

Wpływ automatyzacji i robotyzacji na wydajność procesów produkcyjnych.

Adam Busławski

adam.buslawski@opole.merito.pl; ORCID: 0000-0002-6329-278X

Logistyka, Uniwersytet WSB MERITO we Wrocław

Izabela Kasprzycka

i.kasprzycka@wp.pl; ORCID: 0009-0002-0461-5224

Logistyka, Uniwersytet WSB MERITO we Wrocław

Anna Orzel

anna.orzel@wroclaw.merito.pl; ORCID: 0000-0002-7518-6480

Logistyka, Uniwersytet WSB MERITO we Wrocław

Marek Wantuła

marekwantula@gmail.com; ORCID: 0009-0000-6989-1313

Logistyka, Uniwersytet WSB MERITO we Wrocław

ABSTRAKT

Celem artykułu jest analiza wpływu **automatyzacji** i **robotyzacji** na wydajność współczesnych procesów produkcyjnych w kontekście transformacji przemysłowej określanej jako Przemysł 4.0. Dynamiczne zmiany technologiczne oraz rosnąca niestabilność globalnych łańcuchów dostaw wymuszają na przedsiębiorstwach wdrażanie rozwiązań zwiększających odporność operacyjną i elastyczność systemów wytwórczych. W artykule przedstawiono teoretyczne podstawy automatyzacji i robotyzacji, ze szczególnym uwzględnieniem różnic między systemami sztywnymi, programowalnymi i elastycznymi. Omówiono również rozwój robotów przemysłowych, w tym robotów współpracujących, które umożliwiają bezpieczną kooperację człowieka z maszyną. Analiza wykazała, że implementacja robotów znacząco wpływa na wzrost wskaźnika OEE poprzez zwiększenie dostępności maszyn, redukcję błędów ludzkich oraz skrócenie cykli produkcyjnych. W artykule zaprezentowano także globalne trendy rozwoju robotyki, oparte na najnowszych danych International Federation of Robotics, wskazujących na stały wzrost liczby instalacji robotów przemysłowych. Badania obejmowały analizę literatury, raportów branżowych oraz studia przypadków przedsiębiorstw wdrażających zaawansowane systemy automatyzacji. Wyniki badań potwierdzają, że robotyzacja staje się kluczowym narzędziem zwiększania efektywności produkcji w sektorach o wysokiej zmienności popytu i rosnących wymaganiach jakościowych. Zidentyfikowano również główne determinanty sukcesu wdrożeń, takie jak integracja systemów IT, kompetencje pracowników oraz jakość danych procesowych. Artykuł stanowi podstawę do dalszych badań nad optymalizacją procesów produkcyjnych w warunkach intensywnej cyfryzacji przemysłu.

WPROWADZENIE

Współczesna gospodarka światowa znajduje się w fazie intensywnej transformacji, którą determinuje paradygmat Przemysłu 4.0. Proces ten nie jest jedynie ewolucją technologiczną, lecz fundamentalną zmianą sposobu projektowania, realizowania i nadzorowania procesów wytwórczych [7]. W dobie narastającej niestabilności łańcuchów dostaw oraz gwałtownych szoków ekonomicznych, przedsiębiorstwa produkcyjne zmuszone są do poszukiwania rozwiązań gwarantujących nie tylko wysoką wydajność, ale przede wszystkim odporność operacyjną i elastyczność. Kluczowym instrumentem w tym obszarze staje się synergia automatyzacji i robotyzacji [8].

Historycznie automatyzacja kojarzona była z usztywnionymi liniami montażowymi, dedykowanymi do produkcji masowej. Obecnie, dzięki integracji z systemami sztucznej inteligencji, Internetem rzeczy (IoT) oraz zaawansowaną analityką danych, technologie te pozwalają na efektywną personalizację produktów przy zachowaniu niskich kosztów jednostkowych. Jednocześnie implementacja tych rozwiązań staje się odpowiedzią na wyzwania demograficzne, takie jak niedobór wykwalifikowanej siły roboczej oraz rosnące koszty pracy w krajach rozwiniętych i rozwijających się. Niniejszy artykuł ma na celu kompleksową analizę wpływu zaawansowanych systemów zautomatyzowanych i robotyki na efektywność i wydajność procesów produkcyjnych, systematyzację definicji w oparciu o aktualne źródła oraz identyfikację kluczowych determinantów sukcesu tych wdrożeń technicznych.

TEORETYCZNE ASPEKTY WDRAŻANIA SYSTEMÓW ZAUTOMATYZOWANYCH W PRZEMYSŁE

Zrozumienie wpływu omawianych technologii na wydajność wymaga precyzyjnego rozgraniczenia pojęć automatyzacji i robotyzacji. Automatyzacja procesów produkcyjnych definiowana jest jako etap rozwoju techniki, w którym funkcje sterownicze, kontrolne oraz decyzyjne zostają przejęte od człowieka przez urządzenia techniczne. Według M.P. Groovera, automatyzacja integruje mechaniczne systemy produkcyjne z technikami komputerowymi, tworząc zintegrowane systemy wytwórcze. Wyróżnia się automatyzację sztywną (produkcja masowa), programowalną (produkcja partiami) oraz elastyczną, która umożliwia produkcję różnych wyrobów bez konieczności długotrwałych przebrojeń, co stanowi istotę nowoczesnych fabryk [3, str.23-24]

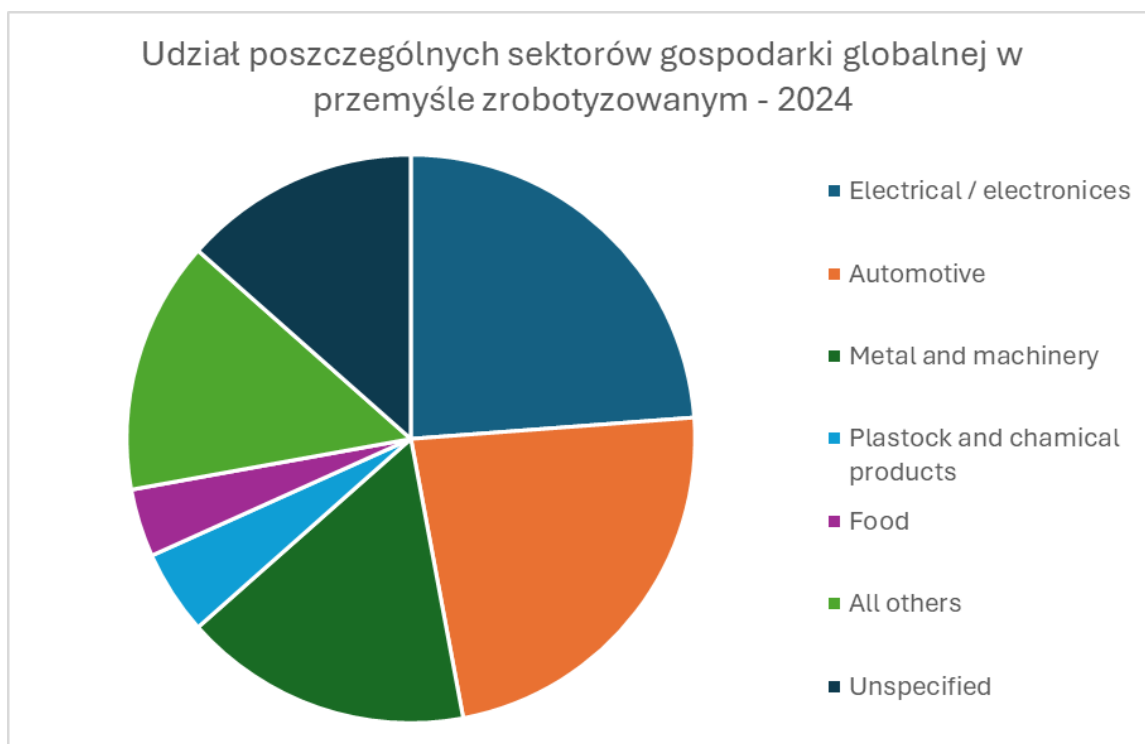
Robotyzacja stanowi specyficzny, wyższy poziom automatyzacji, w którym centralną rolę odgrywa robot przemysłowy. Według definicji zawartych w pracach J. Honczarenki [1], robot jest urządzeniem o napędzie mechanicznym, automatycznie sterowanym, programowalnym i wielozadaniowym. W przeciwieństwie do maszyn dedykowanych, roboty charakteryzują się uniwersalnością, te same jednostki mogą realizować zadania spawalnicze, montażowe czy transportowe. Ł. Sabaszek, A. Gola oraz A. Świć wskazują, że współczesna robotyka ewoluuje w stronę systemów kognitywnych, zdolnych do rozpoznawania otoczenia poprzez wszelkiego rodzaju sensory i kamery, co pozwala na bezpieczną pracę w otoczeniu ludzi bez fizycznych barier [10]. Szczególnym przypadkiem robotów projektowanych do pracy w otoczeniu ludzi są tzw. coboty (ang. Collaborative robot) zaprojektowane i przystosowane specjalnie, aby bezpiecznie pracować ramię w ramię z człowiekiem [12].

Wydajność procesu w ujęciu technicznym jest funkcją dostępności maszyn, ich prędkości roboczej oraz jakości wyrobów. Wskaźnikiem najlepiej opisującym ten wpływ jest OEE (Overall Equipment Effectiveness), który agreguje dostępność wykorzystanie oraz jakość. Implementacja robotów maksymalizuje wykorzystanie czasu dostępnego poprzez pracę wielozmianową eliminuje błędy wynikające z czynnika ludzkiego i skraca cykle technologiczne przy zachowaniu rygorystycznych tolerancji [23].

GLOBALNE TRENDY I STATYSTYKI ROZWOJU ROBOTYKI

Wpływ automatyzacji na wydajność procesów produkcyjnych jest możliwy do zweryfikowania poprzez analizę rosnącej liczby instalacji robotów przemysłowych na świecie. Najnowsze dane International Federation of Robotics (IFR) zawarta w raporcie World Robotics 2025 wskazują na utrzymujący się trend wzrostowy, mimo przejściowych kryzysów ekonomicznych. Zgodnie z raportem IFR 2025, globalna liczba rocznych instalacji robotów przemysłowych przekroczyła kolejne progi, a głównym motorem wzrostu pozostaje sektor elektroniki oraz motoryzacji.

Rysunek 1. Wykres udziału robotyki w poszczególnych sektorach gospodarki światowej

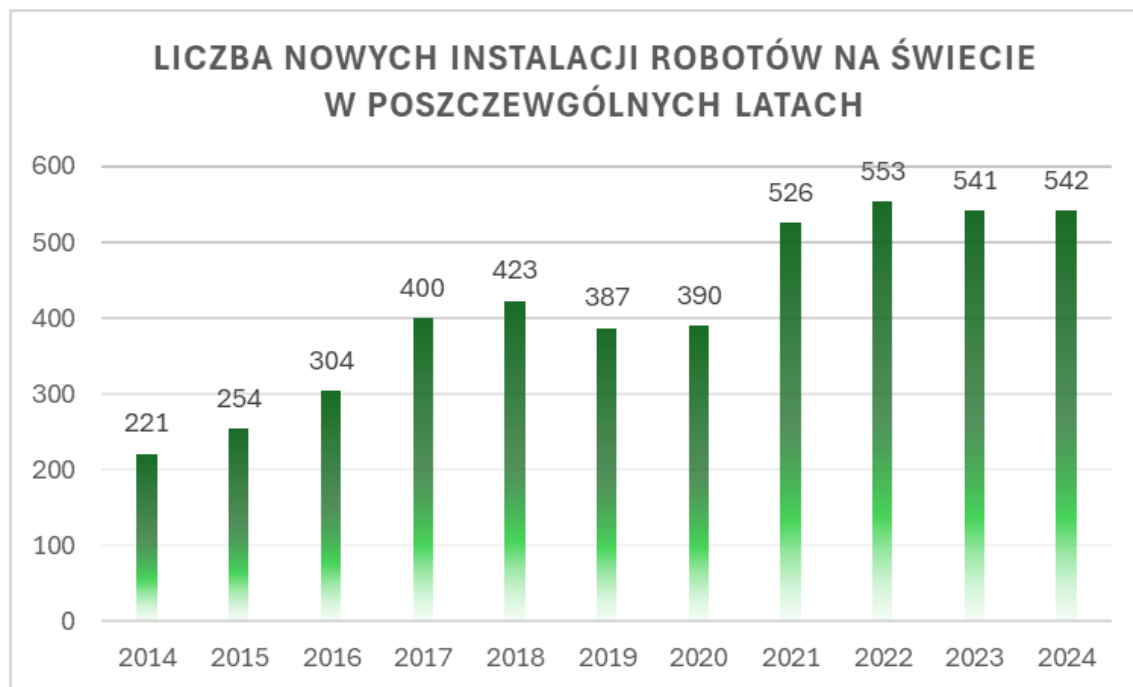


Źródło: opracowanie własne na podstawie World Robotics Raport 2025 [14]

Szczególną uwagę należy zwrócić na wskaźnik gęstości robotyzacji, który jest uznawany za miarę innowacyjności gospodarki. Wskaźnik ten obliczany jest na podstawie ilości robotów funkcjonujących w danym rynku przypadających na 10 000 pracowników. Od wielu lat jak wskazują raporty IFR prym wiodą Korea Południowa ze wskaźnikiem ponad 1000 oraz

Singapur z wynikiem 770. Polska wg. danych za 2023 rok, wykazująca 78 robotów na 10 000 pracowników plasuje się na 28 miejscu pomiędzy Islandią i Austrią, przy czym średnia światowa wynosiła 162. [17]

Rysunek 2. Wykres trendu powstawania nowych instalacji zrobotyzowanych

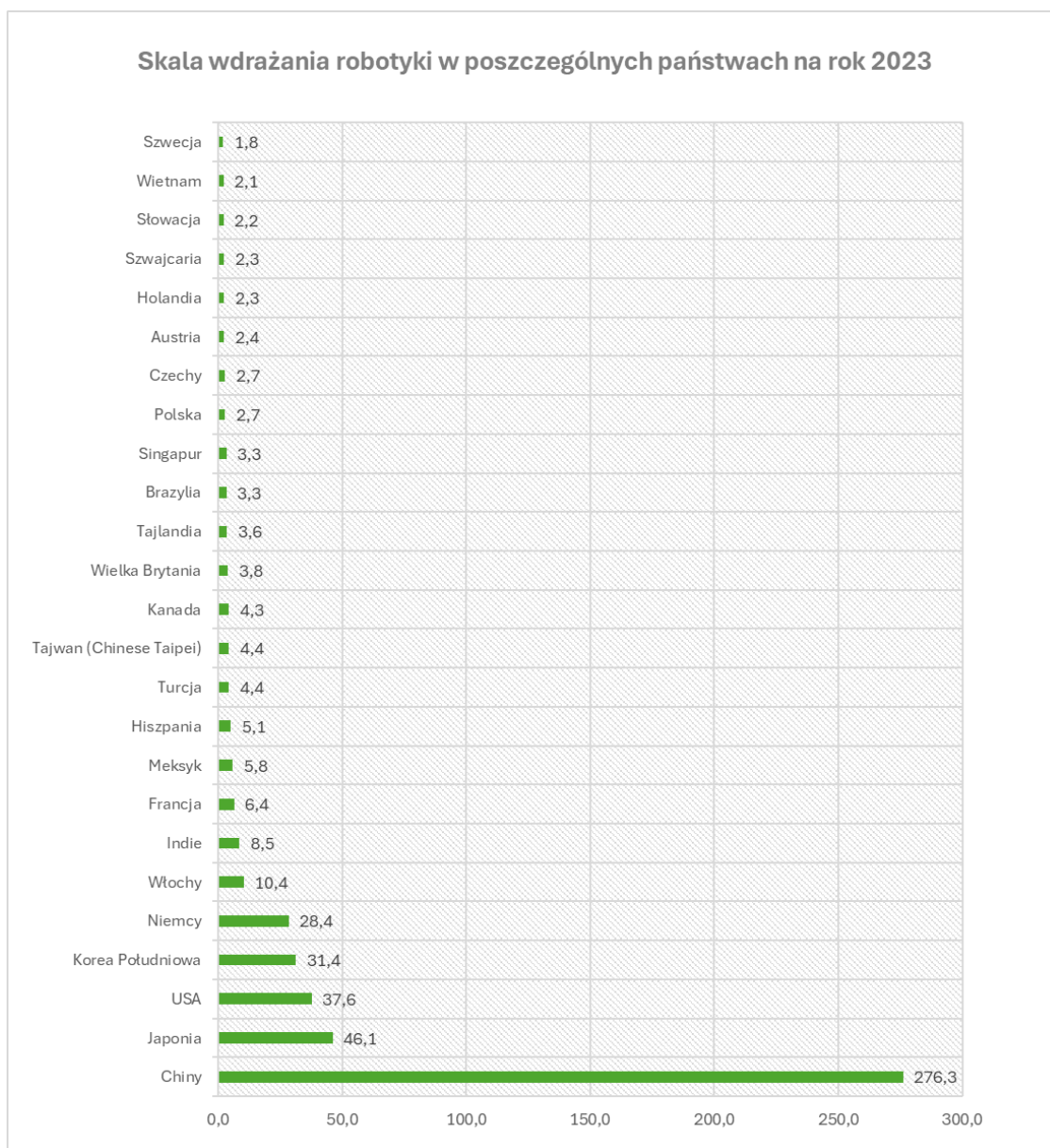


Źródło: opracowanie własne na podstawie raportu IFR World Robotics 2025 [14]

Chiny dzięki agresywnej polityce wsparcia, w ciągu kilku lat niemal podwoiły swój wskaźnik gęstości, co bezpośrednio przekłada się na ich dominację technologiczną. Właśnie takie podejście do automatyzacji i szerokie zastosowanie robotyki, co bezpośrednio przekłada się na skalę produkcji, są powodem, dlaczego Chiny uznawane są za „fabrykę świata”.

Polska, choć wciąż poniżej średniej zachodnioeuropejskiej, jeżeli chodzi o wskaźnik gęstości robotyzacji, wykazuje dynamikę nadrobienia zaległości, napędzaną przez wzrost kosztów pracy i brak wykwalifikowanego personelu. Raport IFR 2025 pokazuje również dążenie do tzw. reshoringu, czyli powrotu produkcji do kraju macierzystego jako katalizator inwestycji w krajach o wysokich płacach.

Rysunek 3. Wdrożenia automatyzacji poprzez zastosowanie robotów w poszczególnych krajach w 2023 roku



Źródło: opracowanie własne na podstawie raportu IFR za 2023 rok [17]

AUTOMATYZACJA INTRALOGISTYKI A BEZPIECZEŃSTWO PROCESOWE

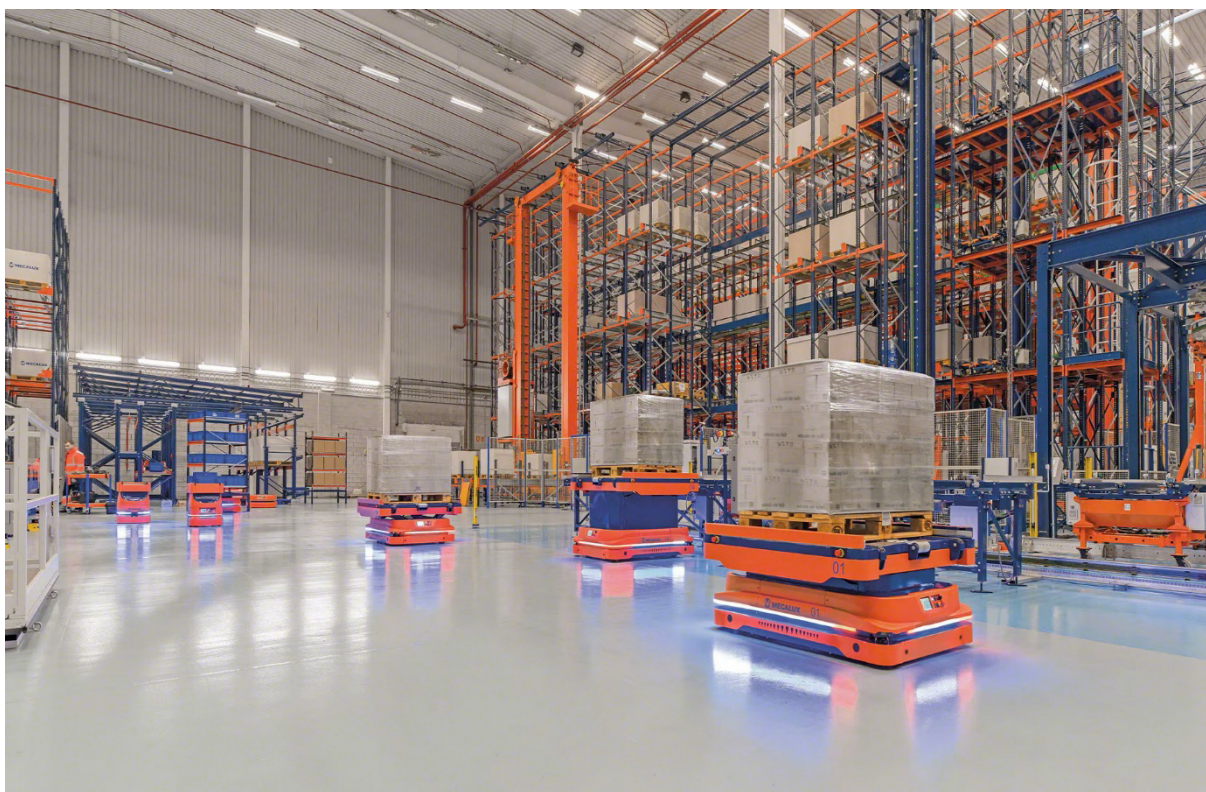
Współczesna logistyka wewnętrzna stanowi jeden z najbardziej perspektywicznych obszarów wdrożenia systemów zautomatyzowanych. Wielu autorów publikacji o tematyce robotyki przemysłowej wskazuje, że transport wewnętrzny jest często wąskim gardłem, a jego nieefektywność często rzutuje na całkowitą wydajność zakładu. Tradycyjne metody oparte na wózkach widłowych, obarczone są wysokim ryzykiem błędu, wypadków oraz zmiennością czasową. Wdrożenie innowacyjnych rozwiązań, takich jak roboty mobilne klasy MOBOT czy pojazdy AGV (ang. Automated Guided Vehicles), pozwala na pełną synchronizację dostaw na linii montażowej. Robotyzacja logistyki jest odpowiedzią na potrzebę eliminacji marnotrawstwa czasu i zasobów, co sprzyja głównym celom coraz bardziej popularnej metodologii zarządzania Lean Management i Lean Production [9, str. 106].

Zastosowanie robotów typu FlatRunner czy innych platform mobilnych (MOBOT z ang. Mobile Robot) daje następujące korzyści [7, str. 163-164]:

- optymalizację ścieżek transportowych – minimalizuje przebiegi jałowe w oparciu o ciągłą aktualizację danych odnośnie przeszkód, otoczenia i danych z systemów WMS, ERP,
- redukcja kosztów energii i płac – jeden robot może obsłużyć trzymianowe stanowisko, nie potrzebując przerw, szkoleń, dodatkowych środków ochrony,
- zwiększona elastyczność przestrzenna – w przeciwieństwie do stacjonarnych instalacji przenośników taśmowych, roboty mobilne nie stanowią bariery architektonicznej i mogą być łatwo rekonfigurowane w przypadku zmiany layoutu hali.

Analiza porównawcza systemów transportu wewnętrznego w przedsiębiorstwach produkcyjnych jasno wskazuje, że mimo wysokich nakładów inwestycyjnych, koszty eksploatacyjne systemów zautomatyzowanych są znacząco niższe w przeliczeniu na jednostkę transportowanego ładunku od systemów tradycyjnych.

Rysunek 4. Autonomiczne roboty firmy MECALUX światowego producenta systemów magazynowych.



Źródło: <https://www.mecalux.pl/automatyzacja-magazynu/amr-autonomiczne-roboty-mobilne#all-1>

Efektywność transportu automatycznego jest ściśle związana z precyzją identyfikacji ładunków. Integracja robotów z technologiami automatycznej identyfikacji danych (ADC z ang. Automatic Data Capture lub Auto ID), takich jak RFID, systemy optyczne czy magnetyczne pozwala na bezbłędne przypisanie surowców czy produktów do konkretnych zleceń produkcyjnych [10, str. 223]. Dzięki temu możliwe jest monitorowanie poziomu zapasów w czasie rzeczywistym, co ogranicza ryzyko przestojów wynikających z braku materiałów, a także redukuje niepotrzebne magazynowanie.

Tabela 1: Porównanie efektywności transportu tradycyjnego i zautomatyzowanego wewnątrz przedsiębiorstwa na podstawie systemów MOBOT

PARAMETR PORÓWNAWCZY	Transport tradycyjny (wózek widłowy)	Transport zautomatyzowany (AGV / AMR)
Dostępność (system wielozmianowy)	zależna od personelu (zmęczeniu, przerwy, ilość zmian)	24/7 (z przerwami na ładowanie)
Powtarzalność czasu cyklu	niska	bardzo wysoka
Bezpieczeństwo	ryzyko kolizji z ludźmi lub infrastrukturą	Systemy antykolizyjne, czujniki sensoryczne
Koszty operacyjne długofalowe	wysokie (płace, serwis, energia)	niskie (serwis, minimalne zużycie energii)

Źródło: opracowanie własne na podstawie artykułu [7, str. 163-164].

Na wydajność procesów produkcyjnych składa się także jakość wyrobów końcowych a precyzując ilość produktów bez wad i defektów. Wdrożenie robotów przemysłowych pozwala na znaczną eliminację defektów wynikających ze zmęczenia, dekoncentracji czy braku powtarzalności ruchów operatora. Roboty przemysłowe w zależności od modelu i przeznaczenia charakteryzują się mikronową precyzją pozycjonowania, co w procesach takich jak spawanie, lakierowanie czy montaż elektroniki jest kluczowe dla zachowania standardów jakościowych [5, str. 79]. M. Florczak-Strama przekonuje, że inteligentne roboty, wyposażone w algorytmy uczenia maszynowego, potrafią adaptować się do drobnych odchyłeń w położeniu detali, co redukuje liczbę braków i konieczność poprawek. Stabilność procesowa, uzyskana dzięki robotyzacji, pozwala na stosowanie bardziej rygorystycznych tolerancji, co przekłada się na wyższą konkurencyjność produktów na rynkach międzynarodowych [9].

Warto zaznaczyć także, że poziom automatyzacji i robotyzacji procesów ma istotny wpływ na ergonomię pracy i eliminację zagrożeń. Aspekt bezpieczeństwa pracy stanowi jeden z najsilniejszych argumentów za robotyzacją stanowisk trudnych i niebezpiecznych. Przekazanie maszynom zadań wykonywanych w warunkach szkodliwych, takich jak wysoka temperatura, hałas, opary chemiczne znacząco obniża wskaźnik wypadkowości oraz zapadalność na choroby zawodowe, a także w dużej mierze zwalnia pracodawcę z kosztów przystosowania takiego miejsca pracy dla pracownika fizycznego oraz świadczeń związanych z pracą w warunkach szkodliwych. Warto jednak zaznaczyć, że wprowadzenie robotów, także wymusza wdrożenie zaawansowanych systemów zabezpieczeń technicznych, takich jak skanery, kurtyny świetlne, czy systemy kontroli dostępu do stref zrobotyzowanych [6].

ASPEKTY EKONOMICZNE I SPOŁECZNE

Decyzja o automatyzacji procesów jest z założenia decyzją o charakterze strategicznym, wymagającym rzetelnej analizy ekonomicznej, jednak w perspektywie czynników zewnętrznych, takich jak przerwy w łańcuchu dostaw czy gwałtowne wzrosty cen energii stabilność finansowa gwarantowana przez systemy zautomatyzowane staje się kluczowa.

Największą barierą dla wielu przedsiębiorstw szczególnie z sektora małych i średnich firm, pozostaje wysoki koszt zakupu i wdrożenia (CAPEX). Jednak analiza cyklu życia maszyn wskazuje, że robotyzacja prowadzi do systematycznego obniżania kosztów operacyjnych (OPEX) [20]. Kluczowe oszczędności można odnotować w następujących sektorach:

- redukcja kosztów zatrudnienia
- oszczędność surowców (w tym zbędne magazynowanie)
- zmniejszenie zużycia energii

Roboty mogą zatrudniać pracowników na stanowiskach o niższych kwalifikacjach, pozwalając na ich przesunięcie do zadań o większej wartości dodanej. Dodatkowo w kwestiach materiałów, poza precyzyjnym i bieżącym analizowaniem stanów magazynowych procesy zrobotyzowane generują mniej odpadów materiałowych, co wynika z większej precyzji. W kwestiach dotyczących zużycia energii warto zaznaczyć, że poza optymalizacją tras transportu wewnętrznego niektóre hale produkcyjne w pełni zautomatyzowane nie wymagają ogrzewania czy też oświetlenia co przekłada się na duże oszczędności.

W kwestii ekonomicznej nową szansą dla firm o ograniczonym budżecie operacyjnym jest koncepcja RaaS (z ang. Robot as a Service) [15, str. 34]. Jest to stosunkowo młody model biznesowy, który pozwala firmom na korzystanie z najnowszych technologii bez konieczności angażowania dużego kapitału na starcie. W tej koncepcji klient płaci za użycie, dostępność lub wykonanie zadania a dostawca odpowiada za technologię, utrzymanie i rozwój. Najnowszy raport IFR wskazuje na rosnącą popularność modeli subskrypcyjnych w robotyce. W czasach zmieniającego się rynku i wielu zagrożeń spowodowanych zmieniającymi się trendami takie rozwiązanie jest idealne bo pozwala na elastyczne skalowanie produkcji w zależności od popytu rynkowego [5, str. 86].

Automatyzacja to nie tylko zmiana technologiczna, ale przede wszystkim organizacyjna. Z.T. Ludziejewski podkreśla, że obawy pracowników przed utratą miejsc pracy stanowią istotną barierę dla wdrażania innowacji [6, str. 56-57]. Skuteczne zarządzanie procesem robotyzacji wymaga inwestycji w przekwalifikowanie i podniesienie kompetencji kadr. Przedsiębiorstwa, które odnoszą sukces w tym obszarze postrzegają roboty nie jako konkurencję dla człowieka, lecz jako narzędzie wspierające, pozwalające uwolnić potencjał twórczy personelu.

PERSPEKTYWA PRSZYSZŁOŚCI ROBOTYZACJI I ROLA AI W AUTOMATYZACJI PROCESÓW PRZEMYSŁOWYCH

Współczesna robotyka przemysłowa przechodzi transformację od systemów sztywno zaprogramowanych do jednostek zdolnych do autonomicznego podejmowania decyzji w czasie rzeczywistym. Jak wskazuje M. Florczak-Strama, kluczowym katalizatorem tych zmian jest integracja robotów z algorytmami sztucznej inteligencji oraz uczenia maszynowego, co pozwala na budowanie systemów „inteligentnych”, które wykraczają poza tradycyjne ramy automatyzacji [9].

Tradycyjne roboty wymagały precyzyjnie pozycjonowanych detali, programowania tras czy ruchów co generowało wysokie koszty oprzyrządowania i przezbrajania. Dzięki zaawansowanym systemom wizyjnym wspieranym przez AI, nowoczesne jednostki potrafią identyfikować obiekty w nieuporządkowanym otoczeniu, co jest kluczowe w procesach sortowania czy kompletacji zamówień [7]. Zdolność do samodzielnego uczenia się maszyn pozwala na optymalizację trajektorii ruchu na podstawie danych historycznych, co

bezpośrednio przekłada się na skrócenie czasu cyklu produkcyjnego i redukcję zużycia energii a w tym poprawia wydajność.

Integracja robotów z platformami analitycznymi, systemami WMS czy ERP pozwala na wdrożenie strategii utrzymania ruchu opartej na danych. Poza eliminacją marnotrawstwa i optymalizacją procesów systemy te monitorują parametry pracy takie jak temperatury, drgania, stan płynów czy pobór energii i są w stanie przewidzieć wystąpienie awarii przed jej faktycznym zaistnieniem. W konsekwencji przedsiębiorstwa są w stanie uniknąć kosztownych przestojów nieplanowanych, co stanowi jeden z najważniejszych czynników wpływających na utrzymanie wysokiego wskaźnika wydajności OEE.

Analiza kierunków rozwoju robotyki, oparta na najnowszych raportach International Federation od Robotics, wskazuje na kilka kluczowych trendów, które będą kształtować przemysł w nadchodzącej dekadzie. Zgodnie z raportem World Robotics 2025 światowa robotyka znajduje się u progu komercjalizacji robotów humanoidalnych. Choć obecnie znajdują się one głównie w fazie testów i prototypów, producenci intensywnie pracują nad ich wdrożeniem i seryjną produkcją. Roboty te, dzięki swojej budowie zbliżonej do ludzkiej, mają być przystosowane do pracy w środowiskach zaprojektowanych dla człowieka, eliminując konieczność kosztownej przebudowy hal produkcyjnych pod maszyny tradycyjne. IFR przewiduje, że pierwsze zastosowanie znajdą one w logistyce oraz procesach wymagających dużej mobilności w ograniczonej przestrzeni. Drugim wyszczególnionym trendem jest odchodzenie od robotów wyspecjalizowanych na rzecz jednostek wielozadaniowych. W obliczy zmiennych potrzeb rynkowych i personalizacji produktów oraz wysokich cen robotów, przedsiębiorstwa potrzebują maszyn, które można błyskawicznie rekonfigurować. Elastyczność ta, wspierana przez intuicyjne interfejsy programowania, wspierane przez sztuczną inteligencję, znacząco obniżą barierę technologiczną dla personelu, co wpisuje się w koncepcję Przemysłu 5.0, stawiając na nowo człowieka w centrum zautomatyzowanego systemu.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI KOŃCOWE

Przeprowadzona analiza wpływu automatyzacji i robotyzacji na wydajność procesów produkcyjnych pozwala na sformułowanie kilku kluczowych wniosków.

Po pierwsze implementacja nowoczesnych systemów zautomatyzowanych przestała być jedynie opcją technologiczną, stając się strategicznym imperatywem dla przedsiębiorstw chcących zachować konkurencyjność w dobie istniejących czynników zewnętrznych i niestabilności rynkowej. Dane statystyczne z 2025 roku jednoznacznie potwierdzają, że kraje i organizacje o najwyższej gęstości robotyzacji osiągają najwyższą stabilność operacyjną oraz rentowność.

Po drugie, wpływ na wydajność realizuje się nie tylko poprzez szybkość operacji, ale także poprzez stabilizację jakości, redukcję marnotrawstwa oraz poprawę bezpieczeństwa pracy. Automatyzacja transportu wewnętrznego wspierana przez roboty mobilne i systemy automatycznej identyfikacji, eliminuje wąskie gardła i pozwala na płynny przepływ materiałów w systemie just-in-time.

Po trzecie, przyszłość robotyki nierozzerwalnie wiąże się z rozwojem sztucznej inteligencji i robotów współpracujących. Bariery społeczne, związane z lękiem przed wyparciem technologicznym i bezrobociem, muszą być wypierane przez systemowe podejście do edukacji

i przebranżowienia kadr, co pozwoli na efektywne wykorzystanie synergii między kreatywnością człowieka a precyzją maszyny.

Podsumowując, automatyzacja i robotyzacja stanowią fundament transformacji cyfrowej, która prowadzi do powstania „inteligentnych fabryk” oraz definiują zwycięzców w światowym wyścigu przemysłowym. Niezaprzeczalnie wpływają na jakość i wydajność wszelkich procesów w których uczestniczą cechując się wynikami nieosiągalnymi w przypadku ręcznej pracy. W świetle globalnych zmian demograficznych i rosnących wymagań jakościowych, dalszy dynamiczny rozwój systemów zrobotyzowanych wydaje się nieunikniony i niezbędny dla trwałości systemów produkcyjnych XXI wieku.

Literatura

1. Jerzy Honczarenko „Roboty maszynowe. Budowa i zastosowanie”, WNT, Warszawa 2010
2. Gabriel Kost, Piotr Łebkowski, Łukasz Węsierski „Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych”, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, 2014
3. Mikell P. Groover „Automation, Production Systems and Computer-Integrated Manufacturing” Pearson, 2016
4. Paweł Poszytek, Marcin Lis, Bartłomiej Jefmański, Jadwiga Fila, Mateusz Jeżowski, Jolanta Kotelska „Transformacja cyfrowa przedsiębiorstw w dobie Przemysłu 4.0” Wydawnictwo naukowe Akademii WSB, 2024
5. Paweł Dobrzański „Wykorzystanie robotów w procesach logistycznych” Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej (str. 77-88), 2016
6. Zdzisław T. Ludziejewski „Społeczne koszty automatyzacji (robotyzacji) i sztucznej inteligencji (AI) na rynku pracy w XXI wieku”, Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej, 2024 (str. 50-59)
7. Izabela Zientek, Dawid Maj, Aleksander Skroboł, Patryk Motylski „Wprowadzanie innowacji w zakresie automatyzacji transportu wewnętrznego w przedsiębiorstwach i zakładach produkcyjnych” Journal of Translogistics, 2018
8. Anna Stępnia-Kucharska, Magdalena Kapela „Współczesne problemy gospodarcze” Kolegium Nauk Ekonomicznych i Społecznych w Płocku Politechnika Warszawska, Płock 2024
9. Małgorzata Florczak-Strama „Robotyzacja – rewolucja i jej wpływ na nasze życie” Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej w Poznaniu, T.103, nr.4 (str. 95-109), 2023
10. Iwona Pisz, Tadeusz Sęk, Władysław Zielecki „Logistyka w przedsiębiorstwie”, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2013
11. Łukasz Sabaszek Arkadiusz Gola, Antoni Świć „Kierunki rozwoju robotyki w aspekcie projektowania współczesnych systemów produkcyjnych”
https://www.researchgate.net/profile/Arkadiusz-Gola/publication/352172847_Kierunki_rozwoju_robotyki_w_aspekcie_projektowania_wspolczesnych_systemow_produkcyjnych/links/60bd1be5a6fdcc22eae3ceaf/Kierunki-rozwoju-robotyki-w-aspekcie-projektowania-wspolczesnych-systemow-produkcyjnych.pdf
12. <https://hitmarkrobotics.com/>

13. <https://ifr.org/>
14. <https://ifr.org/wr-industrial-robots/>
15. https://ifr.org/downloads/press_docs/PressConference2025_presentation.pdf
16. [https://przemysl-40.pl/index.php/2024/12/14/robotyzacja-przemyslu-co-slychac-w-polsce-i-na-swiecie-raport-ifr-2024/#:~:text=Polska%20i%20Europa%20w%20%E2%80%93%20robotyzacja,pracownik%C3%B3w%20w%20przemys%C5%9Ble%20wytw%C3%B3rczym\)](https://przemysl-40.pl/index.php/2024/12/14/robotyzacja-przemyslu-co-slychac-w-polsce-i-na-swiecie-raport-ifr-2024/#:~:text=Polska%20i%20Europa%20w%20%E2%80%93%20robotyzacja,pracownik%C3%B3w%20w%20przemys%C5%9Ble%20wytw%C3%B3rczym))
17. <https://fairp.pl/>
18. https://fairp.pl/wp-content/uploads/2024/10/IFR2024-_robotyzacja-1.pdf
19. <https://polskiprzemysl.com.pl/robotyzacja-w-polsce-i-na-swiecie/>
20. <https://elektrotechnikautomatyk.pl/artykuly/robotyzacja-w-przemysle-rekordowy-wskaznik-gestosci-robotow>
21. <https://www.mecalux.pl/>
22. <https://www.mecalux.pl/automatyzacja-magazynu/amr-autonomiczne-roboty-mobilne#galeria>
23. https://imfactory.com.pl/baza-wiedzy/wskaznik-oe-e-czyli-jak-za-pomoca-dostepnosci-wydajnosci-i-jakosci-policzyc-efektywnosc-wyposazenia/?utm_term=&utm_campaign=DSA+-+Baza+wiedzy&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=3285859464&hsa_cam=22728085410&hsa_grp=183279598962&hsa_ad=761214185165&hsa_src=g&hsa_tgt=dsa-483142985021&hsa_kw=&hsa_mt=&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gad_source=1&gad_campaignid=22728085410&gclid=CjwKCAiAjc7KBhBvEiwAE2BDOT3WWjSmJcP9bnLcnP36s48Vyqqvy4xqPpkfQ7jGTTZ5l6IdnWhW3RoCIOgQAvD_BwE