

Patrycja Klasa

e-mail: patiklasa5@gmail.com

ORCID: 0009-0006-9790-9254

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

Przemysł 4.0 – cyfryzacja gospodarki i społeczeństwa

DOI: 10.15611/2024.63.5.02

JEL Classification: O14, O33, Q55

© 2024 Patrycja Klasa

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

Cytuj jako: Klasa, P. (2024). Przemysł 4.0 – cyfryzacja gospodarki i społeczeństwa. W: A. Zakrzewska-Póttorak (red.), *Oddziaływanie megatrendów na gospodarkę i społeczeństwo* (s. 22-36). Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.

Streszczenie: Czwarta rewolucja przemysłowa stworzyła nowy krajobraz gospodarki opierający się na zastosowaniu nowoczesnych technologii, a towarzyszący jej postęp technologiczny przyspieszył zmiany w wielu sektorach przemysłu. Celem niniejszego artykułu jest ukazanie technologicznych zmian zachodzących w globalnej gospodarce oraz przedstawienie implikacji dla społeczeństwa, powstałych na skutek cyfryzacji i automatyzacji gospodarki. W artykule zastosowano: metodę badania dokumentów, metodę analizy i konstrukcji logicznej oraz metodę porównawczą, które pomogą zrozumieć i zbadać zmiany technologiczne zachodzące w globalnej gospodarce. Przemysł 4.0 rozpoczął erę społeczeństwa cyfrowego, które jest silnie zintegrowane z technologią cyfrową i światem wirtualnym. Ta dynamiczna rewolucja technologiczna bezpośrednio przyczyniła się do kształtowania codziennego życia społeczeństwa poprzez wprowadzenie innowacyjnych narzędzi, które zmieniają ludzkie życie i tworzą nowe możliwości.

Słowa kluczowe: czwarta rewolucja przemysłowa, Przemysł 4.0, cyfryzacja gospodarki, automatyzacja pracy, społeczne implikacje digitalizacji

1. Wstęp

W obliczu współczesnych wyzwań, gdy technologia stała się nieodłączną częścią naszego życia, przemiany technologiczne odgrywają kluczową rolę w kształtowaniu naszej społeczności i gospodarki. Czwarta rewolucja przemysłowa stanowi kolejny etap trwającej już od wielu lat ewolucji technologicznej, która nie tylko przekształciła procesy produkcyjne w przedsiębiorstwach, ale również wprowadziła zmiany do codziennego życia globalnego społeczeństwa, poprzez m.in. zmiany technologiczne w edukacji, komunikacji czy służbie zdrowia.

Głównym celem niniejszego artykułu jest ukazanie technologicznych zmian zachodzących w globalnej gospodarce oraz przedstawienie implikacji dla społeczeństwa, powstałych na skutek cyfryzacji i automatyzacji gospodarki. Artykuł koncentruje się na badaniu Przemysłu 4.0 jako megatrendu, który nie tylko przekształca oblicze naszej gospodarki, ale także kształtuje nasze społeczeństwo i sposób jego funkcjonowania. Fundamentem niniejszej pracy jest znalezienie odpowiedzi na poniższe pytania badawcze:

- Czym jest Przemysł 4.0?
- Czym czwarta rewolucja przemysłowa różni się od poprzednich rewolucji przemysłowych?
- Jakie nowe technologie towarzyszą społeczeństwu w życiu codziennym?
- Czym jest gospodarka cyfrowa?
- Czym różni się gospodarka cyfrowa od gospodarki tradycyjnej?
- Jakie są główne pozytywne i negatywne konsekwencje dla społeczeństwa, wynikające z wprowadzenia nowych technologii?

Znalezienie odpowiedzi na powyżej przedstawione pytania pomoże zrozumieć złożoność i znaczenie Przemysłu 4.0 w globalnej gospodarce. Do przeprowadzenia badań zostały użyte metody badawcze, takie jak: metoda badania dokumentów, metoda analizy i konstrukcji logicznej oraz metoda porównawcza.

2. Przemysł 4.0

Rewolucja przemysłowa to ogromny przełom w historii ludzkości, który rozpoczął się w XVIII wieku i trwa do dzisiaj. Jest ona rezultatem wszelkich dotychczas zastosowanych zmian technicznych, ekonomicznych i społecznych we wszystkich gałęziach przemysłu. Wprowadzenie nowych technologii oraz narzędzi pracy w ramach rewolucji przyczynia się do fundamentalnej transformacji społeczeństwa i gospodarki.

Ze względu na różnorodność zmian zachodzących w otaczającej nas gospodarce rewolucje przemysłowe dzieli się na cztery główne fazy rozwoju technologiczno-społecznego. Najczęściej wspomnianą z nich i funkcjonującą do dziś jest faza nazywana Przemysłem 4.0, która staje się nieodłączną częścią dyskusji o innowacjach, konkurencyjności i przyszłości produkcji. W niniejszym rozdziale przyjrano się bliżej tej rewolucji przemysłowej, nawiązując do jej powstania, charakterystyki oraz kluczowych aspektów.

2.1. Ewolucja przemysłu

Pierwsza rewolucja przemysłowa miała miejsce w XVIII wieku w Wielkiej Brytanii. Była ona wynikiem wielkiej eksplozji demograficznej, zwiększającego się znaczenia przemysłu w gospodarce oraz przyspieszonego rozwoju handlu. Największe zmiany podczas tej rewolucji nastąpiły w latach 1750-1840, kiedy to rozpoczął się proces zastępowania pracy ludzkiej i zwierzęcej maszynami. Zmiany technologiczne wpro-

wadzano głównie na wsiach oraz w pobliskich fabrykach, a wszelkie inwestycje w rolnictwo przekształcano na zyski służące do pokrywania kosztów związanych z prowadzeniem innego typu działalności gospodarczych w miastach (Mohajan, 2019, s. 1-3).

Druuga rewolucja przemysłowa trwała krócej niż poprzednia, a jej apogeum przypadało na lata 1870-1914. Zmiany w tym okresie przeniosły się ze wsi na tereny miejskie, gdzie skupiono się na wprowadzeniu zmian w sposobie produkcji i funkcjonowania fabryk. Najważniejsze ze zmian dotyczyły wykorzystania energii elektrycznej i wprowadzenia masowej produkcji (Zamorska, 2020, s. 12).

Trzecia rewolucja przemysłowa była bardziej zaawansowana niż poprzednie. Rozpoczęła się ona w połowie XX wieku, a jej szczyt nastąpił w latach 90. Dotyczyła ona głównie sektora naukowo-technicznego. Koncentrowano się szczególnie na rozwoju badań naukowych oraz poszukiwaniu nowych źródeł energii. Była to rewolucja otwierająca erę automatyzacji przemysłu (Furmanek, 2018, s. 56).

Czwarta rewolucja przemysłowa rozpoczęła się na początku XXI i trwa do dzisiaj. W przeciwieństwie do poprzednich rewolucji dotyczy ona wielu sfer: fizycznej, biologicznej oraz cyfrowej. Dotychczas opierała się ona głównie na integracji zestawu technologii. Charakteryzuje ją również szybki rozwój badań i szerokie zastosowanie technologii informacyjno-komunikacyjnych. Jest to jedyna rewolucja przemysłowa, która wprowadziła tak głębokie i szybkie zmiany w systemach społeczno-gospodarczych (Ratajczak i Woźniak-Jęchorek, 2020, s. 34-35).

W tabeli 1 zostały porównane wszystkie dotychczasowe rewolucje przemysłowe ze względu na ich najważniejsze cechy, obszary wprowadzanych zmian oraz główne miejsca ich zachodzenia.

Tabela 1. Kluczowe elementy rewolucji przemysłowych

	Przemysł 1.0 Mechanizacja	Przemysł 2.0 Elektryfikacja	Przemysł 3.0 Cyfryzacja	Przemysł 4.0 Integracja systemów i tworzenie sieci
1	2	3	4	5
Najważniejsze wynalazki	James Watt – maszyna parowa	Thomas Edison – żarówka elektryczna	Komputer osobisty	Sztuczna inteligencja
Najważniejsze cechy	<ul style="list-style-type: none"> przejście z produkcji manufakturowej i rzemieślniczej do zmechanizowanej; industrializacja; urbanizacja; nowe społeczeństwo 	<ul style="list-style-type: none"> masowa produkcja; zastosowanie podziału pracy; ruchome linie montażowe; specjalistyczne maszyny; 	<ul style="list-style-type: none"> automatyzacja maszyn; ewolucja technologii komputerowych; masowa kastomizacja; wariantowość produktów; 	<ul style="list-style-type: none"> inteligentne produkty i usługi; integracja systemów; tworzenie sieci; personalizacja produktów; przeniesienie procesów

1	2	3	4	5
		<ul style="list-style-type: none"> • rozwój infrastruktury drogowej; • poprawa mobilności 	<ul style="list-style-type: none"> • zwiększenie wydajności, precyzji i kontroli procesów produkcyjnych 	<ul style="list-style-type: none"> • decyzyjnych do Internetu; • integracja człowieka i maszyny
Obszary zmian	<ul style="list-style-type: none"> • rolnictwo; • przemysł 	<ul style="list-style-type: none"> • przemysł; • usługi: transport, komunikacja 	<ul style="list-style-type: none"> • przemysł: elektronika, chemikalia; • usługi: zdrowotne; • badania naukowe 	<ul style="list-style-type: none"> • przemysł: elektronika, chemikalia; • usługi: zdrowotne, usługi zaawansowane; • badania naukowe
Miejsce największych zmian	wieś	wieś/miasto	miasto/ cyberprzestrzeń	cyberprzestrzeń

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Wodnicka, 2021, s. 50).

Oprócz przedstawionych w tab. 1 rewolucji przemysłowych istnieje również koncepcja Przemysłu 5.0, która obecnie jest tylko wstępnym, przyszłościowym postulatem Komisji Europejskiej. Piąta rewolucja przemysłowa ma opierać się na zmianach w sektorze politycznym, społecznym i środowiskowym. Ponadto nowy model przemysłowy ma być zorientowany na: sytuację człowieka, zrównoważony rozwój i odporność. Przemysł 5.0 ma być odpowiedzią na pojawiające się współczesne wyzwania i w przeciwieństwie do Przemysłu 4.0 ma brać pod uwagę nie tylko wprowadzenie zmian technologicznych, ale również sytuację i miejsce człowieka w globalnej gospodarce (Platforma Przemysłu Przyszłości).

2.2. Charakterystyka Przemysłu 4.0

Czwarta rewolucja przemysłowa (Przemysł 4.0) to koncepcja procesu transformacji organizacyjnej i technologicznej przedsiębiorstw, występującej przy jednoczesnym wykorzystaniu technologii cyfrowych i zasobów danych. Przemysł 4.0 integruje ze sobą łańcuch wartości, wprowadza nowe modele biznesowe oraz stawia na cyfryzację gospodarki. Charakteryzuje go zastosowanie nowych technologii cyfrowych, baz danych oraz kooperacji urzędów i ludzi w procesie budowania wartości (Baranowski i in., 2023, s. 13).

Przemysł 4.0 jest efektem synergii kilku kluczowych filarów technologicznych, które razem pozwalają na wprowadzenie innowacji do procesów produkcyjnych przedsiębiorstwa. Do głównych filarów Przemysłu 4.0 zalicza się:

- Big Data – analizę danych opartą na sztucznej inteligencji. Dane do analizy są pobierane z różnych źródeł, m.in. z inteligentnych urządzeń, robotów przemysłowych czy określonych systemów. Analiza odbywa się w czasie rzeczywistym,

przy wykorzystaniu AI i uczenia maszynowego. Badanie Big Data służy głównie do usprawnienia procesów decyzyjnych oraz automatyzacji w łańcuchu dostaw.

- Integrację systemów informacyjnych – wszystkie dane i systemy w całym łańcuchu dostaw zostają ze sobą zintegrowane. Charakteryzuje się tym, że powstały system jest złożony z innych mniejszych systemów.
- Chmurę – przetwarzanie informacji w tzw. chmurze, która jest niewidocznym nośnikiem danych dostępnym w każdym miejscu z dostępem do Internetu. Chmura jest jedną z najważniejszych technologii Przemysłu 4.0, gdyż odpowiada za płynne przekazywanie danych oraz umożliwia budowanie innych zaawansowanych technologii.
- Rozszerzona rzeczywistość – umożliwia nałożenie wygenerowanych przez komputer elementów na obraz rzeczywisty. Oznacza to, że użytkownicy AR mają możliwość skorzystania z technologii łączącej świat rzeczywisty ze światem wirtualnym. Takie wizualizacje są często używane do przeprowadzania szkoleń wśród pracowników.
- Internet rzeczy (IoT) – połączenie maszyn, urządzeń, produktów i ludzi w fabryce za pośrednictwem jednej wspólnej sieci. Umożliwia on lepszą komunikację oraz współpracę między wszystkimi elementami sieci, a także pozwala na szybszą reakcję w czasie rzeczywistym.
- Wytwarzanie przyrostowe – stosowane do produkcji wysoce spersonalizowanych partii produktów. Wytwarzanie przyrostowe umożliwia dokładne dopracowanie nawet małych elementów produktu za pomocą druku 3D.
- Autonomiczne roboty – produkcja wykorzystuje różnego typu roboty do obsługi zaawansowanych zadań. Zastępują one pracę człowieka i wpływają na wydajność oraz jakość produkcji. Autonomiczne roboty są bardziej elastyczne od zwykłych robotów i są w stanie wchodzić w interakcje ze sobą i ludźmi.
- Symulacje – zastosowanie systemów symulacyjnych we wszystkich procesach produkcyjnych w przedsiębiorstwie. Wykorzystanie symulacji ma stanowić skuteczne narzędzie przy testowaniu i optymalizacji urządzeń, procesów i produktów. Dodatkowo mają one również prognozować i wykrywać problemy mogące wystąpić w niedalekiej przyszłości.
- Cyberbezpieczeństwo – ze względu na ciągły postęp technologiczny i powstawanie nowych sieci pojawia się coraz większa potrzeba zapewniania bezpieczeństwa wirtualnego za pośrednictwem odpowiednich programów. Powstaje coraz więcej programów oraz systemów antywirusowych służących do ochrony większych systemów i baz danych (Moraes i Lepikson, 2017, s. 731-732).

3. Digitalizacja i automatyzacja gospodarki

Jednym z największych osiągnięć czwartej rewolucji przemysłowej jest powstanie tzw. gospodarki cyfrowej, która stanowi następstwo modelu gospodarki tradycyjnej.

Nowe technologie wykorzystywane w gospodarce cyfrowej wprowadziły innowacje, które bezpośrednio wpływają na sposób funkcjonowania różnych sektorów przemysłu. Digitalizacja oraz automatyzacja stanowią jedne z najważniejszych procesów wprowadzonych do gospodarki podczas tego okresu. Stają się one nieodłączną częścią transformacji technologicznej oraz oddziałują na funkcjonowanie przedsiębiorstw i społeczeństwa.

W tym rozdziale przedstawiony zostanie temat gospodarki cyfrowej, jej charakterystyczne cechy i elementy. Dodatkowo przedstawiony zostanie głębiej proces automatyzacji i robotyzacji gospodarki.

3.1. Gospodarka cyfrowa

Głównym założeniem czwartej rewolucji przemysłowej od samego początku była integracja systemów i sieci oraz cyfrowa transformacja gospodarki. Przemysł 4.0 przyczynił się więc do przekształcenia informacji w formę cyfrową. Przy użyciu nowoczesnych technologii i odpowiednich narzędzi wszelkie treści (np. tekstowe, graficzne i dźwiękowe) mogły być przetrzymywane w bazach danych i udostępniane na platformach dystrybucji treści. Tak powstałe bazy danych i sieci stawały się podstawą tworzącego się w tamtym momencie środowiska cyfrowego.

Powstawanie nowych baz danych, innowacyjnych rozwiązań oraz świata cyfrowego nazwano procesem cyfryzacji, który obejmował swoim zasięgiem nie tylko pojedyncze jednostki, ale również całe społeczeństwa czy kraje. Na jego podstawie stworzono nowy wymiar gospodarki, zwany gospodarką cyfrową, który charakteryzował się dużą zmiennością i znaczącym wpływem na globalne procesy ekonomiczne.

Gospodarka cyfrowa w dużym stopniu różni się od starego modelu gospodarki – gospodarki tradycyjnej. Zmiany wprowadzone w wyniku cyfryzacji bezpowrotnie wprowadziły nowe wartości dla podmiotów działających na rynku oraz dla konsumentów, a także przekształciły infrastrukturę pewnych sektorów gospodarki w przestrzeń wirtualną.

Tabela 2 ukazuje główne różnice między gospodarką cyfrową a gospodarką tradycyjną.

Tabela 2. Porównanie gospodarek tradycyjnej i cyfrowej

Kluczowe elementy gospodarki	Gospodarka tradycyjna	Gospodarka cyfrowa
1	2	3
Infrastruktura	Realna – fabryki	Wirtualna – bazy danych
Technologia	analogowa	cyfrowa
Produkcja	masowa	personalizowana
Praca	stacjonarna	zdalna
Godziny pracy	8 godzin	24 godziny

Tabela 2, cd.

1	2	3
Sposób płatności	gotówka, чеки	płatności internetowe, płatności bezgotówkowe
Komunikacja	list	e-mail
Edukacja	stacjonarna	zdalna, online
Reklama	gazety, billboardy,	marketing internetowy, opinie na social mediach
Model gospodarczy	praca i kapitał	automatyzacja i sztuczna inteligencja

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Pettinger, 2020).

Rozwój cyfryzacji to niezwykle dynamiczny proces. W wirtualnym świecie granice między krajami oraz gałęziami gospodarki zaczynają się zacierać, przez co transgraniczne przepływy informacji i finansów stają się normą. Stwarza to ogromne możliwości dla rozwoju globalnych przedsiębiorstw i współpracy międzynarodowej. Gospodarka cyfrowa staje się fundamentem nowego społeczeństwa i otwiera drogę do nowych możliwości biznesowych.

Specyfika gospodarki cyfrowej sprawia, że możemy ją podzielić na trzy główne elementy (Boratyńska i in., 2021, s. 15):

- usieciowienie społeczeństwa – wynika z coraz większego uzależnienia się społeczeństwa od sieci internetowej. W gospodarce cyfrowej większość sfer życia codziennego zostaje przeniesionych do świata wirtualnego, co wymusza przystosowanie się do nowego formatu funkcjonowania. Internet staje się coraz bardziej powszechny i dostępny. Jest on źródłem m.in. informacji, komunikacji, rozrywki oraz pracy;
- transformacja cyfrowa – jest skutkiem wykorzystania nowoczesnych technologii. Przedsiębiorstwa sięgają po zaawansowane narzędzia w celu zwiększenia efektywności oraz innowacyjności swojej działalności. Najczęściej korzystają oni z: analizy danych, chmury obliczeniowej czy Internetu rzeczy. Z kolei społeczeństwa wykorzystują nowe technologie głównie do szybszego komunikowania się (komunikatory zamiast listów) oraz zdobywania informacji;
- gospodarka oparta na danych – powstanie nowych sieci i baz danych otworzyło nowe możliwości dla przedsiębiorstw i instytucji. Dane w gospodarce cyfrowej są zbierane, przetwarzane, przechowywane i udostępniane, co pozwala na wykorzystanie ich podczas podejmowania nowych decyzji biznesowych. Gospodarka oparta na danych umożliwia analizowanie dużej ilości danych w krótkim czasie, dzięki czemu przedsiębiorstwa mogą korzystać z informacji na temat potrzeb klienta, trendów marketingowych czy konkurencji.

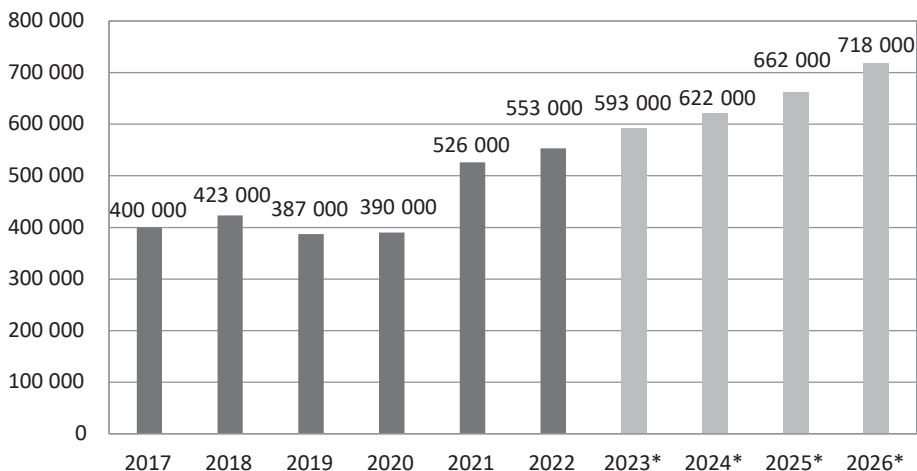
3.2. Automatyizacja gospodarki

Przemysł 4.0 wprowadził do gospodarki wiele różnych procesów, które mają na celu integrację świata fizycznego i urządzeń produkcyjnych ze światem wirtualnym. Jednym z najważniejszych procesów tego typu jest automatyzacja. Polega ona na zastosowaniu nowoczesnych technologii oraz narzędzi w procesie produkcji. Wykorzystanie zaawansowanych systemów informatycznych, przemysłowego Internetu rzeczy, sztucznej inteligencji czy robotów przemysłowych pozwala na zwiększenie wydajności oraz jakości produkcji, a także na minimalizację kosztów i błędów ludzkich.

Celem automatyzacji jest wykonanie określonych operacji z minimalnym lub nieistniejącym udziałem pracy ludzkiej. Do tego potrzebny jest jednak zakup specjalistycznego sprzętu oraz oprogramowania, a także zapewnienie odpowiedniej infrastruktury. Automatyzacja jest szczególnie popularna w przypadku złożonych procesów przemysłowych lub przy wykonywaniu zadań wymagających wysokiej precyzji oraz szybkości. W związku z tym automatyzacja jest często powiązana z robotyzacją, która skupia się na zastąpieniu pracy ludzkiej pracą robotów przemysłowych.

Proces automatyzacji wiąże się więc z podwyższeniem kosztów funkcjonowania przedsiębiorstwa. Jednak w dłuższej perspektywie czasowej prowadzi on zazwyczaj do oszczędzania środków finansowych oraz zwiększenia się efektywności produkcji. W ciągu ostatnich kilku lat można zauważyć znaczący wzrost popularności automatyzacji i robotyzacji w różnych gałęziach przemysłu.

Rysunek 1 ukazuje, ile robotów przemysłowych rocznie zostało zainstalowanych w latach 2017-2022, oraz przedstawia prognozę tego zjawiska na lata 2023-2026.



* prognoza

Rys. 1. Roczna liczba zainstalowanych robotów przemysłowych w latach 2017-2026 (z uwzględnieniem prognoz)

Źródło: opracowanie własne na podstawie (International Federation of Robotic, 2023).

Według danych przedstawionych przez Międzynarodową Federację Robotyki w ostatnich latach zjawisko automatyzacji i robotyzacji nasiliło się w różnych sektorach gospodarki na całym świecie.

Od 2017 roku popularność robotyzacji ciągle wzrasta, a w 2021 roku liczba zainstalowanych robotów przemysłowych przekroczyła próg 500 000 sztuk. Dodatkowo według prognoz na najbliższe 4 lata trend ten wciąż będzie rosnący. Międzynarodowa Federacja Robotyki przewiduje, że w 2026 roku liczba zainstalowanych robotów przemysłowych przekroczy próg 700 000 sztuk.

Wraz ze wzrostem popularności automatyzacji i robotyki od 2017 roku wzrosła również liczba technologii używanych przy produkowaniu robotów przemysłowych. Do najpopularniejszych trendów 2024 roku należą:

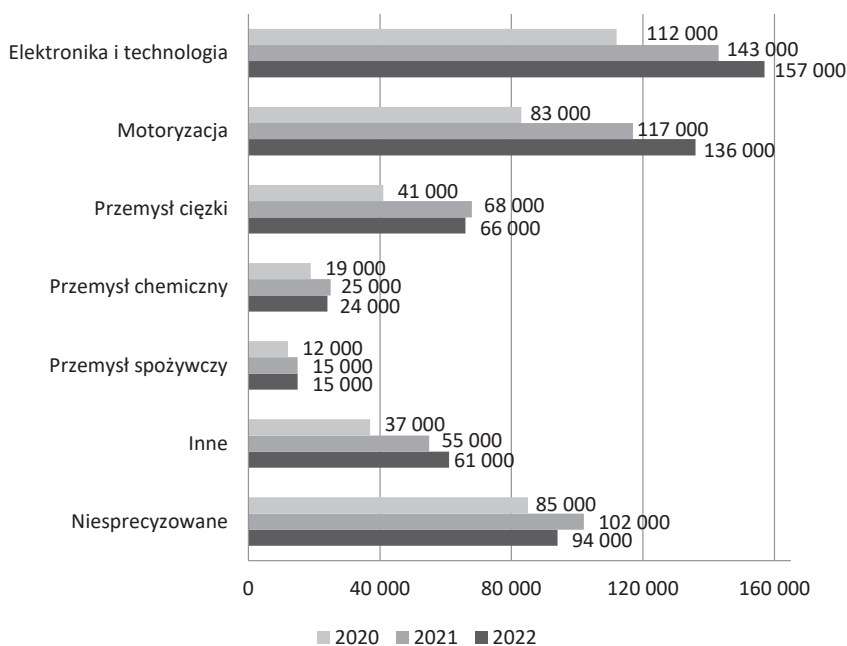
- sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe – uczenie się na podstawie danych, bez konieczności programowania urządzenia,
- coboty – współpraca człowieka i robota,
- manipulatory mobilne – automatyzacja zadań dotyczących transportu materiałów,
- cyfrowe bliźniaki – model odzwierciedlający fizyczną i behawioralną strukturę danego systemu,
- roboty humanoidalne – roboty przypominające człowieka (International Federation of Robotics, 2024).

Zastosowanie maszyn i robotów w różnych branżach może się od siebie różnić ze względu na specyficzne potrzeby danej dziedziny. W związku z tym popyt na roboty przemysłowe różni się w zależności od sektora przemysłu.

Na rysunku 2 została przedstawiona roczna liczba zainstalowanych robotów przemysłowych w podziale na sektory przemysłu w latach 2020-2022. Na podstawie danych zamieszczonych na wykresie można zauważyć, że w latach 2020-2022 najwięcej robotów zostało zainstalowanych przy produkcji elektroniki i technologii oraz w motoryzacji. Popularność automatyzacji i robotyki w tych sektorach jednak wciąż rośnie, o czym świadczy fakt, że od 2020 roku w ciągu dwóch lat liczba robotów wykorzystanych w produkcji zwiększyła się o 45 000 w elektronice i technologii oraz o 53 000 w motoryzacji.

Warto również zauważyć, że przeciwieństwie do tych zaawansowanych sektorów przemysłu najmniej robotów używa się w sektorze spożywczym, gdzie praca człowieka wciąż odgrywa znaczącą rolę.

Wykorzystanie robotów przemysłowych w produkcji zależy głównie od technologii użytych do ich stworzenia. Główną rolę w automatyzacji i robotyzacji odgrywają innowacyjne rozwiązania teleinformatyczne, które wspierają postęp technologiczny na całym świecie. Napędzają one procesy produkcyjne oraz wykonawcze w przedsiębiorstwach, a także wpływają na poprawę jakości życia i funkcjonowania lokalnego społeczeństwa.



Rys. 2. Roczna liczba zainstalowanych robotów przemysłowych z podziałem na sektory w latach 2020-2022

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Müller, 2023, s. 14).

4. Skutki digitalizacji dla społeczeństwa

Ciągły postęp technologiczny na świecie bezpowrotnie odznaczył swoje piętno na codziennym życiu człowieka. Digitalizacja gospodarki i społeczeństwa wpłynęła nie tylko na sposób działania społeczeństwa i jego znaczenie w gospodarce, ale również na relację człowieka z światem realnym i wirtualnym.

Czwarta rewolucja przemysłowa wprowadziła mnóstwo zmian technologicznych, niosących ze sobą zarówno pozytywne, jak i negatywne skutki. Pozytywne wiążą się głównie z szybszym rozwojem przemysłu, edukacji, ochrony zdrowia czy administracji. Natomiast skutki negatywne dotyczą relacji międzyludzkich, cyberbezpieczeństwa i zwiększenia się dysproporcji w rozwoju technologicznym krajów.

W tym rozdziale zostaną przedstawione implikacje dla społeczeństwa wynikające z digitalizacji gospodarki. Konsekwencje wynikające z szybkiego postępu technologicznego zostały podzielone na trzy grupy: konsekwencje dla osób fizycznych, konsekwencje dla organizacji oraz konsekwencje dla całego państwa.

4.1. Konsekwencje dla osób fizycznych

Digitalizacja gospodarki wiąże się z procesem przenoszenia działań, danych i procesów do świata wirtualnego, gdzie istotną rolę odgrywają platformy internetowe, mające duży wpływ na życie indywidualnych jednostek. Konsekwencje tego zjawiska można przedstawić w dwóch aspektach – pozytywnym i negatywnym.

Do pozytywnych konsekwencji należą:

- Dynamiczny rozwój technologii – w wyniku synergii kilku technologii kluczowych dla Przemysłu 4.0 rozwój technologiczny znacznie przyspieszył. Powstały nowe aplikacje i urządzenia ułatwiające dostęp do informacji oraz przetwarzania i udostępniania danych.
- Łatwiejszy dostęp do usług – szybki postęp technologiczny sprawił, że na rynku usług na odległość pojawiły się nowe e-usługi. Przy wykorzystaniu aplikacji mobilnych i Internetu osoby fizyczne mogą z łatwością korzystać z usług zakupowych, rozrywkowych, bankowych, urzędowych czy nawet medycznych.
- Łączność ze społeczeństwem – komunikatory oraz media społecznościowe służą jako pośrednik w kontaktach z rodziną, przyjaciółmi czy innymi jednostkami. Jest to najszybsza metoda komunikacji na odległość.
- Rozwój umiejętności – dostęp do Internetu daje wiele możliwości na zdobycie nowej wiedzy czy umiejętności. Użytkownik może podnieść swoje kwalifikacje zawodowe poprzez korzystanie z kursów online, platform e-learningowe czy specjalnych aplikacji edukacyjnych.
- Nowe miejsca pracy – wprowadzenie automatyzacji do procesów produkcyjnych otwiera nowe możliwości dla pracowników znajdujących się na zaawansowanych technologiach. Maszyny i urządzenia znajdujące się w przedsiębiorstwach wymagają napraw, konserwacji czy nawet obsługi.

Do negatywnych konsekwencji należą:

- Utrata prywatności – wraz ze wzrostem danych przechowywanych *online* rośnie możliwość ich utracenia. Rozwijająca się technologia umożliwia przechwytywanie, przetwarzanie i łączenie danych w czasie rzeczywistym, co utrudnia ochronę danych przed atakiem wirusa lub kradzieżą.
- Wzrastająca dezinformacja – świat wirtualny umożliwia ludziom publikację treści na różnych portalach społecznościowych i stronach bez konieczności podania źródła informacji, swoich danych czy wymogu posiadania konta. Taka sytuacja tworzy idealne warunki do manipulacji i dezinformacji.
- Narastające problemy ze zdrowiem psychicznym – korzystanie z nowoczesnych technologii (m.in. mediów społecznościowych, smartfonów i komputerów) coraz częściej jest główną przyczyną występowania chorób psychicznych, takich jak depresja czy obniżona inteligencja emocjonalna i społeczna. Jednym z najczęściej spotykanych przykładów jest występowanie depresji u młodzieży porównującej się do celebrytów na Instagramie. Dodatkowo nieustanne korzystanie z urządzeń elektronicznych może doprowadzić do uzależnienia się od technologii i izolacji społecznej (PWC, 2022).

4.2. Konsekwencje dla organizacji

W gospodarce cyfrowej digitalizacja głęboko oddziałuje na organizacje we wszystkich jej obszarach. Obejmuje ona wdrażanie technologii cyfrowych w różnych obszarach działalności, od komunikacji i marketingu po zarządzanie zasobami ludzkimi i produkcję.

Do pozytywnych skutków digitalizacji zalicza się:

- Zróżnicowanie konkurencyjne – zastosowanie nowoczesnych technologii umożliwia szybsze zbadanie rynku oraz zebranie danych. Przedsiębiorstwa mogą wykorzystać zdobyte informacje w celu zwiększenia swojej przewagi konkurencyjnej.
- Zwiększenie efektywności operacyjnej – usprawnienie procesów operacyjnych w przedsiębiorstwie z wykorzystaniem nowych technologii pozwala na zwiększenie efektywności produkcji i zmniejszenie jej kosztów.
- Poprawa komunikacji wewnętrznej i zewnętrznej – nowe sposoby komunikacji oraz stworzone sieci umożliwiają płynniejszą i szybszą współpracę między jednostkami.
- Łatwiejszy dostęp do danych – wykorzystanie chmury, *Big Data* i analizy danych umożliwia gromadzenie, przechowywanie i analizowanie informacji w łatwiejszy i bardziej efektywny sposób. Dodatkowo zebrane dane pozwalają przedsiębiorstwu na: dopasowanie oferty do klienta, wprowadzenie nowych innowacji i podejmowanie lepszych decyzji.

Do negatywnych skutków zaliczamy:

- Ryzyko niepowodzenia biznesowego – nie wszystkie przedsiębiorstwa potrafią nadążyć za postępem technologicznym. Niektóre firmy źle wykorzystują zebrane dane i podejmują złe decyzje, co skutkuje utratą klientów.
- Skupienie władzy – wprowadzenie nowych technologii do firmy wiąże się z dość dużymi kosztami, na które małe przedsiębiorstwa nie mogą sobie pozwolić. Automatyzacja może doprowadzić do wzrostu znaczenia niektórych firm na rynku lokalnym oraz do wykluczenia z niego mniejszych działalności.
- Niedopasowanie wymagań do dostępnych umiejętności – obsługa nowoczesnych technologii wymaga pewnych umiejętności, które nie są powszechnie obecne na rynku pracy. Przedsiębiorcy mogą mieć problem z kompletowaniem siły roboczej potrafiącej korzystać z nowych możliwości.
- Wzrost ryzyka cybernetycznego – rozległe środowisko internetowe może prowadzić do częstych i bardzo szkodliwych ataków hakerskich. Bez wykorzystania odpowiednich narzędzi zwiększających cyberbezpieczeństwo przedsiębiorstwo może stracić ważne lub tajne dane (PWC, 2022).

4.3. Konsekwencje dla narodów

Automatyzacja i digitalizacja gospodarki w dużym stopniu wpłynęła na funkcjonowanie poszczególnych państw, polityk oraz społeczeństw. Ze względu na dostępność zaawansowanych usług konsekwencje digitalizacji mogą się różnić w krajach rozwiniętych od tych w krajach trzeciego świata.

Do pozytywnych skutków zaliczamy:

- Przyspieszenie rozwoju gospodarczego krajów mniej rozwiniętych – państwa mniej rozwinięte starają się nadążyć nad tempem zmian technologicznych w państwach rozwijających się i rozwiniętych. Stosują one do tego nowe technologie oraz schematy, które w przeszłości odniosły sukces.
- Poprawa życia mieszkańców – Internet umożliwia szybszy i łatwiejszy dostęp do informacji, a także dostęp do e-usług. W wielu krajach można już załatwić sprawy obywatelskie i urzędowe przez oficjalną aplikację e-urząd.
- Tworzenie instytucji opartych na technologii – kraje na całym świecie tworzą zupełnie nowe instytucje, które będą musiały radzić sobie z przyszłymi wyzwaniami wynikającymi z cyfryzacji gospodarki.

Do negatywnych skutków należą:

- Brak bezpieczeństwa danych – digitalizacja doprowadziła do przeniesienia wielu informacji wrażliwych do Internetu, przez co wzrasta ryzyko ataków cybernetycznych i naruszeń prywatności danych. W przypadku niektórych państw wyciek wrażliwych informacji może zapoczątkować utratę bezpieczeństwa narodowego.
- Ryzyko bezrobocia – wprowadzenie nowych systemów i narzędzi informatycznych sprawi, że pracodawcy będą poszukiwać pracowników oferujących inne kompetencje niż do tej pory. Osoby mające inne umiejętności lub zastąpione przez maszyny będą musiały przekwalifikować się lub dostosować do zmieniających się wymagań rynku pracy.
- Zmieniające się zależności gospodarcze – nie wszystkie kraje mają jednakowy dostęp do technologii, co może doprowadzić do większych dysproporcji w rozwoju gospodarczym. Wkrótce technologie mogą stać się równie istotne jak dostęp do zasobów naturalnych, co może prowadzić do napięć na arenie międzynarodowej (PWC, 2022).

5. Zakończenie

Czwarta rewolucja przemysłowa to nie tylko koncepcja, która zmienia sposób, w jaki produkuje się towary i świadczy usługi, ale także rewolucja, która przekształca społeczeństwa i gospodarki na całym świecie. Wprowadzone nowe technologie nie tylko przeobrażają procesy produkcyjne, ale również tworzą zupełnie nowy paradygmat ekonomiczny, oparty na świecie zarówno fizycznym, jak i wirtualnym.

Digitalizacja gospodarki odgrywa kluczową rolę w tworzeniu tzw. społeczeństwa cyfrowego, gdzie dostęp do informacji, komunikacja i interakcje społeczne odbywają się głównie w przestrzeni internetowej. Dzięki temu powstają nowe możliwości wykorzystania technologii w różnych obszarach życia, takich jak edukacja, zdrowie, biznes czy administracja publiczna. Możemy teraz łatwiej uzyskać dostęp do wiedzy, prowadzić działalność gospodarczą *online*, korzystać z usług zdalnych czy też uczestniczyć w interaktywnych formach nauki. Dodatkowo możemy również korzystać z szybszego przepływu informacji i finansów, co może w przyszłości przyspie-

zyć procesy decyzyjne oraz usprawnić funkcjonowanie społeczeństwa jako całości. W wyniku tego zjawiska można powiedzieć, że Przemysł 4.0 stał się nie tylko rewolucją przemysłową, ale także rewolucją społeczną, gospodarczą i kulturową.

Zastosowanie nowych narzędzi i rozwiązań technologicznych poprawiło jakość życia pojedynczych jednostek, całych społeczeństw oraz gospodarek. Dzięki inteligentnym systemom produkcji oraz zarządzania firmy zaczęły lepiej dostosować się do zmieniających się warunków rynkowych oraz szybciej reagować na potrzeby klientów. W efekcie zwiększyła się konkurencyjność nie tylko poszczególnych firm, ale także całych gospodarek. Poprawa efektywności i innowacyjności przełożyła się na wzrost produktywności pracy oraz na wzrost gospodarczy. Z kolei wzrost gospodarczy przyczynił się do poprawy warunków życia obywateli poprzez stworzenie nowych miejsc pracy, zwiększenie dochodów oraz udostępnienie nowych technologii i usług.

Przemysł 4.0 bezpośrednio przyczynił się do przyspieszenia rozwoju gospodarczego na całym świecie. Jednak niekontrolowany rozwój technologiczny może skutkować powstaniem negatywnych konsekwencji i doprowadzić do nierówności społecznych, utraty miejsc pracy oraz problemów związanych z prywatnością i bezpieczeństwem danych. Konieczne jest więc zapewnienie odpowiednich regulacji i polityk publicznych, które będą kontrolować proces transformacji cyfrowej i zminimalizują potencjalne negatywne skutki społeczne. W tym celu powinny powstać specjalne jednostki rządowe zajmujące się gospodarką cyfrową i jej różnymi aspektami.

Literatura

- Baranowski, M., Kordowska, M., Pisarek, J., Ziemacki, Z., Hetmańczyk, M. i Pollak, A. (2023). *Przemysł 4.0: Identyfikacja trendów technologicznych*. Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.
- Boratyńska, K., Cieślak, E., Kacperska, E., Łukasiewicz, K. i Milewska, A. (2021). *Gospodarka cyfrowa we współczesnym świecie-kraje V4*. Wydawnictwo SGGW.
- Furmanek, W. (2018). Najważniejsze idee czwartej rewolucji przemysłowej (Industrie 4.0). *Dydaktyka Informatyki*, (13), 55-63.
- International Federation of Robotics. (2024). *Top 5 Robot Trends 2024*. Pobrano z <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/top-5-robot-trends-2024>
- International Federation of Robotics. (2023). *World Robotics 2023*. Pobrano z <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/world-robotics-2023-report-asia-ahead-of-europe-and-the-americas>
- Mohajan, H. (2019). The First Industrial Revolution: Creation of a New Global Human Era. *Journal of Social Sciences and Humanities*, 5(4), 377-387.
- Moraes, E. C. i Lepikson, H. A. (2017). Industry 4.0 and Its Impacts on Society (Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management). Pobrano z <https://ieomsociety.org/bogota2017/papers/116.pdf>
- Müller, C. (2023). *World Robotics 2023 – Industrial Robots*. IFR Statistical Department, VDMA Services GmbH, Frankfurt am Main, Germany. Pobrano z https://ifr.org/img/worldrobotics/Executive_Summary_WR_Industrial_Robots_2023.pdf
- Pettinger, T. (2020). *The Digital Economy – Pros and Cons*. Economics.help. Pobrano z <https://www.economicshelp.org/blog/164275/economics/the-digital-economy-pros-and-cons/>

- Platforma Przemysłu Przyszłości. *Przemysł 5.0*. Pobrano z <https://przemyslprzyszlosci.gov.pl/tag/przemysl-5-0/>
- PWC. (2022). *Megatrends. Five global shifts reshaping the world we live in*. Pobrane z <https://www.pwc.com/gx/en/issues/assets/pdf/pwc-megatrends-october-2022.pdf>
- Ratajczak, M. i Woźniak-Jęchorek, B. (2020). Rewolucje przemysłowe i ich wpływ na rozwój ekonomii. *Studia BAS*, 3(63), 25-41.
- Wodnicka, M. (2021). Wpływ czwartej rewolucji przemysłowej na innowacyjność usług. *Optimum. Economic Studies*, 105(3), 48-59.
- Zamorska, K. (2020). Pięć rewolucji przemysłowych – przyczyny, przebieg i skutki (ujęcie historyczno-analityczne). *Studia BAS*, (3), 7-23.

Industry 4.0 – Digitization of the Economy and Society

Abstract: The fourth industrial revolution created a new economic landscape based on the use of modern technologies. Additionally, the accompanying technological progress accelerated changes in many industrial sectors. The aim of this work is to show the technological changes that took place in the global economy and to present the implications for society resulting from the digitization and automation of the economy. The article uses: the document examination method, the method of analysis and logical construction, and the comparative method, which will help us to understand and examine technological changes that are taking place in the global economy. Industry 4.0 started the era of a digital society that is strongly integrated with digital technology and the virtual world. This dynamic, technological revolution has directly contributed to shaping society's everyday life by introducing innovative tools that can change people's lives and create new opportunities.

Keywords: fourth industrial revolution, Industry 4.0, digitization of the economy, work automation, social implications of digitization