

ROBOTYZACJA I SZTUCZNA INTELIGENCJA W GOSPODARCE – KORZYŚCI I ZAGROŻENIA W SEKTORZE PRYWATNYM I PAŃSTWOWYM

ROBOTICS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE ECONOMY – BENEFITS AND RISKS IN THE PRIVATE AND PUBLIC SECTORS

Streszczenie

Celem rozdziału jest przedstawienie wyników analizy wpływu robotyzacji i sztucznej inteligencji (ang. *artificial intelligence* – AI) na transformację współczesnej gospodarki, z uwzględnieniem specyfiki funkcjonowania sektora prywatnego oraz publicznego. W pierwszej części rozdziału dokonano konceptualizacji kluczowych pojęć. Zasadniczą część opracowania skoncentrowano na identyfikacji głównych korzyści płynących z implementacji sztucznej inteligencji i robotyzacji – takich jak wzrost efektywności operacyjnej, redukcja kosztów, poprawa jakości usług publicznych i komercyjnych – oraz na wskazaniu fundamentalnych zagrożeń. Szczególną uwagę poświęcono zagadnieniom cyberbezpieczeństwa, postrzeganego jako warunek zrównoważonego i bezpiecznego rozwoju technologii inteligentnych. Przeprowadzona analiza przypadków wdrożeń w sektorze przemysłowym, administracyjnym oraz usługowym umożliwiła identyfikację czynników sukcesu i porażki projektów opartych na AI. Wnioski wskazują na konieczność prowadzenia spójnej, wielowymiarowej polityki transformacyjnej, łączącej innowacyjność z odpowiedzialnością społeczną i bezpieczeństwem

¹ <https://orcid.org/0000-0003-4131-2484>, e-mail: katarzyna.szymanska@pansim.edu.pl
Szymańska, K. (2026). Robotyzacja i sztuczna inteligencja w gospodarce – korzyści i zagrożenia w sektorze prywatnym i państwowym. W: A. Siedlecka, M. Pyra (red.), *AI 360°: innowacje i zastosowania sztucznej inteligencji w gospodarce, społeczeństwie i nauce* (s. 8-20). Biała Podlaska: Akademia Bialska im. Jana Pawła II. https://doi.org/10.29316/9788368103366_1

systemowym, co jest niezbędne do pełnego wykorzystania potencjału AI i robotyzacji w warunkach współczesnych wyzwań cywilizacyjnych.

Słowa kluczowe: sztuczna inteligencja, robotyzacja, cyberbezpieczeństwo

Abstract

The aim of this chapter is to analyze the impact of robotics and artificial intelligence (AI) on the transformation of the contemporary economy, taking into account the specific characteristics of both the private and public sectors. The first part of the study offers a conceptual framework and defines key terms. The core sections focus on identifying the main benefits of AI and robotics implementation, such as increased operational efficiency, cost reduction, and improved quality of public and commercial services, as well as highlighting critical risks. Particular attention is paid to cybersecurity, understood as a prerequisite for the sustainable and safe development of intelligent technologies. The analysis of implementation case studies in the industrial, administrative, and service sectors has enabled the identification of key success and failure factors in AI-based projects. The findings underscore the need for a coherent, multidimensional transformation policy that integrates innovation with social responsibility and systemic security. Such an approach is essential for fully leveraging the potential of AI and robotics in the context of today's complex civilizational challenges.

Keywords: artificial intelligence, robotics, cybersecurity

Wstęp

Postępująca cyfryzacja przyczyniła się do dynamicznego rozwoju robotyzacji, automatyzacji oraz sztucznej inteligencji, które stają się integralną częścią wielu sektorów gospodarki. Procesy te mają charakter transformacyjny, wpływają nie tylko na sposób funkcjonowania przedsiębiorstw i instytucji publicznych, lecz także na strukturę rynku pracy, modele zarządzania oraz relacje społeczne. Robotyzacja i AI są obecnie uznawane za jedne z kluczowych czynników napędzających tzw. czwartą rewolucję przemysłową (Przemysł 4.0), a ich znaczenie stale rośnie zarówno w sektorze prywatnym, jak i państwowym (Schwab, 2016). Z jednej strony technologie te niosą ze sobą szereg korzyści: zwiększenie wydajności, automatyzację powtarzalnych zadań, poprawę jakości usług czy lepsze wykorzystanie danych w procesach decyzyjnych. Z drugiej strony pojawiają się liczne wyzwania i zagrożenia, takie jak ryzyko utraty

miejsce pracy, pogłębiające się wykluczenie cyfrowe, problemy etyczne oraz obawy związane z nadmierną automatyzacją procesów administracyjnych i decyzyjnych (Bostrom, 2014, s.10).

Celem niniejszej publikacji jest przedstawienie wyników analizy potencjalnych korzyści oraz zagrożeń wynikających z wdrażania robotyzacji i sztucznej inteligencji w gospodarce, ze szczególnym uwzględnieniem różnic pomiędzy sektorem prywatnym a państwowym. Zidentyfikowano główne obszary zastosowań tych technologii, a także wyjaśniono ich wpływ na funkcjonowanie instytucji, pracowników oraz społeczeństwa jako całości. W opracowaniu wykorzystano aktualną literaturę przedmiotu, wybrane raporty branżowe oraz przykłady praktycznych wdrożeń z różnych sektorów.

Robotyzacja i AI – ogólna charakterystyka

Dynamiczny rozwój technologii cyfrowych, obserwowany na przestrzeni ostatnich dekad, doprowadził do gwałtownego wzrostu znaczenia takich obszarów jak robotyzacja i sztuczna inteligencja. Współczesna gospodarka, zarówno w sektorze prywatnym, jak i państwowym coraz częściej opiera się o rozwiązania technologiczne, które umożliwiają automatyzację procesów, optymalizację pracy oraz podejmowanie decyzji w oparciu o analizę dużych zbiorów danych.

Robotyzacja odnosi się do procesu wdrażania robotów przemysłowych lub usługowych w miejsce lub jako uzupełnienie pracy ludzkiej, w celu zwiększenia efektywności, precyzji i powtarzalności działań. Roboty te mogą być programowalne i autonomiczne, a ich zastosowanie obejmuje m.in. produkcję, logistykę, opiekę zdrowotną czy usługi publiczne. Według Międzynarodowej Federacji Robotyki (ang. *International Federation of Robotics* – IFR), robotyzacja oznacza „projektowanie, konstruowanie i wykorzystywanie robotów w celu automatyzacji zadań, które tradycyjnie były wykonywane przez ludzi” (International Federation of Robotics, 2023).

Sztuczna inteligencja to dziedzina informatyki, której celem jest tworzenie systemów zdolnych do wykonywania zadań wymagających inteligencji ludzkiej, takich jak rozpoznawanie obrazów, analiza języka posiada wiele definicji. E. Rich określa ją jako „dziedzinę nauki zajmującą się tworzeniem programów komputerowych, które wykonują zadania wymagające inteligencji, gdy są wykonywane przez ludzi” (Rich, 1983, s. 119-120). W praktyce AI

przyjmuje różne formy – od prostych algorytmów opartych na regułach, przez uczenie maszynowe (ang. *machine learning*), aż po głębokie sieci neuronowe (ang. *deep learning*) zdolne do przetwarzania złożonych danych i podejmowania autonomicznych decyzji.

Robotyzacja i sztuczna inteligencja wzajemnie się przenikają. Coraz częściej roboty wyposaża się w komponenty AI, które pozwalają im nie tylko wykonywać powtarzalne zadania, lecz także uczyć się i adaptować do zmieniających się warunków. Tego rodzaju integracja technologii prowadzi do powstawania tzw. inteligentnych systemów robotycznych, wykorzystywanych zarówno w przemyśle (np. linie montażowe z robotami uczącymi się optymalizacji procesów), jak i w sektorze usługowym (np. roboty medyczne analizujące dane pacjentów).

Zarówno AI, jak i robotyka znalazły szerokie zastosowanie w wielu gałęziach gospodarki. W sektorze przemysłowym technologie te wykorzystywane są do automatyzacji produkcji, kontroli jakości, zarządzania magazynami czy planowania logistyki np. systemy oparte na AI umożliwiają predykcyjne utrzymanie ruchu (ang. *predictive maintenance*), co znacząco redukuje przestoje i koszty operacyjne. Inteligentne systemy decyzyjne łączą zdolności analityczne AI z regułami logiki biznesowej, wspierając menedżerów i instytucje w podejmowaniu trafniejszych i szybszych decyzji, szczególnie w zarządzaniu kryzysowym.

W sektorze usługowym AI znajduje zastosowanie w bankowości (np. analiza ryzyka kredytowego, wykrywanie oszustw), handlu (personalizacja ofert, zarządzanie zapasami), opiece zdrowotnej (diagnozowanie obrazowe, analiza danych pacjentów), w systemach rekomendacyjnych, prognozowaniu popytu. AI również jest stosowane w edukacji, w rolnictwie (precyzyjne opryski, zbiorczy), opiece nad osobami starszymi czy w administracji publicznej.

Korzyści z robotyzacji i AI

Wdrożenie technologii robotycznych i sztucznej inteligencji umożliwia automatyzację złożonych lub powtarzalnych procesów, zwiększenie precyzji operacji, redukcję kosztów oraz efektywniejsze zarządzanie informacją. Choć zakres i sposób wykorzystania tych technologii różni się w zależności od specyfiki sektora, podstawowe obszary korzyści pozostają wspólne (Tabela 1).

Tabela 1. Korzyści z wprowadzenia robotyzacji i AI w sektorze prywatnym i publicznym

W sektorze prywatnym	W sektorze publicznym (państwowym)
zwiększenie efektywności i obniżenie kosztów operacyjnych – robotyzacja i automatyzacja pozwalają na realizację procesów w trybie ciągłym (24/7), z minimalną ilością błędów i bez konieczności zatrzymywania pracy, co prowadzi do obniżenia kosztów produkcji oraz usług;	automatyzacja usług administracyjnych (e-administracja) – AI umożliwia zwiększenie dostępności i szybkości usług administracyjnych (załatwianie spraw urzędowych online), co zmniejsza koszty funkcjonowania urzędów i skraca czas obsługi interesantów, automatycznej weryfikacji wniosków czy rozliczeń podatkowych;
usprawnienie procesów produkcyjnych i logistycznych – dynamiczna optymalizacja linii montażowych, analiza czasu cyklu czy predykcyjne zarządzanie konserwacją (ang. <i>predictive maintenance</i>); zarządzanie łańcuchem dostaw, optymalizacja tras dostaw, prognozowanie zapotrzebowania bezpośrednio przekładają się na redukcję kosztów i poprawę terminowości dostaw;	lepsze zarządzanie danymi i zasobami publicznymi – AI wspomaga instytucje publiczne w analizie dużych zbiorów danych (ang. <i>big data</i>), co umożliwia lepsze planowanie zasobów i predykcję potrzeb społecznych;
poprawa jakości obsługi klienta (np. chatboty, analiza danych) – AI zmienia sposób interakcji z klientami – chatboty i wirtualni asystenci obsługują zapytania klientów w czasie rzeczywistym, poprawiając dostępność usług oraz odciążając personel; systemy analizy danych klientów (ang. <i>Customer Data Platforms</i>) umożliwiają personalizację ofert, lepsze targetowanie marketingowe oraz szybsze reagowanie na zmiany w zachowaniach konsumentów;	usprawnienie opieki zdrowotnej i edukacji – AI wspiera diagnozowanie chorób, analizę obrazów medycznych oraz personalizację leczenia, co może prowadzić do poprawy skuteczności terapii i ograniczenia kosztów; w edukacji technologie AI są wykorzystywane do tworzenia systemów nauczania adaptacyjnego, które dostosowują treści i tempo do indywidualnych potrzeb uczniów;
możliwość tworzenia innowacyjnych produktów i usług – nowych modeli biznesowych, produktów opartych na danych oraz usług cyfrowych np. inteligentne aplikacje finansowe, autonomiczne pojazdy, rozwiązania IoT (ang. <i>Internet of Things</i>) czy cyfrowi doradcy inwestycyjni (ang. <i>robo-advisors</i>).	zwiększenie przejrzystości i efektywności działania instytucji oraz ograniczenia korupcji – systemy zarządzania dokumentacją, cyfrowe rejestry i analiza danych pozwalają na lepszą kontrolę wydatków publicznych oraz zwiększenie zaufania obywateli do instytucji.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: International Federation of Robotics, 2023; European Commission, 2023; Capgemini Research Institute, 2022; Topol, 2019.

Zagrożenia i wyzwania związane z robotyzacją i AI

Pomimo wymienionych wyżej korzyści wynikających z wdrażania robotyzacji i sztucznej inteligencji, technologie te niosą także szereg istotnych wyzwań i zagrożeń. Ich charakter i skala różnią się w zależności od sektora, lecz wspólnym mianownikiem pozostają konsekwencje społeczne, gospodarcze, technologiczne oraz etyczne. Brak odpowiednich regulacji oraz nadzoru nad rozwojem AI może prowadzić do pogłębienia nierówności, destabilizacji rynku pracy, a także naruszenia praw obywatelskich (Tabela 2).

Tabela 2. Zagrożenia i wyzwania związane z robotyzacją i AI w sektorze prywatnym i publicznym

W sektorze prywatnym	W sektorze publicznym (państwowym)
utrata miejsc pracy i zmiany na rynku pracy – występuje ryzyko zastępowania pracowników przez maszyny i algorytmy, zwłaszcza w zawodach o niskiej lub średniej kwalifikacji; przejście na gospodarkę opartą o AI wymaga przekwalifikowania znacznej części siły roboczej, co może być wyzwaniem zarówno dla firm, jak i państwa;	trudności w dostosowaniu przestarzałych struktur i procedur – polskie instytucje państwowe często działają w oparciu o biurokratyzowane, nieelastyczne schematy zarządzania, które utrudniają cyfryzację usług publicznych; brakuje też odpowiednich kompetencji cyfrowych wśród urzędników, co dodatkowo opóźnia proces modernizacji;
ryzyko uzależnienia od technologii i utrata kontroli nad procesami – silna zależność od zautomatyzowanych systemów niesie ryzyko ich niekontrolowanego działania, zwłaszcza w sytuacjach awaryjnych lub przy błędnych danych wejściowych – organizacje mogą stopniowo tracić kompetencje wewnętrzne w zakresie analizy i decyzyjności, oddając kontrolę algorytmom, których działań nie da się w pełni zrozumieć, a to budzi obawy o stabilność systemów krytycznych;	potencjalna marginalizacja grup społecznych (cyfrowe wykluczenie) – automatyzacja i cyfryzacja usług publicznych mogą prowadzić do wykluczenia osób nieposiadających odpowiednich umiejętności cyfrowych lub dostępu do technologii; zjawisko to dotyka w szczególności osoby starsze, osoby z niepełnosprawnościami oraz mieszkańców obszarów wiejskich;
kwestie etyczne i odpowiedzialność za decyzje podejmowane przez AI – brak jasnych ram prawnych dotyczących odpowiedzialności za działania systemów AI stwarza istotne problemy prawne i etyczne, ponieważ niejasne jest kto ponosi odpowiedzialność za błędną decyzję systemu kredytowego lub medycznego – projektant, użytkownik, a może producent?	ryzyko nadużyć w nadzorze i zbieraniu danych obywateli – wykorzystanie AI do nadzoru (np. systemy rozpoznawania twarzy, analiza zachowań online) budzi poważne wątpliwości etyczne i prawne; brak przejrzystości w działaniu takich systemów może prowadzić do nadużyć w zakresie inwigilacji obywateli i naruszenia ich praw podstawowych;

W sektorze prywatnym	W sektorze publicznym (państwowym)
bezpieczeństwo danych i prywatność – systemy oparte na AI działają w oparciu o duże ilości danych, w tym często danych osobowych – wyciek, niewłaściwe przetwarzanie lub profilowanie użytkowników może naruszać ich prywatność i prowadzić do nadużyć; problematyczne jest także stosowanie tzw. algorytmicznych technik manipulujących decyzjami użytkowników.	wysokie koszty wdrożeń i ryzyko porażek projektów – wdrożenie zaawansowanych systemów opartych na AI wymaga znacznych nakładów finansowych, a także precyzyjnego planowania i koordynacji; brak odpowiedniego zarządzania projektami technologicznymi może prowadzić do ich opóźnień, przekroczenia budżetów lub całkowitego niepowodzenia.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Frey i Osborne, 2013; Brynjolfsson i McAfee, 2014; Dignum, 2019; Burrell, 2016; Mittelstadt i in., 2016; EDRi, 2020; Zuboff, 2019; Mathur i in., 2019.

Przykłady wdrożeń AI i robotyzacji

Wdrażanie technologii sztucznej inteligencji i robotyzacji w różnych sektorach gospodarki ma wymierny wpływ na efektywność, jakość usług i konkurencyjność organizacji. Poniżej przedstawiono wybrane studia przypadków z sektora prywatnego i publicznego, ukazujące zarówno sukcesy, jak i trudności związane z implementacją nowoczesnych technologii.

Sektor prywatny

1. Przemysł: AI i robotyzacja w Grupie Volkswagen Poznań.

W ramach procesu transformacji cyfrowej firma zainwestowała w zautomatyzowane linie montażowe oraz inteligentne systemy kontroli jakości oparte na wizji maszynowej. Roboty współpracujące (tzw. *cobots*) wykonują precyzyjne czynności w montażu silników, a dane produkcyjne są analizowane w czasie rzeczywistym w celu optymalizacji procesów. W efekcie odnotowano wzrost wydajności oraz zmniejszenie liczby błędów produkcyjnych, jednocześnie firma prowadzi programy przekwalifikowania pracowników do pracy w nowych technologiach.

2. Handel: personalizacja ofert i *chatboty* w e-commerce.

Polskie sklepy internetowe, takie jak *Empik.com* czy *Allegro*, wdrażają AI w zakresie analizy zachowań klientów i personalizacji oferty. Na

podstawie algorytmów uczenia maszynowego rekomendowane są produkty, przewidywane preferencje zakupowe i optymalizowane kampanie marketingowe. *Chatboty* obsługujące klientów w trybie 24/7 poprawiają dostępność usług i odciążają zespoły *call center*.

3. Bankowość: AI w obsłudze klienta i ocenie ryzyka kredytowego.
Banki komercyjne w Polsce, m.in. ING Bank Śląski i PKO Bank Polski, wdrażają AI w systemach *scoringu* kredytowego, analizie transakcji pod kątem oszustw oraz w *chatbotach* bankowości mobilnej. Przykładem jest asystent głosowy „IKO”, który umożliwia klientom obsługę konta za pomocą komend głosowych. AI przyspiesza proces decyzyjny, zmniejsza koszty operacyjne i poprawia doświadczenia klientów.

Sektor publiczny

1. Cyfrowa administracja: e-Urząd Skarbowy.
W Polsce istotnym elementem transformacji cyfrowej administracji jest rozwój e-Urzędu Skarbowego, który umożliwia m.in. automatyczne rozliczanie deklaracji PIT oraz komunikację z urzędnikami *online*. Platforma bazuje na integracji baz danych oraz wykorzystaniu automatycznych systemów klasyfikacji dokumentów i ich weryfikacji (Ministerstwo Finansów, 2023).
2. Opieka zdrowia: AI w diagnostyce medycznej (projekt AIDMED).
Projekt AIDMED, rozwijany przez polski start-up we współpracy z ośrodkami medycznymi, wykorzystuje AI do zdalnego monitorowania stanu zdrowia pacjentów z chorobami przewlekłymi. Urządzenia analizują dane EKG, saturację oraz parametry oddechowe, a algorytmy klasyfikują pacjentów wymagających interwencji (AIDMED, 2021). Zastosowanie tego rozwiązania zmniejsza obciążenie personelu medycznego i poprawia jakość opieki. System był testowany m.in. w placówkach publicznych podczas pandemii COVID-19.

Wdrażanie AI i robotyzacji w sektorze zarówno prywatnym, jak i państwowym przynosi liczne korzyści – zwiększenie efektywności, zmniejszenie kosztów, poprawę jakości usług – ale wiąże się też z wyzwaniami.

Analizując dostępne dane, można zauważyć, że sukcesy wdrożeń robotyzacji i AI dotyczą głównie firm i instytucji, które:

- odpowiednio przygotowały proces zmiany (transformacja kompetencyjna),
- posiadały dane dobrej jakości,
- oraz miały jasno określony cel technologiczny i biznesowy.

Porażki często wynikają z:

- nieadekwatnej analizy potrzeb użytkowników,
- złego dopasowania technologii do infrastruktury,
- niedostatecznego przeszkolenia kadr,
- lub zbyt ambitnych celów przy ograniczonych zasobach.

Cyberbezpieczeństwo a robotyzacja i AI

Wraz z dynamicznym rozwojem robotyzacji i sztucznej inteligencji rośnie znaczenie kwestii bezpieczeństwa. Systemy oparte na AI oraz roboty autonomiczne coraz częściej integrują się z infrastrukturą krytyczną, sieciami produkcyjnymi oraz usługami publicznymi, co stawia nowe wyzwania dla cyberbezpieczeństwa, zarówno na poziomie technicznym, jak i organizacyjnym.

Wyzwania dla cyberbezpieczeństwa infrastruktury technicznej oraz systemowej są następujące:

1. złożoność systemów i podatność na ataki,
2. bezpieczeństwo danych i prywatność,
3. wyzwania organizacyjne i prawne,
4. braki kadrowe i edukacyjne.

Systemy AI i roboty autonomiczne cechuje wysoka złożoność, często działają w oparciu o sieci neuronowe o nieprzejrzyistych mechanizmach („czarna skrzynka”). To utrudnia wykrywanie i neutralizację nowych typów ataków, takich jak ataki adversarialne, gdzie celowo modyfikuje się dane wejściowe, by wprowadzić system w błąd. Bezpieczeństwo państwa oraz przemysłu wymaga nie tylko ochrony tradycyjnych systemów informatycznych, ale również implementacji kompleksowych strategii cyberobrony, które uwzględniają specyfikę AI i robotyzacji (Janczewski, 2022, s. 139-158). Szczególne zagrożenie stanowią ataki na systemy kontrolujące infrastrukturę krytyczną, gdzie skutki

incydentów mogą mieć wymiar narodowy. Ponadto skuteczne zarządzanie cyberbezpieczeństwem wymaga podejścia systemowego, łączącego technologie zabezpieczeń, audyt procesów oraz ciągle podnoszenie świadomości pracowników w firmach i instytucjach (Kosiński, 2015, s. 71).

Systemy AI i roboty przetwarzają ogromne ilości danych, często wrażliwych, np. medycznych czy finansowych. Ich zabezpieczenie jest kluczowe, by zapobiec wyciekowi i nadużyciom, zgodnie z przepisami RODO oraz krajowymi regulacjami. Polska Grupa ds. Cyberbezpieczeństwa podkreśla, że transparentność algorytmiczna i kontrola dostępu są fundamentem zaufania do tych technologii (Ministerstwo Cyfryzacji, 2023).

Na rynku istnieje potrzeba stworzenia jasnych ram regulacyjnych i prawnych dotyczących odpowiedzialności za działania autonomicznych systemów AI. Brak precyzyjnych norm komplikuje reagowanie na cyberzagrożenia i ustalanie odpowiedzialności za szkody.

Polski rynek cyberbezpieczeństwa cierpi także na deficyt wykwalifikowanych specjalistów. Od pracowników wymaga się umiejętności komunikowania się z maszyną – rozumienia specyficznego języka, który może pozwolić na znalezienie ważnych informacji dla firmy lub rynku oraz odczytania, przetwarzania otrzymanych informacji i zinterpretowania zaleceń czy działań wygenerowanych przez system (Szymańska, Janczewski, 2023, s. 30).

Przyszłość robotyzacji i AI – prognozy i rekomendacje

Rozwój robotyzacji i sztucznej inteligencji będzie nadal dynamiczny, napędzany rosnącymi możliwościami obliczeniowymi, coraz lepszym dostępem do danych oraz postępem w algorytmach uczenia maszynowego. Przewiduje się, że technologie AI będą coraz częściej integrowane z systemami autonomicznymi, robotami współpracującymi (*cobotami*), a także rozwiązaniami opartymi na *edge computing* i *Internet of Things* (IoT).

W Polsce strategicznym kierunkiem jest rozwój inteligentnych systemów wspierających Przemysł 4.0, które poprawiają efektywność produkcji oraz zarządzanie łańcuchem dostaw. Ponadto zwraca się uwagę na rosnące znaczenie technologii AI w sektorze publicznym, zwłaszcza w kontekście cyfryzacji usług administracyjnych i e-zdrowia.

Przedsiębiorstwa i instytucje publiczne powinny inwestować w rozwój kompetencji cyfrowych swoich pracowników (Janczewski, Szymańska, 2024, s. 191) a także wdrażać rozwiązania AI w sposób odpowiedzialny i przemyślany. Konieczne jest prowadzenie audytów ryzyka oraz testowanie systemów pod kątem bezpieczeństwa i transparentności ich działania. Równolegle z wdrożeniami powinny pojawić się odpowiednie regulacje prawne. Konieczne jest ustanowienie jasnych norm dotyczących odpowiedzialności za decyzje podejmowane przez autonomiczne systemy, a także zapewnienie ochrony prawnej osób potencjalnie poszkodowanych przez błędy lub awarie tych systemów.

Ważnym aspektem jest również współpraca międzysektorowa oraz wymiana doświadczeń – tworzenie platform kooperacji między sektorem prywatnym, publicznym i środowiskiem akademickim, co sprzyja innowacyjności i przyspiesza adaptację nowych technologii.

Podsumowanie

Podsumowując, automatyzacja, robotyzacja, sztuczna (pozorna) inteligencja stają się nieodzownym elementem każdej działalności biznesowej. Technologie cyfrowe pozwalają przyspieszać obieg i wymianę informacji, gromadzić dane, które stanowią podstawy decyzyjne dla menedżerów. W wyniku cyfrowej transformacji zmieniają się procesy produkcji i konsumpcji, charakter pracy, formy zatrudnienia i modele biznesowe. Wiele obszarów funkcjonalnych w przedsiębiorstwach, dzięki systemom informatycznym zostało zautomatyzowanych, uproszczonych, jak i uporządkowanych w logiczne procesy, eliminujące zbędne, powtarzalne czynności, jednak równocześnie wywołują poważne wyzwania – społeczne, etyczne, prawne oraz związane z bezpieczeństwem.

Postęp robotyzacji i automatyzacji na rynku pracy pokazuje wzrost zapotrzebowania na pracowników z kompetencjami cyfrowymi, które są wyznacznikiem pozycji zawodowej w zdigitalizowanym świecie. Ponadto rozwój systemów autonomicznych i inteligentnych niesie ze sobą potrzebę nowego podejścia do ochrony infrastruktury, danych i ciągłości działania. Zintegrowane systemy robotyczne i AI, działające w środowiskach przemysłowych, medycznych czy administracyjnych, muszą być projektowane z uwzględnieniem potencjalnych zagrożeń cybernetycznych już na etapie planowania.

Wyzwaniami związanymi z analizowaniem i monitorowaniem efektów transformacji cyfrowej, rozwoju gospodarki i przedsiębiorstw są opracowanie wskaźników mierzących wpływ na rozwój gospodarczy państwa i przedsiębiorstw oraz bezpieczeństwo, które wymaga podejścia systemowego do zarządzania danymi, procesami przepływu informacji, infrastrukturą i zarządzania umiejętnościami pracowników.

W dobie automatyzacji i cyfryzacji tylko holistyczne podejście – łączące technologię, prawo, etykę i cyberbezpieczeństwo – pozwoli w pełni wykorzystać potencjał robotyzacji i AI.

Literatura

1. AIDMED Sp. z o.o. (2021). *Projekt badawczy: ABM „System wspomagający zdalną diagnostykę pacjentów leczonych w warunkach domowych, umożliwiający wykrywanie nagłego zaostrzenia się objawów COVID-19 na bazie metod sztucznej inteligencji”*. Pobrane z: <https://www.aidmed.ai/pl/abm/> (dostęp: 12.03.2025).
2. Bostrom, N. (2014). *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*. Oxford University Press.
3. Brynjolfsson, E., McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age*. W. W. Norton & Company.
4. Burrell, J. (2016). How the Machine ‘Thinks’: Understanding Opacity in Machine Learning Algorithms. *Big Data & Society*, 3(1). <https://doi.org/10.1177/2053951715622512>
5. Capgemini Research Institute. (2022). *Intelligent Supply Chain*. Pobrane z: <https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2022/12/Report-Intelligent-Supply-Chain.pdf> (dostęp: 12.03.2025).
6. Dignum, V. (2019). *Responsible Artificial Intelligence*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-30371-6>
7. EDRi. (2020). *Ban Biometric Mass Surveillance*. Pobrane z: <https://edri.org/wp-content/uploads/2020/05/Paper-Ban-Biometric-Mass-Surveillance.pdf> (dostęp: 12.03.2025).
8. European Commission. (2023). *eGovernment benchmark 2023*. Publications Office of the European Union.
9. Frey, C. B., Osborne, M. A. (2013). *The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?* Oxford Martin School.

10. International Federation of Robotics. (2023). *World Robotics Report*. IFR.
11. Janczewski, R. (2022). *Cyberbezpieczeństwo w życiu społecznym*. W: J. Stala, M. Butrymowicz (red.), *W służbie społeczeństwu. Polska w obronie praw człowieka na świecie i w kraju* (s. 139-158). Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Papieskiego Jana Pawła II. <https://doi.org/10.15633/9788374389891.09>
12. Janczewski, R., Szymańska K. (2024). *Economic Determinants of the Economy and Enterprise in the Conditions of Digital Transformation*. International Scientific and Practical Conference „Human Resource Management”. University of Economics – Varna.
13. Kosiński, J. (2015). *Paradygmaty cyberprzestępczości*. Difin.
14. Mathur, A., Acar, G., Friedman, M. J., Mayer, J., Chetty, M., Narayanan, A. (2019). Dark Patterns at Scale: Findings from a Crawl of 11K Shopping Websites. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 3(CSCW), Article 81. <https://doi.org/10.1145/3359183>
15. Ministerstwo Cyfryzacji. (2023). *Sprawozdanie Pełnomocnika Rządu do Spraw Cyberbezpieczeństwa za 2023 rok*. Pobrane z: <https://www.gov.pl/web/cyfryzacja/krajobraz-cyberprzestrzeni> (dostęp: 12.03.2025).
16. Ministerstwo Finansów. (2023). *e-Urząd Skarbowy*. Pobrane z: <https://www.gov.pl/web/finanse/e-urzad-skarbowy> (dostęp: 12.03.2025).
17. Mittelstadt B. D., Allo, P., Taddeo, M., Wachter, S., Floridi, L. (2016). The Ethics of Algorithms: Mapping the Debate. *Big Data & Society*, <https://doi.org/10.1177/2053951716679679>
18. Rich, E. (1983). *Artificial Intelligence*. McGraw-Hill.
19. Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum.
20. Szymańska, K., Janczewski, R. (2023). Ekonomiczne uwarunkowania cyfryzacji i robotyzacji w gospodarce i przedsiębiorstwie. W: K. Szymańska, R. A. Janczewski (red.), *Problemy i wyzwania ekonomii i zarządzania w XXI wieku. Wybrane aspekty* (s. 31-45). Grupa Wydawnicza FNCE.
21. Topol, E. (2019). *Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again*. Basic Books.
22. Zuboff, S. (2019). *The Age of Surveillance Capitalism*. Public Affairs.