.), *Advances in Neural Information Processing Systems. 34th Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS 2020)*, (t. 33, s. 1877-1901). Neural Information Processing Systems Foundation Inc.

- Cadin, L. i Guérin, F. (2006). What Can We Learn from the Video Games Industry? *European Management Journal*, 24(4), 248-255. <https://doi.org/10.1016/j.emj.2006.05.001>
- Carlson, B., Suter, T. i Brown, T. (2008). Social versus Psychological Brand Community: The Role of Psychological Sense of Brand Community. *Journal of Business Research*, 61, 284-291.
- Chakraborty, D., Siddiqui, M., Siddiqui, A., Paul, J., Dash, G. i Mas, F. (2023). Watching Is Valuable: Consumer Views – Content Consumption on OTT Platforms. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 70. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2022.103148>
- Chia, A., Keogh, B., Leorke, D. i Nicoll, B. (2020). Platformisation in Game Development. *Internet Policy Review*, 9(4). <https://doi.org/10.14763/2020.4.1515>
- Close, J., Spicer, S. G., Nicklin, L. L., Uther, M., Lloyd, J. i Lloyd, H. (2021). Secondary Analysis of Loot Box Data: Are High-Spending “Whales” Wealthy Gamers or Problem Gamblers? *Addictive Behaviors*, 117. <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2021.106851>
- Cohendet, P. i Simon, L. (2007). Playing across the Playground: Paradoxes of Knowledge Creation in the Videogame Firm. *Journal of Organizational Behavior*, 28(5), 587-605. <https://doi.org/10.1002/job.460>
- Datta, H., Knox, G. i Bronnenberg, B. J. (2018). Changing Their Tune: How Consumers' Adoption of Online Streaming Affects Music Consumption and Discovery. *Marketing Science*, 37(1), 5-21. <https://doi.org/10.1287/mksc.2017.1051>
- Dwivedi, Y., Hughes, L., Baabdullah, A. M., Ribeiro-Navarrete, S., Giannakis, M., Al-Debei, M. M., Dennehy, D., Metri, B., Buhalis, D., Cheung, C., Conboy, K., Doyle, R., Dubey, R., Dutot, V., Felix, R., Goyal, D. P., Gustafsson, A., Hinsch, C., Jebabli, I.,...Wamba, S. (2022). Metaverse beyond the Hype: Multidisciplinary Perspectives on Emerging Challenges, Opportunities, and Agenda for Research, Practice and Policy. *International Journal of Information Management*, 66. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2022.102542>
- Dwivedi, Y., Hughes, L., Ismagilova, E., Aarts, G., Coombs, C., Crick, T., Duan, Y., Dwivedi, R., Edwards, J., Eirug, A., Galanos, V., Ilavarasan, V., Janssen, M., Jones, P., Kar, A., Kizgin, H., Kronemann, B., Lal, B., Lucini, B.,...Williams, M. D. (2021). Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary Perspectives on Emerging Challenges, Opportunities, and Agenda for Research, Practice and Policy. *International Journal of Information Management*, 57. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.08.002>
- Dwivedi, Y., Kshetri, N., Hughes, L., Slade, E., Jeyaraj, A., Kar, A., Baabdullah, A. M., Koochang, A., Raghavan, V., Ahuja, M., Albanna, H., Albashrawi, M., Al-Busaidi, A., Balakrishnan, J., Barlette, Y., Basu, S., Bose, I., Brooks, L., Buhalis, D.,...Wright, R. (2023). So What If ChatGPT Wrote It? Multidisciplinary Perspectives on Opportunities, Challenges and Implications of Generative Conversational AI for Research, Practice and Policy. *International Journal of Information Management*, 71. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102642>
- Garea, S. S., Drummond, A., Sauer, J. D., Hall, L. C. i Williams, M. N. (2021). Meta-Analysis of the Relationship between Problem Gambling, Excessive Gaming and Loot Box Spending. *International Gambling Studies*, 21(3), 460-479. <https://doi.org/10.1080/14459795.2021.1914705>
- Gibson, E., Griffiths, M. D., Caldao, F. i Haris, A. (2023). Videogame Player Experiences with Micro-Transactions: An Interpretative Phenomenological Analysis. *Computers in Human Behavior*, 145, 107766. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.107766>
- Goh, G. D., Sing, S. L. i Yeong, W. Y. (2021). A Review on Machine Learning in 3D Printing: Applications, Potential, and Challenges. *Artificial Intelligence Review*, 54. <https://doi.org/10.1007/s10462-020-09876-9>
- Goodfellow, I., Bengio, Y. i Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.
- Granstrand, O. i Holgersson, M. (2020). Innovation Ecosystems: A Conceptual Review and a New Definition. *Technovation*, 90-91. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2019.102098>
- Gu, J., Wang, J., Guo, X., Liu, G., Qin, S. i Bi, Z. (2023). A Metaverse-Based Teaching Building Evacuation Training System with Deep Reinforcement Learning. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 53(4), 2209-2219. <https://doi.org/10.1109/TSMC.2022.3231299>
- Haefliger, S., Jäger, P. i von Krogh, G. (2010). Under the Radar: Industry Entry by User Entrepreneurs. *Research Policy*, 39(9), 1198-1213. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.07.001>
- Hamari, J. i Keronen, L. (2017). Why Do People Play Games? A Meta-Analysis. *International Journal of Information Management*, 37(3), 125-141. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.01.006>
- Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E. i Wilson, C. (2021). Immersive Virtual Reality as a Pedagogical Tool in Education: A Systematic Literature Review of Quantitative Learning Outcomes and Experimental Design. *Journal of Computers in Education*, 8, 1-32. <https://doi.org/10.1007/s40692-020-00169-2>
- Hashem, I. A. T., Yaqoob, I., Anuar, N. B., Mokhtar, S., Gani, A. i Khan, S. U. (2015). The Rise of Big Data on Cloud Computing: Review and Open Research Issues. *Information Systems*, 47, 98-115. <https://doi.org/10.1016/j.is.2014.07.006>
- Heffner, K., Gasidło, K., Klasik, A., Majorek, A., Polko, A., Noworól, A., Janik, M., Klemens, B., Wyrzykowska, A., Stankiewicz, B., Zuzńska-Żyśko, E., Rykała, P., Bartoszek, A., Runge, J., Twardoch, A., Harat, Ł., Komornicki, T., Markowski, T., Kuźnik, F. i Wrana, K. (2022). *Miasta w procesie przemian. W kierunku nowego stylu zarządzania miejskiego. Studia Komitetu Przestrzennego Zagospodarowania Kraju*. Polska Akademia Nauk, Komitet Przestrzennego Zagospodarowaniu Kraju. <https://doi.org/10.24425/143517>

- Honorato, R. V., Koukos, P. I., Jiménez-García, B., Tsaregorodtsev, A., Verlato, M., Giachetti, A., Rosato, A. i Bonvin, A. M. J. J. (2021). Structural Biology in the Clouds: The WeNMR-EOSC Ecosystem. *Frontiers in Molecular Biosciences*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmolb.2021.729513>
- Hotho, S. i Champion, K. (2011). Small Businesses in the New Creative Industries: Innovation as a People Management Challenge. *Management Decision*, 49(1), 29-54. <https://doi.org/10.1108/0025174111094428>
- Javed, A. R., Shahzad, F., Rehman, S. U., Zikria, Y. B., Razzak, I., Jalil, Z. i Xu, G. (2022). Future Smart Cities: Requirements, Emerging Technologies, Applications, Challenges, and Future Aspects. *Cities*, 129. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.103794>
- Jenkins, H., Ito, M. i boyd, d. (2015). *Participatory Culture in a Networked Era. A Conversation on Youth, Learning, Commerce, and Politics*. Polity.
- Juliani, A. Berges, V.-P., Teng, E., Cohen, A., Harper, J., Elion, C., Goy, C., Gao, Y., Henry, H., Mattar, M. i Lange. D. (2018). *Unity: A General Platform for Intelligent Agents*. arXiv:1809.02627. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1809.02627>
- Kaginalkar, A., Kumar, S., Gargava, P. i Niyogi, D. (2021). Review of Urban Computing in Air Quality Management as Smart City Service: An Integrated IoT, AI, and Cloud Technology Perspective. *Urban Climate*, 39. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.100972>
- Karniadakis, G. E., Kevrekidis, I. G., Lu, L., Perdikaris, P., Wang, S. i Yang, L. (2021). Physics-Informed Machine Learning, *Nature Reviews Physics*, 3, 422-441. <https://doi.org/10.1038/s42254-021-00314-5>
- Karra, K., Kontigs, C., Statman-Weil, Z., Mazzariello, J. C., Mathis, M. M. i Brumby, S. P. (2021). Global Land Use / Land Cover with Sentinel 2 And Deep Learning. *2021 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium IGARSS*, 4704-4707. <https://doi.org/10.1109/IGARSS47720.2021.9553499>
- Kaur, D., Uslu, S., Rittichier, K. J. i Durresi, A. (2022). Trustworthy Artificial Intelligence: A Review. *ACM Computing Surveys*, 55(2), 1-38. <https://doi.org/10.1145/3491209>
- King, D. L. i Delfabbro, P. H. (2018). Predatory Monetization Schemes in Video Games (e.g. 'Loot Boxes') and Internet Gaming Disorder. *Addiction*, 113(11), 1967-1969. <https://doi.org/10.1111/add.14286>
- Klimas, P. i Czakon, W. (2022). Gaming Innovation Ecosystem: Actors, Roles and Co-Innovation Processes. *Review of Managerial Science*, 16, 2213-2259. <https://doi.org/10.1007/s11846-022-00518-8>
- Klimas, P., Radomska, J., Kościewicz, D., Strzelec, G. i Wrona, S. (2025). What Are the Drivers, Barriers, Mechanisms, and Anchors of Cross-Industry Cooperation? The Perspective of the Video Game Industry Ecosystem. *Games and Culture*. <https://doi.org/10.1177/15554120251317276>
- LeCun, Y., Bengio, Y. i Hinton, G. (2015). Deep Learning. *Nature*, 521, 436-444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>
- Lehdonvirta, V. (2009). Virtual Item Sales as a Revenue Model: Identifying Attributes That Drive Purchase Decisions. *Electronic Commerce Research*, 9, 97-113. <https://doi.org/10.1007/s10660-009-9028-2>
- Li, T. (2024). Human-Computer Interaction in Virtual Reality Environments for Educational and Business Purposes. *Management of Development of Complex Systems*, (57), 112-117. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.57.112-117>
- Li, X., Sun, L., Ling, M. i Peng, Y. (2023). A Survey of Graph Neural Network Based Recommendation in Social Networks. *Neurocomputing*, 549. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2023.126441>
- Linardatos, P., Papastefanopoulos, V. i Kotsiantis, S. (2021). Explainable AI: A Review of Machine Learning Interpretability Methods. *Entropy*, 23(1), 18. <https://doi.org/10.3390/e23010018>
- Liu, Y., Zhang, X. i Shen, Y. (2024). Technology-Driven Carbon Reduction: Analyzing the Impact of Digital Technology on China's Carbon Emission and Its Mechanism. *Technological Forecasting and Social Change*, 200, 123124. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.123124>
- Loh, H. W., Ooi, C. P., Seoni, S., Barua, P. D., Molinari, F. i Acharya, U. R. (2022). Application of Explainable Artificial Intelligence for Healthcare: A Systematic Review of the Last Decade (2011-2022). *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 226, 107161. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2022.107161>
- Maddikunta, P. K. R., Pham, Q. V., Boopathy, P., Deepa, N., Dev, K., Gadekallu, T. R., Ruby, R. i Liyanage, M. (2022). Industry 5.0: A Survey on Enabling Technologies and Potential Applications. *Journal of Industrial Information Integration*, 26, 100257. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100257>
- Malaspina, M., Barbato, J. A., Cremaschi, M., Gasparini, F., Grossi, A. i Saibene. (2023). *An Experimental Protocol to Access Immersiveness in Video Games*. arXiv:2310.16431. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2310.16431>
- Marinescu, D. (2022). *Cloud Computing: Theory and Practice* (wydanie trzecie). Morgan Kaufmann.
- Marougkas, A., Troussas, C., Krouska, A. i Sgouroupolou, C. (2023). Virtual Reality in Education: A Review of Learning Theories, Approaches and Methodologies for the Last Decade. *Electronics*, 12(13). <https://doi.org/10.3390/electronics12132832>
- Martínez-Moragón, E., García-Moguel, I., Nuevo, J. i Resler, G. (2021). Real-World Study in Severe Eosinophilic Asthma Patients Refractory to Anti-IL5 Biological Agents Treated with Benralizumab in Spain (ORBE Study). *BMC Pulmonary Medicine*, 21, 417. <https://doi.org/10.1186/s12890-021-01785-z>

- Mayer, R. E., Makransky, G. i Parong, J. (2022). The Promise and Pitfalls of Learning in Immersive Virtual Reality. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 39(11), 2229-2238. <https://doi.org/10.1080/10447318.2022.2108563>
- Mell, P. i Grance, T. (2011). *The NIST Definition of Cloud Computing. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology*. National Institute of Standards and Technology.
- Metzger, S. L., Littlejohn, K. T., Silva, A. B., Moses, D. A., Seaton, M. P., Wang, R., Dougherty, M. E., Liu, J. R., Wu, P., Berger, M. A., Zhuravleva, I., Tu-Chan, A., Ganguly, K., Anumanchipalli, G. K. i Chang, E. F. (2023). A High-Performance Neuroprosthesis for Speech Decoding and Avatar Control. *Nature*, 620(7976), 1037-1046. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06443-4>
- Mihai, S., Yaqoob, M., Hung, D. V., Davis, W., Towakel, P., Raza, M., Karamanoglu, M., Barn, B., Shetve, D., Prasad, R. V., Venkataraman, H., Trestian, R. i Nguyen, H. X. (2022). Digital Twins: A Survey on Enabling Technologies, Challenges, Trends and Future Prospects. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 24(4), 2255-2291. <https://doi.org/10.1109/COMST.2022.3208773>
- Mittal, A. (2025). Cloud Computing. *Iconic Research and Engineering Journals*, 8(11).
- Nieborg, D. B. (2015). Crushing Candy: The Free-to-Play Game in Its Connective Commodity Form. *Social Media and Society*, 1(2). <https://doi.org/10.1177/20563051156219>
- OECD. (2024). *Digital Economy Outlook 2024. Volume 1: Embracing the Technology Frontier*. OECD Publishing. Pobrano 17 czerwca 2026 roku z [https://www.oecd.org/en/publications/oecd-digital-economy-outlook-2024-volume-1\\_a1689dc5-en.html](https://www.oecd.org/en/publications/oecd-digital-economy-outlook-2024-volume-1_a1689dc5-en.html)
- Oh, D. S., Phillips, F., Park, S. i Lee, E. (2016). Innovation Ecosystems: A Critical Examination. *Technovation*, 54, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2016.02.004>
- Papadimitriou, M. i Allinson, G. (2022). Microplastics in the Mediterranean Marine Environment: A Combined Bibliometric and Systematic Analysis to Identify Current Trends and Challenges. *Microplastics and Nanoplastics*, 2, 8. <https://doi.org/10.1186/s43591-022-00026-2>
- Parmaxi, A. (2023). Virtual Reality in Language Learning: A Systematic Review and Implications for Research and Practice. *Interactive Learning Environments*, 31(1), 172-184. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1765392>
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J. i Wohlgenannt, I. (2020). A Systematic Review of Immersive Virtual Reality Applications for Higher Education: Design Elements, Lessons Learned, and Research Agenda. *Computers & Education*, 147, 103778. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Rahimi, M., Ren, J., Liu, C. H., Vasilakos, A. V. i Venkatasubramanian, N. (2014). Mobile Cloud Computing: A Survey, State of Art and Future Directions. *Mobile Networks and Applications*, 19(2), 133-143. <https://doi.org/10.1007/s11036-013-0477-4>
- Rashid, A. B. i Kausik, A. K. (2024). AI Revolutionizing Industries Worldwide: A Comprehensive Overview of Its Diverse Applications. *Hybrid Advances*, 7. <https://doi.org/10.1016/j.hybadv.2024.100277>
- Rietveld, J., Ploog, J. N. i Nieborg, D. B. (2020). Coevolution of Platform Dominance and Governance Strategies: Effects on Complementor Performance Outcomes. *Academy of Management Discoveries*, 6(3), 488-513. <https://doi.org/10.5465/amd.2019.0064>
- Rietveld, J., Schilling, M. A. i Bellavitis, C. (2019). Platform Strategy: Managing Ecosystem Value through Selective Promotion of Complements. *Organization Science*, 30(6), 1232-1251. <https://doi.org/10.1287/orsc.2019.1290>
- Ritala, P. i Almpantopoulou, A. (2017). In Defense of 'Eco' in Innovation Ecosystem. *Technovation*, 60-61, 39-42. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2017.01.004>
- Roppelt, J. S., Kanbach, D. K. i Kraus, S. (2024). Artificial Intelligence in Healthcare Institutions: A Systematic Literature Review on Influencing Factors. *Technology in Society*, 76, 102443. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102443>
- Rubio-Tamayo, J., Gétrudix Barrio, M. i García García, F. (2017). Immersive Environments and Virtual Reality: Systematic Review and Advances in Communication, Interaction and Simulation. *Multimodal Technologies and Interaction*, 1(4), 21. <https://doi.org/10.3390/mti1040021>
- Russell, S. i Norvig, P. (2020). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson Education.
- Rykała, P. (2020). The Growth of the Gaming Industry in the Context of Creative Industries. *Biblioteka Regionalisty*, (20), 124-136. <https://doi.org/10.15611/br.2020.1.10>
- Severin, K. i Gresham, P. (2023). *MiDiA Research 2023-2030 Global Games Industry Forecasts. Life Post-Peak*. MiDiA.
- Shea, R., Jiangchuan, L., Ngai, E. C.-H. i Cui, Y. (2021). Cloud Gaming: Architecture and Performance. *IEEE Network*, 27(4), 16-21. <https://doi.org/10.1109/MNET.2013.6574660>
- Sunderajah, V., Patel, V., Varatharajan, L., Harling, L., Normahani, P., Symons, J., Barlow, J., Darzi, A. i Ashrafian, H. (2021). Are Disruptive Innovations Recognised in the Healthcare Literature? A Systematic Review. *BMJ Innovations*, 7(1), 208-216. <https://doi.org/10.1136/bmjinnov-2020-000424>
- Spicer, S. G., Nicklin, L. L., Uther, M., Lloyd, J., Lloyd, H. i Close, J. (2022). Loot Boxes, Problem Gambling and Problem Video Gaming: A Systematic Review and Meta-Synthesis. *New Media & Society*, 24(12), 1001-1022. <https://doi.org/10.1177/14614448211027175>

- Szpak, A., Michalski, S. C. i Loetscher, T. (2020). Exergaming with Beat Saber: An Investigation of Virtual Reality Aftereffects. *Journal of Medical Internet Research*, 22(10). <https://doi.org/10.2196/19840>
- Szpringer, W. (2023). *Metawersum: nowe wyzwania dla zarządzania w gospodarce cyfrowej*. Poltext.
- Talwar, S., Kaur, P., Nunkoo, R. i Dhir, A. (2023). Digitalization and Sustainability: Virtual Reality Tourism in a Post Pandemic World. *Journal of Sustainable Tourism*, 31(11), 2564-2591. <https://doi.org/10.1080/09669582.2022.2029870>
- Thirunavukarasu, A. J., Ting, D. S. J., Elangovan, K., Gutierrez, L., Tan, T. F. i Ting, D. S. W. (2023). Large Language Models in Medicine. *Nature Medicine*, 29(8), 1930-1940. <https://doi.org/10.1038/s41591-023-02448-8>
- Torous, J., Bucci, S., Bell, I. H., Kessing, L. V., Faurholt-Jepsen, M., Whelan, P., Carvalho, A. F., Keshavan, M., Linardon, J. i Firth, J. (2021). The Growing Field of Digital Psychiatry: Current Evidence and the Future of Apps, Social Media, Chatbots, and Virtual Reality. *World Psychiatry*, 20(3), 318-335. <https://doi.org/10.1002/wps.20883>
- Vandermerwe, S. i Rada, J. (1988). Servitization of Business: Adding Value by Adding Services. *European Management Journal*, 6(4), 314-324.
- Váradi, M., Bertoni, D., Magana, P., Paramval, U., Pidruchna, I., Radhakrishnan, M., Tsenkov, M., Nair, S., Mirdita, M., Yeo, J., Kovalevskiy, O., Tunyasuvunakool, K., Laydon, A., Židek, A., Tomlinson, H., Hariharan, D., Abrahamson, J., Green, T., Jumper, J., Birney, E., Steinegger, M., Hassabis, D. i Velankar, S. (2024). AlphaFold Protein Structure Database in 2024: Providing Structure Coverage for over 214 Million Protein Sequences. *Nucleic Acids Research*, 52(D1), D263-D269. <https://doi.org/10.1093/nar/gkad1011>
- Weststar, J. i Dubois, L.-É. (2023). From Crunch to Grind: Adopting Servitization in Project-Based Creative Work. *Work, Employment and Society*, 37(4), 972-990. <https://doi.org/10.1177/09500170211061228>
- Xi, N., Chen, J., Gama, F., Riar, M. i Hamari, J. (2023). The Challenges of Entering the Metaverse: An Experiment on the Effect of Extended Reality on Workload. *Information Systems Frontiers*, 25, 659-680. <https://doi.org/10.1007/s10796-022-10244-x>
- Xiao, L. Y. (2021). Regulating Loot Boxes as Gambling? Towards a Combined Legal and Self-Regulatory Consumer Protection Approach. *Interactive Entertainment Law Review*, 4(1), 27-47. <https://doi.org/10.4337/ielr.2021.01.02>
- Xu, G., Wu, Y., Minshall, T. i Zhou, Y. (2018). Exploring Innovation Ecosystems across Science, Technology, and Business: A Case of 3D Printing in China. *Technological Forecasting and Social Change*, 136, 208-221. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.06.030>
- Yannakakis, G. N. i Togelius, J. (2024). *Artificial Intelligence and Games* (wydanie drugie). Springer.
- Yeung, A., Ng, E. i Abi-Jaoude, E. (2022). TikTok and Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Cross-Sectional Study of Social Media Content Quality. *The Canadian Journal of Psychiatry*, 67(12), 899-906. <https://doi.org/10.1177/07067437221082854>
- Yu, Y., Chen, H., Peng, C. H. i Chau, P. Y. (2022). The Causal Effect of Subscription Video Streaming on DVD Sales: Evidence from a Natural Experiment. *Decision Support Systems*, 157. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2022.113767>
- Zhang, J. i Seidmann, A. (2010). Perpetual versus Subscription Licensing under Quality Uncertainty and Network Externality Effects. *Journal of Management Information Systems*, 27(1), 39-68. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222270103>
- Zheng, T., Ardolino, M., Bacchetti, A. i Perona, M. (2021). The Applications of Industry 4.0 Technologies in Manufacturing Context: A Systematic Literature Review. *International Journal of Production Research*, 59(6), 1922-1954. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1824085>
- Zhuang, F., Qi, Z., Duan, K., Xi, D., Zhu, Y., Zhu, H., Xiong, H. i He, Q. (2021). A Comprehensive Survey on Transfer Learning. *Proceedings of the IEEE*, 109, 43-76. <https://doi.org/10.1109/jproc.2020.3004555>

## Disruptive Technologies and Business Models from the Video Game Sector in the Context of the Digital Economy

### Abstract

**Aim:** The aim of this article is to identify and characterize selected technologies and business models developed within the video game sector in the context of their potential application in digital transformation processes and their adaptability beyond the entertainment industry. The analysis focuses on determining the areas in which solutions developed and refined in gaming environments find applications in other sectors of the economy. The study covers both technological tools (VR/AR, artificial intelligence, cloud computing) and organizational-market models (game as a service, microtransactions, subscription models, and early access).

**Methodology:** An exploratory approach was employed, combining an analysis of scientific literature (Scopus) and industry publications with a review of examples illustrating the use of technologies and

business models. Comparative mapping was used to identify application areas within the gaming sector and their counterparts outside it.

**Results:** The analysis indicates a wide range of applications for VR/AR technologies, artificial intelligence, and cloud-based solutions in education, healthcare, public administration, and industry. Business models developed and refined in the gaming sector, such as microtransactions or subscriptions, have found counterparts in digital services, streaming media, and software sectors. While the findings do not imply that the gaming sector is the primary origin of these technologies, they do confirm its role as an environment for intensive testing, scaling, and commercialization of solutions with high adaptive potential.

**Implications and recommendations:** The results may serve as a basis for further research on the transfer of knowledge and solutions across sectors and on the role of creative industries in digitalization processes. Further empirical studies on the scale of adaptation of “game-derived” technologies and analyses of the effectiveness of business models outside the gaming industry are recommended.

**Originality/value:** The article proposes a structural perspective on the synergy between the video game sector and other areas of the digital economy. Its scholarly value lies in systematizing knowledge on technological and model-based solutions developed within the gaming sector and their adaptive potential, thereby filling a gap in the literature on cross-sectoral diffusion of digital practices.

**Keywords:** digital economy, video game industry, knowledge transfer, disruptive technologies

---