

UNIWERSYTET RADOMSKI
IM. KAZIMIERZA PUŁASKIEGO
WYDZIAŁ EKONOMII I FINANSÓW

Mgr Magdalena Wrońska

WYKORZYSTANIE SZTUCZNEJ INTELIGENCJI
DO OPTYMALIZACJI PROCESÓW EKONOMICZNYCH
NA PRZYKŁADZIE PRZEDSIĘBIORSTW
ZE SPECJALNYCH STREF EKONOMICZNYCH
I PARKÓW TECHNOLOGICZNYCH

PRACA DOKTORSKA

PROMOTOR
dr hab. Piotr Misztal, prof. URad.

RADOM 2025

Spis treści

Wstęp	5
Rozdział I Teoretyczne koncepcje optymalizacji procesów ekonomicznych w przedsiębiorstwach	11
1.1. Istota optymalizacji procesów ekonomicznych.....	11
1.2. Miejsce i znaczenie optymalizacji procesów ekonomicznych w przedsiębiorstwach	14
1.3. Wybrane teorie optymalizacji procesów ekonomicznych w przedsiębiorstwach (w tym teoria kosztów transakcyjnych).....	17
1.4. Modele optymalizacji procesów ekonomicznych.....	22
Rozdział II Sztuczna inteligencja i jej zastosowanie w optymalizacji procesów ekonomicznych	25
2.1. Definicja i historia sztucznej inteligencji.....	25
2.2. Główne obszary zastosowania AI w biznesie	40
2.3. Sztuczna inteligencja, a optymalizacja procesów ekonomicznych w kontekście optymalizacji finansowej firm	50
2.4. Zalety i wyzwania wdrażania AI w funkcjonowaniu przedsiębiorstw	60
2.5. Sztuczna inteligencja, a optymalizacja procesów ekonomicznych	69
Rozdział III Specjalne strefy ekonomiczne i parki technologiczne w Polsce oraz ich rola w promocji nowych technologii.....	79
3.1. Historia i rozwój parków technologicznych oraz specjalnych stref ekonomicznych w Polsce	79
3.2. Misja i cele specjalnych stref ekonomicznych i parków technologicznych.....	83
3.3. Wpływ specjalnych stref ekonomicznych i parków technologicznych na rozwój gospodarczy i innowacyjność kraju	86
3.4. Mechanizmy wsparcia przedsiębiorczości i inwestycji w ramach specjalnych stref ekonomicznych i parków technologicznych	94
Rozdział IV Strategiczne zastosowania AI w optymalizacji procesów ekonomicznych przedsiębiorstw.....	98
4.1. Automatyzacja procesów ekonomicznych za pomocą AI	98
4.2. Analiza danych i predykcja za pomocą narzędzi AI.....	106
4.3. Rola sztuczna inteligencja w gospodarowaniu zasobami ludzkimi i zarządzaniem łańcuchem dostaw	112
Rozdział V Komparatywna analiza implementacji AI w optymalizacji procesów ekonomicznych: przypadek przedsiębiorstw ze specjalnych stref ekonomicznych i parków technologicznych	116
5.1. Metodyka badań.....	116
5.2. Analiza efektywności wdrażania rozwiązań AI w przedsiębiorstwach zlokalizowanych w specjalnych strefach ekonomicznych i parkach technologicznych	120

5.3. Ocena korzyści i zagrożeń związanych z wdrażaniem AI w badanych przedsiębiorstwach – wnioski i rekomendacje	164
Zakończenie	171
Bibliografia	173
Spis tabel	181
Spis rysunków.....	183

Wstęp

Problematyka sztucznej inteligencji (*AI – Artificial Intelligence*) jako narzędzia optymalizacji procesów ekonomicznych w przedsiębiorstwach zlokalizowanych w specjalnych strefach ekonomicznych (SSE) oraz parkach technologicznych (PT) w Polsce stanowi niezwykle aktualny i istotny obszar badawczy, łączący w sobie kluczowe aspekty współczesnej ekonomii.

Po pierwsze, sztuczna inteligencja jest jedną z najdynamiczniej rozwijających się technologii, która ma potencjał do fundamentalnej transformacji niemal każdego aspektu działalności biznesowej. Jej zastosowanie w optymalizacji procesów ekonomicznych otwiera nowe możliwości optymalizacji, automatyzacji i innowacji, co może prowadzić do znaczącego wzrostu efektywności i konkurencyjności przedsiębiorstw. W kontekście polskiej gospodarki, która dąży do zwiększenia swojej innowacyjności i konkurencyjności na arenie międzynarodowej, zrozumienie roli AI w kształtowaniu procesów gospodarczych jest kluczowe.

Po drugie, wybór specjalnych stref ekonomicznych i parków technologicznych jest uzasadniony z perspektywy badawczej. Te dwa typy lokalizacji biznesowych reprezentują odmienne podejścia do rozwoju gospodarczego i innowacji. SSE są często ukierunkowane na przyciąganie inwestycji i tworzenie miejsc pracy, podczas gdy PT koncentrują się na wspieraniu innowacji i transferu technologii. Analiza wdrażania AI w tych dwóch środowiskach może dostarczyć cennych wniosków na temat wpływu różnych ram instytucjonalnych na wdrażanie zaawansowanych technologii. Takie podejście wpisuje się w nurt nowej ekonomii instytucjonalnej, oferując możliwość empirycznej weryfikacji teorii w kontekście najnowszych rozwiązań technologicznych.

Po trzecie, wybór tematu i przeprowadzone badanie mają szczególne znaczenie w kontekście teorii kosztów transakcyjnych Olivera Williamsona. Analiza wykorzystania AI w optymalizacji procesów ekonomicznych może przyczynić się do lepszego zrozumienia, jak nowoczesne technologie wpływają na efektywność ekonomiczną przedsiębiorstw poprzez redukcję kosztów transakcyjnych. Jest to obszar, który dotychczas nie został wystarczająco dobrze zbadany w kontekście polskich przedsiębiorstw, szczególnie w odniesieniu do różnic między SSE, a PT.

Po czwarte, przeprowadzone badanie nawiązuje do światowych trendów związanych z analizą Przemysłu 4.0 i cyfrowej transformacji biznesu. Zrozumienie, jak polskie przedsiębiorstwa adaptują się do tych zmian, może dostarczyć cennych wskazówek dla polityki

gospodarczej i innowacyjnej kraju. Wyniki badania mogą mieć praktyczne implikacje dla przedsiębiorców, menedżerów czy nawet osób związanych z administracją publiczną, pomagając w formułowaniu strategii rozwoju i inwestycji w zaawansowane technologie. Ponadto, temat ten jest szczególnie aktualny w kontekście rosnącego znaczenia AI w globalnej gospodarce. Polska jako największa gospodarka Europy Środkowo-Wschodniej, stoi przed wyzwaniem utrzymania, a nawet zwiększenia konkurencyjności w regionie. Badanie użycia narzędzi AI w polskich przedsiębiorstwach może dostarczyć cennych informacji o poziomie zaawansowania technologicznego kraju i jego potencjale konkurencyjnym na arenie międzynarodowej.

Niniejsza praca ma na celu wypełnienie luki badawczej dotyczącej wpływu sztucznej inteligencji na optymalizację procesów ekonomicznych w różnych lokalizacjach biznesowych w Polsce. Poprzez analizę korzyści, wyzwań oraz barier związanych z wdrażaniem AI, badanie to stara się dostarczyć cennych wniosków zarówno dla teorii, jak i praktyki ekonomicznej. Uzyskane wyniki mogą mieć istotne znaczenie dla przedsiębiorców oraz badaczy zajmujących się innowacjami i rozwojem gospodarczym.

Podstawowym celem pracy jest zbadanie możliwości i zakresu wykorzystania sztucznej inteligencji w optymalizacji procesów ekonomicznych przez przedsiębiorstwa zlokalizowane w specjalnych strefach ekonomicznych oraz parkach technologicznych w Polsce. Szczególny nacisk położono na analizę wpływu AI na optymalizację kosztów. Dodatkowo, praca ma na celu zbadanie zależności między lokalizacją przedsiębiorstwa, a stopniem i charakterem wdrożenia narzędzi AI w kluczowych obszarach działalności biznesowej.

Celowi głównemu podporządkowane zostały następujące **cele cząstkowe**:

- Identyfikacja różnic w stopniu oraz metodach wykorzystania narzędzi AI do analizy finansowej i optymalizacji kosztów pomiędzy firmami zlokalizowanymi w specjalnych strefach ekonomicznych, a firmami zlokalizowanymi w parkach technologicznych.
- Analiza zależności między lokalizacją przedsiębiorstwa (specjalna strefa ekonomiczna/park technologiczny), a stosowaniem zaawansowanych narzędzi zarządzania finansowego, takich jak mapowanie strumienia wartości finansowej i Lean Financial Management.
- Ocena wpływu AI na skuteczność realizacji zadań optymalizacji procesów ekonomicznych, ze szczególnym uwzględnieniem kosztów związanych ze zmianami w procesach gospodarczych w przedsiębiorstwach zlokalizowanych w specjalnych strefach ekonomicznych oraz przedsiębiorstwach zlokalizowanych w parkach technologicznych.

- Zbadanie roli AI w minimalizowaniu kosztów realizacji procesów ekonomicznych w przedsiębiorstwach zlokalizowanych w specjalnych strefach ekonomicznych oraz w parkach technologicznych.
- Zbadanie związku między lokalizacją przedsiębiorstwa (przedsiębiorstwa zlokalizowane w specjalnych strefach ekonomicznych, a przedsiębiorstwa zlokalizowane w parkach technologicznych), a stopniem wykorzystania AI do predykcji wyników finansowych i optymalizacji budżetowania.

Efektom sformułowanego celu głównego pracy jest przedstawienie **głównej hipotezy badawczej** pracy:

Wykorzystanie narzędzi sztucznej inteligencji w optymalizacji procesów ekonomicznych prowadzi do obniżenia kosztów transakcyjnych oraz poprawy efektywności operacyjnej przedsiębiorstw, przy czym efekt ten jest silniejszy w firmach zlokalizowanych w parkach technologicznych niż w specjalnych strefach ekonomicznych.

W ramach sformułowanej głównej hipotezy badawczej postawiono następujące pytania badawcze:

- Czy firmy zlokalizowane w specjalnych strefach ekonomicznych różnią się od firm zlokalizowanych w parkach technologicznych pod względem stosowania narzędzi wspieranych przez sztuczną inteligencję (AI) do analizy finansowej i optymalizacji kosztów, takich jak zaawansowane systemy budżetowania i prognozowania?
- Czy istnieje związek między stosowaniem narzędzia mapowania strumienia wartości finansowej, a lokalizacją przedsiębiorstwa (przedsiębiorstwa zlokalizowane w specjalnych strefach ekonomicznych vs. przedsiębiorstwa zlokalizowane w parkach technologicznych)?
- Czy istnieje związek między stosowaniem narzędzia Lean Financial Management (optymalizacja procesów finansowych), a lokalizacją przedsiębiorstwa (przedsiębiorstwa zlokalizowane w specjalnych strefach ekonomicznych vs. przedsiębiorstwa zlokalizowane w parkach technologicznych)?
- Czy wykonywanie zadań optymalizacji procesów ekonomicznych z wykorzystaniem narzędzi AI wpływa na wysokość kosztów związanych ze zmianami w procesach gospodarczych?
- Czy wykonywanie zadań optymalizacji procesów ekonomicznych z wykorzystaniem narzędzi AI determinuje wysokość kosztów związanych z realizacją procesów gospodarczych?

- Czy istnieje związek między stosowaniem narzędzi AI do predykcji wyników finansowych i optymalizacji budżetowania, a lokalizacją przedsiębiorstwa (przedsiębiorstwa zlokalizowane w Specjalnej Strefie Ekonomicznej, a przedsiębiorstwa zlokalizowane w Parku Technologicznym)?

W odniesieniu do problemów badawczych sformułowano następujące hipotezy badawcze:

- Firmy zlokalizowane w parkach technologicznych częściej stosują narzędzia wspierane przez sztuczną inteligencję (AI) do analizy finansowej i optymalizacji kosztów niż firmy zlokalizowane w specjalnych strefach ekonomicznych.
- Istnieje istotny statystycznie związek między stosowaniem narzędzia mapowania strumienia wartości finansowej, a lokalizacją przedsiębiorstwa, przy czym przedsiębiorstwa zlokalizowane w parkach technologicznych częściej stosują to narzędzie niż przedsiębiorstwa zlokalizowane w specjalnych strefach ekonomicznych.
- Występuje istotna statystycznie zależność między stosowaniem narzędzia Lean Financial Management, a lokalizacją przedsiębiorstwa, przy czym przedsiębiorstwa zlokalizowane w parkach technologicznych częściej stosują to narzędzie niż przedsiębiorstwa zlokalizowane w specjalnych strefach ekonomicznych.
- Optymalizacja procesów ekonomicznych z wykorzystaniem narzędzi AI przyczynia się do redukcji kosztów procesów gospodarczych.
- Skuteczność optymalizacji procesów ekonomicznych z wykorzystaniem narzędzi AI jest zdeterminowana możliwością minimalizacji kosztów wykonania procesów biznesowych.
- Istnieje istotny statystycznie związek między stosowaniem narzędzi AI do predykcji wyników finansowych i optymalizacji budżetowania, a lokalizacją przedsiębiorstwa, przy czym przedsiębiorstwa zlokalizowane w parkach technologicznych wykazują wyższy stopień stosowania tych narzędzi niż przedsiębiorstwa zlokalizowane w specjalnych strefach ekonomicznych.

Uwzględniając cele zamierzeń badawczych, niniejszej pracy nadano następujący układ. W rozdziale pierwszym przedstawiono teoretyczne podstawy optymalizacji procesów ekonomicznych w przedsiębiorstwach, uwzględniając istotę, znaczenie oraz kluczowe aspekty tego podejścia. Omówiono podstawowe założenia optymalizacji procesów ekonomicznych i jego wpływ na efektywność funkcjonowania przedsiębiorstw, a także miejsce i rolę tego podejścia w ich strukturze, ze szczególnym uwzględnieniem jego znaczenia w poprawie

wydajności i budowaniu przewagi konkurencyjnej. W dalszej części przedstawiono wybrane teorie optymalizacji procesów ekonomicznych, w tym teorię kosztów transakcyjnych, które podkreślają ekonomiczne aspekty tego podejścia, oraz zaprezentowano różne modele optymalizacji procesów ekonomicznych, zwracając uwagę na ich praktyczne zastosowanie i elastyczność w dostosowaniu do potrzeb przedsiębiorstw.

W rozdziale drugim zaprezentowano podstawowe zagadnienia związane z zastosowaniem sztucznej inteligencji w optymalizacji procesów ekonomicznych. Rozdział zawiera przegląd definicji i historię rozwoju sztucznej inteligencji, opisuje jej kluczowe obszary zastosowań w biznesie oraz przedstawia wpływ AI na optymalizację procesów gospodarczych, szczególnie w kontekście finansowym. Zaprezentowane zostały również zalety i wyzwania związane z wdrażaniem sztucznej inteligencji w kierowaniu przedsiębiorstwami.

W rozdziale trzecim skoncentrowano się na specyficznej roli specjalnych stref ekonomicznych oraz parków technologicznych w Polsce w promocji nowych technologii. Przedstawia historię ich rozwoju, ich misję oraz cele, jak również wpływ na innowacyjność i rozwój gospodarczy kraju. Podejmowane są także mechanizmy wsparcia przedsiębiorczości i inwestycji w tych strefach.

W rozdziale czwartym skupiono się na strategicznych zastosowaniach sztucznej inteligencji w optymalizacji procesów ekonomicznych. Omawia automatyzację procesów za pomocą AI, wykorzystanie narzędzi AI do analizy danych i predykcji oraz zastosowanie sztucznej inteligencji w gospodarowaniu zasobami ludzkimi i łańcuchem dostaw.

W rozdziale piątym zawarto komparatywną analizę wdrażania AI w przedsiębiorstwach zlokalizowanych w specjalnych strefach ekonomicznych i parkach technologicznych. Przedstawiona została metodyka badań oraz badanie dotyczące efektywności wdrażanych rozwiązań AI. Na koniec przeprowadzono ocenę korzyści i zagrożeń związanych z wdrażaniem sztucznej inteligencji w badanych przedsiębiorstwach, co pozwoliło na sformułowanie wniosków i rekomendacji.

Rozdział I

Teoretyczne koncepcje optymalizacji procesów ekonomicznych w przedsiębiorstwach

1.1. Istota optymalizacji procesów ekonomicznych

Proces digitalizacji oraz informatyzacji pracy, w połączeniu z wykorzystaniem wiedzy pracowników i nowych rozwiązań technologicznych, sprzyja rozwojowi innowacyjnych koncepcji w ekonomii i finansach. Dzięki temu przedsiębiorstwa mogą usprawniać przepływ informacji, poprawiać jakość realizowanych działań i dostosowywać się do potrzeb klientów. Optymalizacja procesów ekonomicznych - utożsamiana często z zarządzaniem procesowym - zakłada optymalizację działań w ujęciu procesowym, co przyczynia się do wzrostu efektywności całego przedsiębiorstwa, koncentrując się na procesach zamiast na tradycyjnym podejściu funkcjonalnym (Bitkowska, 2021, s. 8), a przy tym je optymalizując pod względem ponoszonych kosztów (Rodrigues i in., 2019, s. 23). Argumentacja ta wskazuje na wieloaspektowe znaczenie analizy finansowej jako integralnej części optymalizacji procesów ekonomicznych i długoterminowego rozwoju przedsiębiorstwa (Porada-Rochoń i in., 2024, s. 8).

Jak nazwa wskazuje, w optymalizacji procesów ekonomicznych zasadnicze miejsce zajmuje proces, który można zdefiniować jako uporządkowany zbiór powiązanych działań prowadzących do osiągnięcia określonego celu. Kluczowe jest to, aby proces miał jasno określony przebieg, warunki realizacji oraz mierzalny rezultat, co pozwala ocenić jego efektywność. Dlatego właściwa optymalizacja procesów wymaga ich identyfikacji, określenia celów i wskaźników, a także uwzględnienia powiązań z otoczeniem przedsiębiorstwa (Rostek & Wiśniewski, 2020, s. 10). Pojęcie procesu wprowadzono jako sposób analizy działań, który integrował pracę ludzi i maszyn, umożliwiając szczegółowe opisywanie kolejnych etapów operacji. Z czasem odrzucono mechanistyczne podejście, uznając je za ograniczające rolę człowieka. Współczesne podejście do procesów stało się bardziej holistyczne, obejmując wszystkie obszary działań i koncentrując się na ich optymalizacji. Obecnie, procesy są niezmiernie istotne w zarządzaniu (Markopoulos i in., 2008, s. 363), i stosowane w wielu nowoczesnych koncepcjach, takich jak zarządzanie kosztami, innowacjami czy łańcuchem wartości. To podejście kładzie nacisk na procesy jako klucz do efektywności i lepszego zrozumienia działań przedsiębiorstwa (Kania, 2013, s. 20). W ekonomii i finansach, procesy

można uznać za serce „biznesu”, ponieważ zapewniają synchronizację między strategią a strukturą, zarządzaniem i technologią. Poprzez lepsze zrozumienie procesów, przedsiębiorstwa mogą osiągnąć poprawę wydajności oraz lepsze dostosowanie działań do oczekiwań biznesowych (Brodbeck i in., 2016, s. 701).

Przechodząc do interpretacji optymalizacji procesów ekonomicznych należy odnotować, że w literaturze naukowej (M.in. Radosavljević, 2015, s. 398) występuje wiele definicji tego pojęcia, niemniej na potrzeby tej pracy przyjęto, że optymalizacja procesów ekonomicznych to systemowe podejście do projektowania, analizy i ciągłego doskonalenia procesów organizacyjnych, które koncentruje się na dostarczaniu wartości zarówno klientom, jak i interesariuszom. Polega ono na integracji zespołów, technologii oraz filozofii jakości w celu osiągnięcia lepszej efektywności działań i wyższej jakości produktów oraz usług (Rodrigues i in., 2019, s. 29).

Optymalizacja procesów ekonomicznych składa się z uporządkowanych etapów, które wspierają ich skuteczne zrozumienie, doskonalenie i kontrolę. Na początek należy zidentyfikować wszystkie procesy, które zachodzą w danym systemie, oraz uporządkować je w logiczną strukturę hierarchiczną. Ten krok pozwala określić wzajemne powiązania i zależności pomiędzy procesami. Kolejnym krokiem jest szczegółowe opisanie procesów oraz stworzenie ich dokumentacji. Opisy powinny być przechowywane, aktualizowane i udostępniane wszystkim zainteresowanym. Następnie określa się wartość dodaną, jaką procesy mają dostarczać oraz mierniki efektywności, które pozwolą ocenić skuteczność ich realizacji. Ważne jest również oszacowanie czasu, zasobów i kosztów związanych z realizacją poszczególnych działań. Wszystkie procesy powinny być poddane pomiarom w celu zrozumienia ich efektywności, czasu realizacji oraz wpływu na całość systemu. Analiza wyników pozwala zidentyfikować obszary wymagające usprawnień. Na podstawie wyników analizy wdraża się zmiany, które poprawiają efektywność, jakość i elastyczność procesów. Wprowadzanie zmian powinno być zgodne z ogólnymi celami i wspierać rozwój całego systemu. Po wprowadzeniu zmian należy regularnie monitorować procesy, mierzyć efekty wprowadzonych usprawnień oraz oceniać ich wpływ na całość. Dzięki temu możliwe jest utrzymanie wysokiej efektywności i dalsze doskonalenie. Optymalizacja procesów ekonomicznych kończy się (i jednocześnie kontynuuje) jako proces cykliczny, w którym regularnie dokonuje się przeglądów, identyfikuje nowe możliwości poprawy i wdraża kolejne ulepszenia, zapewniając nieustanny rozwój i adaptację (Bitkowska & Łukaszcuk-Walter, 2022, s. 10).

Optymalizacja procesów ekonomicznych przynosi wiele korzyści, które znacząco wpływają na poprawę efektywności i wydajności działań. Jednym z jej kluczowych efektów jest możliwość redukcji kosztów i zwiększenia produktywności. Usprawnienie działań, eliminacja zbędnych elementów oraz optymalizacja wykorzystania zasobów prowadzą do bardziej ekonomicznych i skutecznych rezultatów. Kluczowym elementem tego podejścia jest promowanie stałego doskonalenia procesów. Regularna ocena i usprawnianie działań pozwalają na ich ciągłe dostosowywanie, co przekłada się na osiągnięcie coraz lepszych wyników. Podejście to, oparte na ewolucyjnych zmianach, zapewnia trwały rozwój w długiej perspektywie. Optymalizacja procesów ekonomicznych umożliwia również głębsze zrozumienie poszczególnych działań poprzez modelowanie procesów. Tworzenie przejrzystych schematów pozwala zidentyfikować nieefektywności i wskazać obszary wymagające poprawy, co sprzyja usprawnieniu komunikacji i przepływu informacji. Ważnym wyróżnikiem tego podejścia jest także jego elastyczność i zdolność do adaptacji, co umożliwia przedsiębiorstwom szybkie reagowanie na zmieniające się warunki i potrzeby rynku (Tuček, 2009, s. 75). Optymalizacja procesów ekonomicznych umożliwia skuteczniejsze reagowanie na zmiany i dostosowywanie działań do nowych warunków, co sprzyja realizacji założonych celów. Dzięki temu podejściu możliwe jest również efektywniejsze monitorowanie i kontrolowanie procesów. Wdrożenie odpowiednich mechanizmów nadzoru gwarantuje realizację działań zgodnie z założeniami, a wszelkie odstępstwa mogą być szybko wykrywane i korygowane. Procesowe podejście pozwala harmonizować działania z określonymi celami, co wspiera osiągnięcie długoterminowych rezultatów oraz podnosi efektywność na różnych poziomach przedsiębiorstwa. Dodatkowo optymalizacja procesów ekonomicznych promuje wymianę wiedzy i rozwój poprzez dokumentację oraz standaryzację procesów. Ułatwia to przekazywanie doświadczeń, sprzyjając jednocześnie ciągłemu doskonaleniu działań w zmiennych warunkach. Współczesne podejście do optymalizacji procesów obejmuje także integrację nowoczesnych technologii (Wąchoł, 2019, s. 649–650), które wspomagają modelowanie, monitorowanie i ich optymalizację (Leończyk & Olszowy, 2021, s. 201). Wykorzystanie zaawansowanych narzędzi informatycznych zwiększa efektywność działań i wspiera realizację celów na wysokim poziomie. Wszystkie te elementy razem sprawiają, że optymalizacja procesów stanowi kluczowe narzędzie pozwalające osiągać trwałe i skuteczne rezultaty, dostosowując działania przedsiębiorstw do dynamicznych warunków i nowych wyzwań (Bitkowska, 2021, s. 86).

Mimo licznych korzyści, optymalizacja procesów ekonomicznych wiąże się z szeregiem wyzwań i ograniczeń, które należy uwzględnić podczas jego wdrażania. Jednym z

istotnych problemów jest złożoność wdrożenia. Proces ten wymaga znacznego zaangażowania czasu i zasobów, aby dokładnie zmapować istniejące działania oraz zaprojektować nowe rozwiązania, co może być szczególnie trudne w przypadku dużej liczby współzależnych procesów. Kolejnym wyzwaniem jest odporność na zmiany, która często pojawia się w sytuacjach, gdy osoby zaangażowane są przyzwyczajone do ustalonych sposobów działania. Opór ten może znacząco utrudniać realizację planowanych ulepszeń i spowalniać wprowadzenie nowych procedur. Początkowe koszty wdrożenia mogą również stanowić istotną barierę. Koszty związane z przeprowadzeniem szkoleń, zakupem oprogramowania czy zatrudnieniem ekspertów mogą być wysokie, co może opóźnić rozpoczęcie działań usprawniających. Istnieje także ryzyko, że nadmierne podkreślenie standaryzacji ograniczy kreatywność i innowacyjność. Znalezienie równowagi między standaryzacją a elastycznością jest konieczne, aby umożliwić dostosowanie działań do zmieniających się warunków. Pomiar efektywności wprowadzonych zmian może być trudny, ponieważ wymaga opracowania odpowiednich wskaźników oraz stałego monitorowania rezultatów. Bez skutecznego systemu oceny trudno jest określić, czy wdrożone procesy przynoszą oczekiwane korzyści. Optymalizacja procesów niesie także ryzyko zwiększenia biurokracji (Tuček, 2009, s. 75). Kolejnym ograniczeniem jest zależność od technologii. Brak odpowiedniej infrastruktury IT lub problemy z integracją technologii mogą utrudniać skuteczną optymalizację procesów ekonomicznych. Wreszcie, konieczność ciągłej konserwacji i aktualizacji procesów wymaga stałego monitorowania oraz alokacji zasobów, co może stanowić dodatkowe obciążenie. Wyzwania te pokazują, że wdrożenie rozwiązań optymalizacji procesów gospodarczych wymaga starannego planowania, przemyślanej strategii i systematycznego podejścia (Bitkowska, 2021, s. 153–154).

Pomimo tych wyzwań, optymalizacja procesów ekonomicznych pozostaje skutecznym narzędziem, które odpowiednio wdrożone i wspierane przez zaangażowanie uczestników oraz nowoczesne technologie, może przynieść wymierne korzyści.

1.2. Miejsce i znaczenie optymalizacji procesów ekonomicznych w przedsiębiorstwach

Optymalizacja procesów ekonomicznych odgrywa kluczową rolę w funkcjonowaniu współczesnych przedsiębiorstw (Nurlankyzy, 2019, s. 166), integrując różnorodne podejścia mające na celu poprawę efektywności, zdolności adaptacyjnych i tworzenia wartości. Fundamentem tego podejścia jest idea ewolucyjnych zmian, które w przeciwieństwie do

rewolucyjnych przekształceń, pozwalają na stopniowe i zrównoważone dostosowywanie procesów do zmieniających się potrzeb przedsiębiorstw i rynku. Takie podejście, szczególnie widoczne jest w koncepcji *Business Process Management* (BPM), która opiera się na wykorzystaniu nowoczesnych systemów informacyjnych, wspierając przy tym optymalizację procesów i minimalizując ryzyko nagłych zaburzeń (Bitkowska, 2021, s. 16).

Optymalizacja procesów stawia na ciągłe doskonalenie, a nie rewolucyjne zmiany. Dzięki temu przedsiębiorstwa mogą wprowadzać ulepszenia stopniowo, co minimalizuje ryzyko i pozwala na efektywniejsze wdrażanie innowacji. Kluczową rolę w tym procesie odgrywają systemy informacyjne, które automatyzują procesy, redukując redundancje i zwiększając ich przejrzystość. To ewolucyjne podejście pozwala firmie na dynamiczne reagowanie na potrzeby rynku i jednocześnie utrzymanie stabilności operacyjnej (Bitkowska, 2021, s. 16).

Kolejne znaczenie optymalizacji procesów ekonomicznych w przedsiębiorstwach przypisuje się integracji (Paiano i in., 2015, s. 61) i elastyczności. Nowoczesna optymalizacja procesów pozwala projektować spójne i zintegrowane ramy działania, które są jednocześnie elastyczne. Dzięki temu przedsiębiorstwa mogą łatwo dostosowywać się do nowych regulacji, technologii czy oczekiwań klientów. Co więcej, elastyczne procesy zwiększają ich zdolność adaptacyjną, co ma kluczowe znaczenie w konkurencyjnym środowisku rynkowym (Bitkowska, 2021, s. 16).

W myśl koncepcji proponowanej przez M. Davenporta, ciągłe doskonalenie procesów stanowi fundament kierowania przedsiębiorstwem. Poprawa efektywności i jakości działania odbywa się poprzez regularne analizowanie procesów i wdrażanie usprawnień. Dzięki temu przedsiębiorstwo może stale podnosić swoją wydajność i utrzymywać konkurencyjność na rynku (Bitkowska, 2021, s. 16).

Optymalizacja procesów ekonomicznych ułatwia pomiar i optymalizację wydajności w przedsiębiorstwach. Efektywne gospodarowanie procesami wymaga formalnego monitorowania i analizy ich wydajności. Wskaźniki takie jak czas trwania procesu, koszty operacyjne czy poziom satysfakcji klientów są kluczowe dla oceny skuteczności działań. Dane te wspierają podejmowanie decyzji strategicznych, co pozwala firmom na lepsze alokowanie zasobów i osiągnięcie zamierzonych celów biznesowych (Brancalion & Lima, 2022, s. 2–3).

Jednym z kluczowych celów optymalizacji procesów w przedsiębiorstwach jest minimalizacja marnotrawstwa zasobów oraz ich skuteczne wykorzystanie. Efektywne procesy przyczyniają się do redukcji kosztów, lepszego zarządzania czasem oraz zwiększenia produktywności pracowników. Równocześnie procesy są projektowane z myślą o tworzeniu

wartości – zarówno dla klientów, jak i interesariuszy. W efekcie firmy nie tylko osiągają swoje cele finansowe, ale również budują pozytywny wizerunek na rynku (Bitkowska, 2021, s. 16).

Miejsce i znaczenie optymalizacji procesów gospodarczych w przedsiębiorstwie opiera się przede wszystkim na zarządzaniu procesami biznesowymi (BPM), które jest uznawane za jedno z najważniejszych narzędzi wspierających ciągle doskonalenie i rozwój. BPM obejmuje zestaw metod i narzędzi, które umożliwiają identyfikację, dokumentowanie, analizę, usprawnianie, wdrażanie oraz monitorowanie procesów. Procesy te są kluczowe dla zapewnienia efektywności, elastyczności i skuteczności działania. Warto w tym względzie nadmienić, że dopiero pod koniec XX wieku zaczęto dostrzegać potrzebę systematycznego podejścia do optymalizacji procesów. Od tego czasu BPM rozwija się, dostosowując do dynamicznie zmieniających się warunków rynkowych i potrzeb organizacyjnych. W początkowej fazie koncentrowano się na podnoszeniu efektywności na poziomie procesów operacyjnych, poprawie jakości produktów i usług oraz budowaniu orientacji na klienta. Z biegiem czasu BPM zyskało szersze zastosowanie, obejmując procesy międzyorganizacyjne, budowanie relacji z partnerami biznesowymi i dostosowanie do wymagań prawnych (Dumas i in., 2022, s. XI).

Mając na uwadze powyższe rozważania, procesy ekonomiczne (rozumiane jako zbiór technik i narzędzi służących identyfikowaniu, rozpoznawaniu, analizowaniu, modyfikowaniu, realizowaniu oraz monitorowaniu procesów gospodarczych w celu optymalizacji ich efektywności) są kluczowym elementem działalności, wpływając na atrakcyjność produktów, doświadczenie klientów i generowanie przychodów. Stanowią podstawę gospodarowania zasobami, określając koszty, efektywność operacyjną oraz zakres obowiązków pracowników i maszyn. Porównywane do naczyń krwionośnych, procesy zasilają organizacyjne i międzyorganizacyjne łańcuchy dostaw, a ich awarie mogą powodować poważne zakłócenia w funkcjonowaniu całego systemu. Dopiero pod koniec XX wieku ich znaczenie zostało docenione na równi z innymi aktywami, jak produkty czy zasoby materialne. Współczesne wymagania globalizacji, innowacyjności i efektywności operacyjnej oraz rozwój technologii cyfrowych wzmacniają potrzebę doskonalenia procesów, czyniąc je fundamentem nowoczesnego biznesu (Dumas i in., 2022, s. XV).

1.3. Wybrane teorie optymalizacji procesów ekonomicznych w przedsiębiorstwach (w tym teoria kosztów transakcyjnych)

Optymalizacja procesów ekonomicznych jest istotnym podejściem w ekonomii i finansach, integrującym myślenie o procesach jako powiązanych ze sobą czynnościach. W klasycznym ujęciu modyfikacje procesów koncentrowały się na eliminacji nadmiarowych działań oraz ich stopniowym usprawnianiu zgodnie z cyklem Deminga. Obecnie optymalizacja procesów ekonomicznych ewoluje w kierunku adaptacji procesów organizacyjnych do wymagań klientów oraz integracji z zarządzaniem wiedzą, co tworzy dwie komplementarne, współzależne koncepcje (Bitkowska & Sobolewska, 2020).

Rozwijając powyższy wątek, koncepcja optymalizacji procesów ekonomicznych przeszła istotne zmiany, ewoluując od radykalnych przekształceń do podejścia skoncentrowanego na stopniowym doskonaleniu (w kierunku *Business Process Management*). Początkowo gospodarowanie procesami opierało się na reengineeringu (*Business Process Reengineering*), który zakładał gruntowną zmianę istniejących procesów (Baldassarre i in., 2016, s. 294). Jednakże, ze względu na wysoką liczbę niepowodzeń takich inicjatyw, podejście to zostało złagodzone i rozwinięte w kierunku doskonalenia procesów. Nowe podejście koncentruje się na ciągłym ulepszaniu działań w każdej fazie ich cyklu życia, zamiast na rewolucyjnych zmianach (*Business Process Improvement*). Przełom w tej koncepcji nastąpił w momencie, gdy uznano znaczenie czynników ludzkich i organizacyjnych w procesach. W rezultacie ewolucji tego podejścia, nacisk położono na spójne i systematyczne usprawnianie procesów. Ważnym krokiem było opracowanie modelu dojrzałości procesowej, który umożliwia ocenę i rozwój procesów w długim horyzoncie czasowym. Takie zintegrowane podejście, w znaczący sposób przyczyniło się do bardziej zrównoważonego i skutecznego ich wdrażania (Kania, 2013, s. 27–28).

Samo BPM stanowi zintegrowane podejście do kierowania przedsiębiorstwem, które obejmuje kompleksowe działania analityczne, takie jak identyfikacja, definiowanie, modelowanie, wdrażanie, monitorowanie, eksploracja oraz kontrola procesów ekonomicznych. BPM kładzie nacisk na systematyczne i ciągłe doskonalenie procesów, uwzględniając potrzeby całego przedsiębiorstwa, w tym nadzór, metody, technologie informatyczne, kulturę organizacyjną i strategiczne dopasowanie. Kluczowym elementem tego podejścia jest procesowe spojrzenie na przedsiębiorstwo, które koncentruje się na dynamicznym generowaniu wartości poprzez współpracę ludzi i wykorzystanie technologii w realizacji zadań biznesowych (Vom Brocke i in., 2014, s. 189).

Business Process Management (BPM) to nie jedyna metoda mająca na celu zwiększenie efektywności operacyjnej przedsiębiorstw. BPM łączy filozofię ciągłego doskonalenia, zaczerpniętą z *Total Quality Management* (TQM), z zasadami i technikami zarządzania operacyjnego, lean (Gomathy i in., 2023, s. 2) oraz *Six Sigma* (Vom Brocke i in., 2014, s. 207). Jednocześnie wykorzystuje nowoczesne technologie informatyczne, aby skutecznie dostosować procesy ekonomiczne do dynamicznie zmieniających się celów i potrzeb. Dzięki integracji tych podejść BPM stanowi wszechstronne narzędzie optymalizacji procesów w różnych środowiskach biznesowych.

Według powyższej konfiguracji, w pierwszej kolejności na uwagę zasługuje Total Quality Management (TQM), która ma wspólny cel z BPM – zwiększanie efektywności i jakości działań, choć różnią się podejściem i obszarem zastosowania. TQM, historycznie wcześniejsze, było jedną z inspiracji dla rozwoju BPM, kładąc nacisk na nieustanne doskonalenie jakości produktów i usług. Główna idea TQM polega na dążeniu do osiągnięcia wysokiej jakości końcowych wyników poprzez koncentrację na produkcie lub usłudze jako rezultacie działań przedsiębiorstw. BPM rozwija tę filozofię, przesuując akcent z samego produktu na procesy, które prowadzą do jego wytworzenia. Uznaje, że doskonalenie procesów jest kluczem do zapewnienia wysokiej jakości, efektywności i elastyczności, szczególnie w dynamicznie zmieniającym się środowisku. W praktyce oznacza to, że BPM integruje elementy TQM, ale stosuje bardziej procesowe podejście, analizując i optymalizując każdy etap działania, aby osiągnąć najlepsze rezultaty. Różnice między tymi podejściami widoczne są także w ich zastosowaniach. TQM, mające bardziej empiryczny charakter, znajduje swoje miejsce głównie w realiach produkcyjnych, gdzie dominują fizyczne produkty i potrzeba standaryzacji procesów produkcyjnych. BPM z kolei jest bardziej wszechstronne, zorientowane na firmy usługowe, w których kluczowe znaczenie ma elastyczność i zdolność adaptacji procesów do zmieniających się potrzeb klientów. Obie koncepcje mają wspólne fundamenty – ciągłe doskonalenie i dążenie do optymalizacji, ale BPM poszerza zakres zastosowania, uwzględniając bardziej złożone i dynamiczne procesy, co czyni je bardziej dostosowanym do współczesnych wyzwań. W efekcie TQM można traktować jako punkt wyjścia do bardziej kompleksowego podejścia BPM, które łączy koncentrację na jakości z elastycznością i innowacyjnością procesów (Dumas i in., 2022, s. 8).

Zarządzanie działalnością operacyjną i *Business Process Management* (BPM) to dwa podejścia, które mają wspólny cel – poprawę funkcjonowania procesów – jednak różnią się zakresem i sposobem realizacji. Zarządzanie działalnością operacyjną skupia się na fizycznych i technicznych aspektach działania przedsiębiorstwa, szczególnie tych związanych z produkcją.

Wykorzystuje narzędzia takie jak teoria kolejowania, analiza decyzyjna, modelowanie matematyczne czy symulacje, które służą optymalizacji operacyjnych procesów i zasobów. BPM z kolei, choć również korzysta z technik zarządzania operacyjnego, wychodzi poza kontrolowanie istniejących procesów. Kładzie nacisk na ich modyfikowanie i doskonalenie w celu dostosowania do zmieniających się potrzeb i warunków. Podczas gdy zarządzanie operacyjne koncentruje się na utrzymaniu sprawności procesów w ramach określonych struktur, BPM aktywnie wprowadza zmiany w procesach, tworząc nowe rozwiązania lub ulepszając istniejące. W praktyce obie koncepcje mogą się uzupełniać. Techniki stosowane w zarządzaniu działalnością operacyjną, takie jak symulacje czy analiza kolejkowa, są niezwykle przydatne w kontekście inicjatyw BPM. Z kolei BPM, dzięki swojemu bardziej elastycznemu i holistycznemu podejściu, integruje różnorodne narzędzia zarządcze, przekształcając operacyjne działania w bardziej złożone i dostosowane do dynamicznego otoczenia systemu. W efekcie BPM można traktować jako rozwinięcie zarządzania operacyjnego, które koncentruje się na strategicznym usprawnianiu procesów w dłuższej perspektywie (Dumas i in., 2022, s. 8).

Lean i *Business Process Management* (BPM) to dwie pokrewne koncepcje, które mają wspólny cel – zwiększenie efektywności działań i eliminowanie zbędnych elementów w procesach. *Lean* wywodzi się z sektora produkcyjnego, w szczególności z Systemu Produkcyjnego Toyoty i koncentruje się na eliminowaniu marnotrawstwa, czyli działań, które nie generują wartości dla klienta. Podobnie jak BPM, *lean* jest zorientowane na klienta, co sprawia, że obie koncepcje mają wiele wspólnych elementów. Wiele założeń *leanu* zostało zresztą zaadaptowanych do BPM, co czyni je spójnymi w podejściu do doskonalenia procesów. Jednak BPM jest bardziej kompleksowe niż *lean*, ponieważ kładzie większy nacisk na wykorzystanie technologii informatycznych. Dzięki temu umożliwia tworzenie procesów bardziej powtarzalnych i spójnych, co wychodzi poza tradycyjne obszary, w których stosowane jest *lean*. *Lean* można traktować jako punkt wyjścia dla BPM w kontekście doskonalenia procesów, gdzie zasady eliminacji marnotrawstwa i orientacji na klienta są rozszerzane o zaawansowane technologie. W efekcie BPM stanowi rozwinięcie filozofii *leanu*, dostosowane do bardziej złożonych i dynamicznych środowisk biznesowych (Dumas i in., 2022, s. 9).

Six Sigma i *Business Process Management* (BPM) to dwie komplementarne koncepcje optymalizowania procesów, które mają wspólny cel – poprawę jakości i efektywności działań. *Six Sigma* wywodzi się z sektora produkcyjnego i koncentruje się na minimalizacji błędów poprzez systematyczne pomiary i analizy procesów. Jej głównym celem jest identyfikacja oraz eliminacja odchyleń, co ma prowadzić do zwiększenia jakości i wydajności. W praktyce *Six*

Sigma łączy się często z innymi podejściami, takimi jak lean, tworząc zintegrowaną metodologię znaną jako Lean Six Sigma. Ta kombinacja skupia się zarówno na eliminacji marnotrawstwa, jak i na precyzyjnym kontrolowaniu jakości, co czyni ją bardzo efektywną w różnych środowiskach operacyjnych. Obecnie techniki Six Sigma są szeroko stosowane także w ramach BPM, ponieważ oba podejścia wykorzystują narzędzia analizy procesów i dążą do optymalizacji działań. BPM rozwija te zasady, kładąc większy nacisk na integrację technologii. W efekcie Six Sigma i BPM wzajemnie się uzupełniają, tworząc kompleksowe podejście do doskonalenia procesów, które jest skuteczne zarówno w produkcji, jak i w sektorze usługowym (Dumas i in., 2022, s. 8).

Jak wyżej pokazano, optymalizacja procesów ekonomicznych w przedsiębiorstwie odwołuje się do szeregu teorii i koncepcji, które mają na celu usprawnienie jego funkcjonowania. Wśród nich szczególne miejsce zajmuje teoria kosztów transakcyjnych.

Współczesne osiągnięcia w tej dziedzinie dostarczają inspiracji i argumentów na rzecz zastosowania podejścia instytucjonalnego oraz teorii kosztów transakcyjnych w analizie przedsiębiorstw. Pod koniec XIX wieku rozwój ekonomii neoklasycznej oraz nauk o przedsiębiorstwach i zarządzaniu zaczął opierać się na mikroekonomicznym podejściu, co było odpowiedzią na zmiany strukturalne wywołane rewolucją przemysłową. Powstawanie i rozwój przedsiębiorstw produkcyjnych wiązało się z nowymi wyzwaniami, takimi jak alokacja zasobów w wewnętrznych strukturach, podział i redystrybucja praw własności (np. w spółkach akcyjnych) oraz oddzielenie zarządzania (gospodarowania) od własności majątku. Te kwestie stopniowo zaczęły zwracać uwagę teoretyków, ukazując potrzebę bardziej złożonych analiz (Plichta, 2018, s. 12).

Na szczególną uwagę zasługuje teoria kosztów transakcyjnych, rozwinięta przez noblistę R. Coase'a, który zwrócił uwagę na fakt, że funkcjonowanie rynku wiąże się z pewnymi kosztami, zwanymi kosztami transakcyjnymi, które z kolei obejmują koszty poszukiwania informacji, negocjacji, zawierania i egzekwowania umów. Według tej teorii, przedsiębiorstwa istnieją, ponieważ mogą zredukować te koszty poprzez internalizację transakcji w ramach przedsiębiorstw. O. Williamson rozszerzył teorię R. Coase'a, wprowadzając pojęcia oportunistycznego i ograniczonej racjonalności. Oportunizm odnosi się do skłonności jednostek do działania w sposób egoistyczny, co może prowadzić do nadużyć w relacjach rynkowych. Ograniczona racjonalność oznacza, że ludzie nie są w stanie przetworzyć wszystkich dostępnych informacji, co utrudnia podejmowanie optymalnych decyzji.

Współczesna teoria ekonomiczna oferuje wiele interpretacji kosztów transakcyjnych, często wzajemnie sprzecznych. K. Arrow definiuje je jako koszty związane z funkcjonowaniem

systemu ekonomicznego, porównując ich wpływ na gospodarkę do tarcia w fizyce. H. Demsetz wąsko definiuje koszty transakcyjne jako koszty wymiany tytułów własności. Wspomniany R. Coase opisuje je szerzej jako koszty korzystania z mechanizmu cenowego oraz koszty przeprowadzania transakcji rynkowych, które obejmują działania takie jak poinformowanie potencjalnych partnerów handlowych o chęci zawarcia transakcji i jej warunkach, negocjacje, sporządzanie umów, a także kontrolę przestrzegania ich zapisów. J. Wallis i D. North definiują koszty transakcyjne jako wszystkie koszty ponoszone przez konsumenta, które nie są przenoszone na sprzedawcę dóbr (Seo & Ryu, 2012, s. 26).

Warto podkreślić, że badania nad kosztami transakcyjnymi często mają charakter teoretyczny lub koncentrują się na analizach makroekonomicznych. Tymczasem koszty transakcyjne występują również wewnątrz przedsiębiorstw, obejmując nakłady czasu i zasobów niezbędnych do koordynacji działań. Mogą one powstawać nawet bez zmiany własności zasobów, na przykład w wyniku zmian strukturalnych. Mimo to koszty transakcyjne dotyczące przedsiębiorstw pozostają w literaturze ekonomicznej stosunkowo słabo zbadane (Gurianova i in., 2014, s. 68). Jednym z celów niniejszej pracy jest zatem próba wypełnienia tej luki badawczej.

Biorąc zatem pod uwagę kontekst optymalizacji procesów ekonomicznych, teoria kosztów transakcyjnych sugeruje, że przedsiębiorstwa powinny dążyć do minimalizacji kosztów związanych z koordynacją i kontrolą procesów wewnętrznych. Optymalizacja procesów ekonomicznych oraz eliminacja zbędnych etapów implikuje w przedsiębiorstwach redukcję kosztów operacyjnych i zwiększenie efektywności działania.

Teoria kosztów transakcyjnych ma istotne zastosowanie w decyzjach dotyczących procesów wewnętrznych oraz w relacjach zewnętrznych przedsiębiorstw. Przykładowo, decyzje o outsourcingu określonych procesów ekonomicznych opierają się na analizie kosztów transakcyjnych związanych z realizacją tych procesów wewnątrznie w porównaniu z ich zleceniem zewnętrznym podmiotom (McIvor, 2009, s. 45–63). Ponadto, teoria kosztów transakcyjnych wpływa na projektowanie struktur organizacyjnych. Wysokie koszty transakcyjne mogą skłaniać przedsiębiorstwa do integracji pionowej, podczas gdy niskie koszty sprzyjają specjalizacji i korzystaniu z zewnętrznych dostawców (Poppo & Zenger, 1998, s. 853–877).

Mimo szerokiego zastosowania, teoria kosztów transakcyjnych spotkała się również z krytyką. Niektórzy badacze wskazują, że teoria ta nadmiernie koncentruje się na kosztach i oportunistycznym, zaniebując aspekty związane z zaufaniem i relacjami między partnerami

biznesowymi (Ghoshal & Moran, 1996, s. 13–47). Ponadto, teoria ta może nie uwzględniać dynamicznych zmian w otoczeniu biznesowym i rosnącego znaczenia wiedzy oraz innowacji.

1.4 Modele optymalizacji procesów ekonomicznych

Modele optymalizacji procesów ekonomicznych stanowią kluczowe narzędzia wspierające przedsiębiorstwa w analizie, ocenie i doskonaleniu procesów gospodarczych (Lodhi i in., 2011, s. 5). Dzięki ustrukturyzowanemu podejściu, pozwalają im skutecznie kierować swoimi działaniami, osiągać cele strategiczne oraz optymalizować wydajność operacyjną. Wspólne cechy tych modeli, takie jak systematyczność, ukierunkowanie na poprawę oraz możliwość adaptacji do różnych środowisk biznesowych, sprawiają, że stanowią one fundament nowoczesnego podejścia do optymalizacji procesów ekonomicznych.

W literaturze przedmiotu można znaleźć różne modele optymalizacji procesów ekonomicznych, niemniej na szczególną uwagę zasługują: Model dojrzałości procesów biznesowych (BPMM), integracja modelu dojrzałości zdolności (CMMI), model dojrzałości procesów i przedsiębiorstw (PEMM), model SPICE (*Software Process Improvement and Capability Determination*).

Model dojrzałości procesów biznesowych (BPMM) jest jednym z najbardziej rozpoznawalnych narzędzi, które wyznacza ewolucyjną ścieżkę dla przedsiębiorstw. BPMM prowadzi przedsiębiorstwa od nieskoordynowanych i nieefektywnych działań do dobrze zarządzanych i zorganizowanych procesów. Jego znaczenie polega nie tylko na ocenie bieżącego stanu procesów, ale także na wskazywaniu kierunków dalszego doskonalenia. Wspiera to inicjatywy ukierunkowane na ciągłą poprawę, pomagając przedsiębiorstwom w osiągnięciu coraz wyższego poziomu efektywności i spójności (Sousa Neto & Medeiros Junior, 2008, s. 6).

Integracja modelu dojrzałości zdolności (CMMI), choć pierwotnie zaprojektowana dla branży tworzenia oprogramowania, znajduje zastosowanie również w innych sektorach. CMMI oferuje kompleksowe ramy usprawniania procesów, umożliwiając przedsiębiorstwom systematyczne diagnozowanie i planowanie zmian. Model ten jest szczególnie przydatny w zwiększaniu zdolności organizacyjnych oraz dostarczaniu produktów zgodnych z wymaganiami rynku. Dzięki swojej uniwersalności, CMMI wspiera różnorodne inicjatywy związane z optymalizacją procesów, nie ograniczając się jedynie do sektora IT (Bitkowska, 2021, s. 119).

Model dojrzałości procesów i przedsiębiorstw (PEMM), podobny w swojej strukturze do BPMM, koncentruje się na ocenie zarówno procesów, jak i szerszych zdolności przedsiębiorstw. Jego celem jest identyfikacja obszarów wymagających usprawnień oraz opracowywanie strategii umożliwiających zwiększenie możliwości operacyjnych. PEMM pozwala przedsiębiorstwom spojrzeć na procesy w szerszym kontekście strategicznym, uwzględniając wpływ procesów na całą strukturę organizacyjną (Anđelković i in., 2012, s. 197).

SPICE (*Software Process Improvement and Capability Determination*) to model dedykowany ocenie i doskonaleniu procesów związanych z tworzeniem oprogramowania. Jego struktura zapewnia jasne wytyczne dotyczące analizy procesów, identyfikacji luk w efektywności oraz wdrażania działań usprawniających. Dzięki SPICE przedsiębiorstwa zajmujące się rozwojem technologii mogą osiągać wyższą wydajność, redukować błędy w procesach oraz zapewniać zgodność produktów z wysokimi standardami jakości (Bitkowska, 2021, s. 119).

Warto również wspomnieć o modelu opartym na teorii kosztów transakcyjnych, który koncentruje się na minimalizacji kosztów związanych z negocjacją, koordynacją i kontrolą działań projektowych. W projektach złożonych, takich jak partnerstwa publiczno-prywatne czy projekty międzynarodowe, koszty transakcyjne mogą znacząco obciążać budżet i zasoby przedsiębiorstwa. Model ten analizuje kluczowe punkty kosztowe i proponuje rozwiązania, takie jak lepsza integracja procesów w ramach systemów ERP czy optymalizacja relacji z interesariuszami, w celu zwiększenia efektywności realizacji projektów (Godlewska, 2015, s. 49–62).

Powyższe modele pełnią niezwykle istotną rolę w rozwoju przedsiębiorstw. Zapewniają one mapę drogową dla ciągłego doskonalenia, umożliwiając systematyczne podejście do oceny i optymalizacji procesów. Przyjęcie tych modeli pozwala przedsiębiorstwom dostosowywać swoje procesy do zmieniających się warunków rynkowych i celów strategicznych, co przekłada się na zwiększenie efektywności i konkurencyjności. Dzięki ustrukturyzowanemu podejściu, przedsiębiorstwa mogą w sposób planowy wprowadzać ulepszenia, co prowadzi do poprawy wyników operacyjnych oraz lepszego wykorzystania zasobów. W ten sposób modele te nie tylko wspierają bieżącą działalność operacyjną, ale również odgrywają kluczową rolę w długoterminowym rozwoju i budowaniu przewagi konkurencyjnej.

Różnorodność modeli optymalizacji procesów pokazuje, że wybór odpowiedniego podejścia zależy od specyfiki projektu, jego złożoności, stopnia niepewności oraz oczekiwań interesariuszy. Tradycyjne modele oferują przewidywalność i kontrolę, podczas gdy podejścia

zwinne i hybrydowe umożliwiają elastyczne reagowanie na zmieniające się warunki, co czyni je kluczowym narzędziem w kierowaniu współczesnymi projektami.

Rozdział II

Sztuczna inteligencja i jej zastosowanie w optymalizacji procesów ekonomicznych

2.1. Definicja i historia sztucznej inteligencji

Sztuczna inteligencja (AI) stanowi obszar badawczy o istotnym wpływie na różnorodną dziedzinę nauki i gospodarki. Jej rozwój, zapoczątkowany w połowie XX wieku, doprowadził do fundamentalnych zmian w podejściu do automatyzacji i optymalizacji procesów biorąc pod uwagę efektywność operacyjną przedsiębiorstw. Od swoich początków AI przeszła przez różne etapy ewolucji, kształtując się pod wpływem intensywnych badań i debat. Obecnie stanowi nieodłączny element nowoczesnych technologii, wspierając rozwój i optymalizację procesów w obszarze optymalizacji efektywności finansowej przedsiębiorstw.

Geneza terminu „sztuczna inteligencja” sięga 1956 roku, kiedy to J. McCarthy, profesor informatyki na Uniwersytecie Stanforda, wprowadził go do dyskursu naukowego. Konferencja w Dartmouth College, zorganizowana przez J. McCarthy'ego, stanowiła punkt zwrotny, inicjując rozwój AI jako odrębnej dyscypliny naukowej. J. McCarthy zdefiniował AI jako „naukę i inżynierię tworzenia inteligentnych maszyn”. Wizja J. McCarthy'ego, zakładająca stworzenie systemów o inteligencji porównywalnej z ludzką (Soni i in., 2020, s. 2022), stała się katalizatorem dla szeregu badań i innowacji w tej dziedzinie.

Pomimo upływu kilkudziesięciu lat, nadal nie wypracowano jednej, powszechnie akceptowanej definicji tego pojęcia. Z uwagi na mnogość publikacji oraz interdyscyplinarne zainteresowanie tą materią badań, można odnaleźć różne – czasami sprzeczne – definicje (Rojszczak, 2020, s. 62). Ta różnorodność interpretacji odzwierciedla złożoność koncepcji AI i pokazuje, jak różnie może być ona postrzegana przez przedstawicieli różnych dziedzin nauki i praktyki.

Dyskusja nad pojęciem AI obejmuje krytyczną analizę samego terminu „sztuczna inteligencja”. Niektórzy eksperci uważają, że to nazewnictwo może być mylące i prowadzić do błędnych interpretacji. Przypominają, że w początkach rozwoju komputerów używano terminu „electronic brain”, z którego szybko zrezygnowano ze względu na niewielkie podobieństwo elementów maszyn, takich jak procesory, do struktury ludzkiego mózgu. Sugerują, że bardziej odpowiednim terminem mogłaby być na przykład „inteligencja elektroniczna” (electronic

intelligence), co mogłoby zapobiec nadinterpretacjom i nieporozumieniom związanym z pojęciem sztucznej inteligencji (Iszkowski & Tadeusiewicz, 2023, s. 49-50).

Interdyscyplinarność badań nad AI, choć stwarza potencjał dla innowacji, generuje również istotne wyzwania metodologiczne. Brak konsensusu co do definicji terminu „sztuczna inteligencja” utrudnia rozwój samych technologii AI, a także ich wdrażanie w różnych dziedzinach i w zastosowaniach transgranicznych (Baranov, 2023, s. 12). Ta sytuacja skłania do refleksji nad potrzebą wypracowania bardziej uniwersalnego i powszechnie akceptowanego rozumienia sztucznej inteligencji.

W ramach prób definiowania sztucznej inteligencji, jedna z propozycji charakteryzuje systemy sztucznej inteligencji jako zaprojektowane przez człowieka struktury programowe (i potencjalnie sprzętowe), które, dążąc do realizacji złożonych celów, operują w środowisku fizycznym lub cyfrowym. Systemy te pozyskują dane z otoczenia, które następnie są analizowane i przetwarzane, aby umożliwić podejmowanie decyzji optymalizujących realizację wyznaczonych celów (Robaczyński, 2022, s. 801). Ta definicja podkreśla zdolność systemów AI do autonomicznego podejmowania decyzji w oparciu o analizę danych.

Alternatywnie, sztuczną inteligencję można zdefiniować jako system zdolny do prognozowania, rekomendowania lub podejmowania decyzji wpływających na środowiska realne lub wirtualne, w ramach celów zdefiniowanych przez człowieka (Iszkowski & Tadeusiewicz, 2023, s. 60). Ta interpretacja kładzie z kolei nacisk na praktyczne zastosowania AI w procesach decyzyjnych i jej potencjał do wpływania na rzeczywistość.

W ujęciu technicznym, sztuczna inteligencja odnosi się do nadawania maszynom bardziej ludzkich funkcji poprzez technologie takie jak interakcja człowiek-komputer, zastępując w ten sposób ludzi w wykonywaniu określonych działań i zadań (Blicharz, 2023, s. 18-19). Ta perspektywa podkreśla aspekt humanizacji maszyn i ich potencjał do przejmowania zadań tradycyjnie wykonywanych przez ludzi.

Z perspektywy informatycznej, sztuczna inteligencja jest definiowana jako dziedzina zajmująca się tworzeniem programów i modeli symulujących zachowania wynikające z inteligencji naturalnej (Stępień, 2021, s. 73-74). Ta definicja zwraca z kolei uwagę na aspekt symulacji i modelowania ludzkiej inteligencji w systemach komputerowych, co stanowi jedno z kluczowych wyzwań w rozwoju AI.

Analiza różnorodnych definicji i koncepcji AI pozwala na wyodrębnienie kluczowych aspektów charakteryzujących tę dziedzinę:

- Symulacja ludzkiej inteligencji: Większość definicji podkreśla, że AI ma na celu naśladowanie ludzkiej inteligencji w maszynach i systemach komputerowych (Jabłoński & Jabłoński, 2021, s. 204-205; Agbaji i in., 2023, s. 4).
- Zdolność uczenia się i adaptacji: Systemy AI charakteryzują się zdolnością do uczenia się na podstawie doświadczeń i dostosowywania się do nowych sytuacji (Stępień, 2021, s. 73-74).
- Rozwiązywanie problemów: AI jest projektowana do rozwiązywania złożonych problemów i podejmowania decyzji w sposób podobny do ludzkiego (Jabłoński & Jabłoński, 2021, s. 204-205).
- Przetwarzanie i analiza danych: Systemy AI są zdolne do gromadzenia, przetwarzania i analizowania ogromnych ilości danych w celu wyciągania wniosków i podejmowania decyzji (Różanowski, 2007, s. 111).
- Interakcja z otoczeniem: AI może reagować na środowisko, zarówno fizyczne, jak i cyfrowe (Robaczyński, 2022, s. 801).

Należy podkreślić, że sztuczna inteligencja obejmuje szereg subdyscyplin i technik, w tym uczenie maszynowe (z uwzględnieniem uczenia głębokiego i uczenia przez wzmacnianie), rozumowanie maszynowe (obejmujące planowanie, programowanie działań, wnioskowanie, wyszukiwanie i optymalizację) oraz robotykę (koncentrującą się na sterowaniu, percepcji, sensoryce i aktywności) (Więckowski & Kubalski, 2022, s. 155). Ponadto, w dziedzinie AI wyróżnia się takie obszary jak przetwarzanie języka naturalnego, automatyczne rozumowanie, prezentacja wiedzy, rozpoznawanie mowy czy wizja komputerowa (Jabłoński & Jabłoński, 2021, s. 204-205).

Sztuczna inteligencja ma potencjał do znaczącego wpływu na wiele dziedzin życia i nauki. Inteligentne technologie i maszyny rozprzestrzeniają się w naukach ścisłych oraz przekształcają charakter procesu odkrywczego, wpływając obecnie na całą organizację nauki (Jabłoński & Jabłoński, 2021, s. 204-205). Ten wpływ AI na procesy badawcze i naukowe otwiera nowe możliwości, ale również stawia przed naukowcami nowe wyzwania metodologiczne.

W kontekście rosnącego wpływu AI na naukę, badania nad percepcją społeczną AI, przeprowadzone przez D.A. Agbaji, B.D. Lund oraz N. R. Mannuru, wskazują na zróżnicowane interpretacje tego pojęcia. Respondenci, zapytani przez naukowców, definiowali AI jako subdyscyplinę informatyki zajmującą się tworzeniem systemów o inteligencji analogicznej do ludzkiej, konwergencję technologii dążących do replikacji ludzkiej inteligencji, lub jako

narzędzie wspomagające i zastępujące człowieka w procesach decyzyjnych (Agbaji i in., 2023, s. 4). Ta różnorodność definicji odzwierciedla nie tylko złożoność koncepcji AI, ale również pokazuje, jak różnie może być ona interpretowana i rozumiana przez społeczeństwo.

Tabela 1. Definicje sztucznej inteligencji

Autor i data	Data	Definicja
Kolbjørnsrud et al.	2017	Sztuczna inteligencja to komputery i aplikacje, które wykrywają, rozumieją, działają i uczą się.
Afiouni	2019	Sztuczna inteligencja to ogólna koncepcja systemów komputerowych zdolnych do wykonywania zadań, które zwykle wymagają naturalnej inteligencji człowieka, niezależnie od tego, czy są oparte na regułach, czy nie.
Lee et al.	2019	Sztuczna inteligencja to inteligentne systemy stworzone do wykorzystywania danych, analiz, obserwacji w celu wykonywania określonych zadań bez potrzeby programowania ich do tego.
Wang et al.	2019	Sztuczna inteligencja to szerokie pojęcie, które obejmuje inteligentne zachowanie maszyn
Makarius et al.	2020	Sztuczna inteligencja to zdolność systemu do poprawnego interpretowania danych zewnętrznych, uczenia się na ich podstawie oraz wykorzystywania tych nauk do osiągnięcia określonych celów i zadań poprzez elastyczne dostosowywanie.
Schmidt et al.	2020	Sztuczna inteligencja to dążenie do naśladowania zdolności poznawczych i ludzkich na komputerach.
Demlehner and Laumer	2020	Sztuczna inteligencja to system komputerowy mający zdolność do postrzegania, uczenia się, oceniania lub planowania bez konieczności programowania go do przestrzegania określonych reguł lub sekwencji działań w całym procesie.
Wamba-Taguimdje et al.	2020	Sztuczna inteligencja to zbiór teorii i technik używanych do tworzenia maszyn zdolnych do symulowania inteligencji. Sztuczna inteligencja to ogólny termin, który obejmuje wykorzystanie komputerów do modelowania inteligentnego zachowania przy minimalnej interwencji człowieka.
Finlay	2021	Sztuczna inteligencja (SI) to zdolność maszyny do oceny sytuacji i podejmowania świadomej decyzji w dążeniu do jakiegoś celu lub zadania
Mikalef and Gupta	2021	Sztuczna inteligencja to zdolność systemu do identyfikowania, interpretowania, wyciągania wniosków i uczenia się na podstawie danych w celu osiągnięcia określonych celów organizacyjnych i społecznych.
Chen	2023	Sztuczna inteligencja (A.I.) to interdyscyplinarna dziedzina skoncentrowana na automatyzacji zadań

Autor i data	Data	Definicja
D. Dhenge, K. Ashwini, M. Dipali	2024	Sztuczna inteligencja (AI) to nauka zajmująca się symulacją inteligentnych zachowań w maszynach, takich jak percepcja wzrokowa, podejmowanie decyzji, rozpoznawanie mowy i inne. AI jest modelem obliczeniowym, który pozwala komputerom uczyć się na podstawie danych i przybliżyć rozwiązania dla złożonych funkcji
IBM	2024	Sztuczna inteligencja, czyli AI, to technologia, która umożliwia komputerom i maszynom symulowanie ludzkiej inteligencji oraz zdolności rozwiązywania problemów

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: (Enholm i in., 2022; Kolbjørnsrud i in., 2017, s. 1; Afiouni, 2019; Lee i in., 2019, s. 1; Wang i in., 2019, s. 1; Makarius i in., 2020, s. 1; Schmidt i in., 2020; Demlehner & Laumer, 2020, s. 1; Wamba-Taguimdje i in., 2020, s. 1; Mikalef i in., 2018, s. 3; Chen, 2023, s. 1; Dhenge i in., 2024, s. 2; Finlay, 2021, s. 12).

W ramach badań nad sztuczną inteligencją wyróżnia się dwa zasadnicze podejścia. Pierwsze z nich definiuje AI jako system zdolny do wykonywania zadań, które tradycyjnie wymagały ludzkiej inteligencji, takich jak rozwiązywanie problemów, uczenie się na podstawie doświadczeń czy rozumienie języka naturalnego. Drugie podejście podkreśla aspekt symulacji ludzkiego umysłu, zakładając, że AI może odtworzyć złożone procesy poznawcze, takie jak wnioskowanie, planowanie i podejmowanie decyzji. Choć oba podejścia różnią się w swoich założeniach, to łączy je przekonanie o tym, że AI może być potężnym narzędziem wspierającym rozwój człowieka (Enholm i in., 2022, s. 1712-1713).

Innym sposobem klasyfikacji sztucznej inteligencji jest uwzględnienie celów, jakie stawia się przed takimi systemami. Z tego punktu widzenia wyróżnia się „silną sztuczną inteligencję” (strong AI) oraz „słabą sztuczną inteligencję” (weak AI). Silna AI, zwana też „ogólną sztuczną inteligencją” (general AI) lub „sztuczną inteligencją na poziomie człowieka” (*human-level artificial intelligence*), odnosi się do maszyny, która może nie tylko wytwarzać inteligentne zachowanie, ale także doświadczać wrażeń prawdziwej samoświadomości i zrozumienia własnego rozumowania. Natomiast słaba AI, nazywana również „wąską sztuczną inteligencją” (narrow AI), charakteryzuje się tym, że system jest w stanie wykonywać tylko konkretne, wyspecjalizowane zadania (Blicharz, 2023, s. 19-20). Alternatywna interpretacja tej dychotomii koncentruje się na różnicach w zakresie celów stawianych przed systemami AI. W tym ujęciu, słaba AI operuje w sposób imitujący procesy kognitywne, jednak jej celem nie jest pełna replikacja ludzkiej inteligencji, a jedynie efektywna realizacja wybranych funkcji poznawczych. Natomiast mocna wersja AI dąży do stworzenia „sztucznej osoby” - systemu posiadającego pełne spektrum zdolności mentalnych, włączając w to świadomość fenomenalną (Bieroński, 2020, s. 19).

Rozwijając powyższe klasyfikacje, możemy wyróżnić trzy kolejne poziomy zaawansowania sztucznej inteligencji: sztuczną wąską inteligencję (ANI), sztuczną generalną inteligencję (AGI) i sztuczną superinteligencję (ASI). ANI odnosi się do maszyn wyszkolonych do wykonywania określonych zadań w jednej dziedzinie, AGI to systemy zdolne do myślenia i podejmowania decyzji jak ludzie, a ASI reprezentuje ideę sztucznej inteligencji przewyższającej ludzkie zdolności we wszystkich aspektach (Jabłoński & Jabłoński, 2021, s. 204-205). Warto zauważyć, że według obecnego stanu wiedzy, nie istnieje żaden system, który mógłby zostać zakwalifikowany jako silna SI. Sądzi się, że takie systemy mogą powstać w ciągu najbliższych kilkudziesięciu lat, a wiodące badania w tym zakresie prowadzone są głównie w ośrodkach naukowych w Stanach Zjednoczonych i Chinach (Rojszczak, 2020, s. 63).

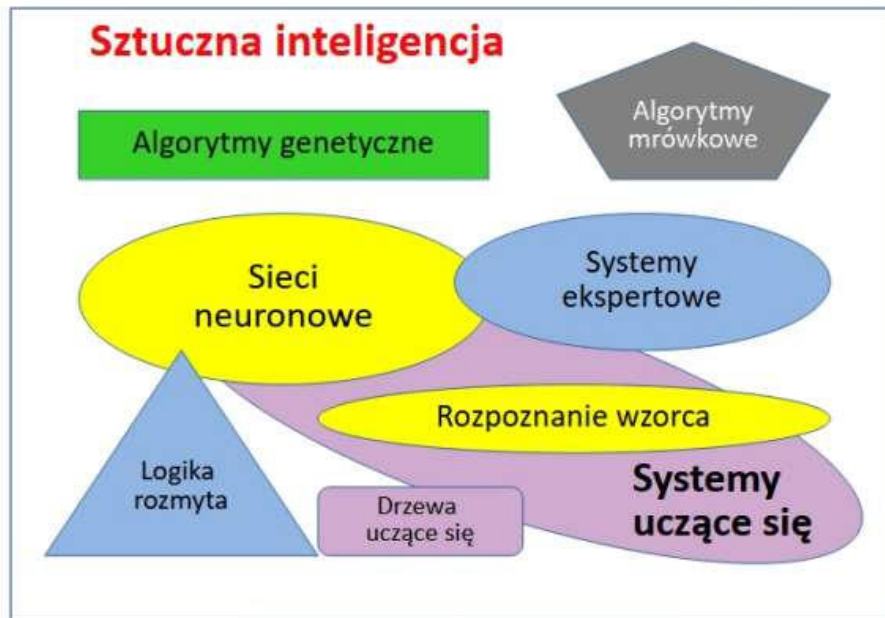
Powyższe klasyfikacje i rozważania na temat celów sztucznej inteligencji prowadzą do szeregu kontrowersji i obaw w środowisku naukowym. Z jednej strony dostrzega się ogromny potencjał w zakresie postępu technologicznego i usprawnienia wielu aspektów życia. Z drugiej strony pojawiają się pytania o granice, w jakich AI powinna pomagać lub zastępować człowieka (Makowski, 2023, s. 36-39). Pojawiają się bowiem wątpliwości dotyczące braku empatii społecznej i intuicji moralnej w tych systemach (Robaczyński, 2022, s. 801). Te obawy skłaniają do daleko idącej ostrożności w stosowaniu i rozwoju AI, zwłaszcza w kontekstach, gdzie decyzje mogą mieć znaczący wpływ na życie ludzi. Niektórzy naukowcy, tacy jak astrofizyk S. Hawking, wyrażali obawy dotyczące potencjalnych zagrożeń związanych z rozwojem AI dla całej ludzkości. Hawking był jednym z sygnatariuszy opublikowanego w 2015 r. listu otwartego Future of Life Institute, apelującego o zaniechanie prac nad sztuczną inteligencją (Iszkowski & Tadeusiewicz, 2023, s. 57).

Różnorodność podejść do sztucznej inteligencji oraz jej dynamiczny rozwój sprawiają, że przydatne jest stworzenie graficznego przedstawienia tego zjawiska. Jednym z takich narzędzi jest mapa konceptualna AI, która pozwala na wizualizację kluczowych obszarów badań i ich wzajemnych relacji. Po pierwsze, wielkość poszczególnych figur odzwierciedla wagę danego obszaru badań w kontekście ogólnego rozwoju sztucznej inteligencji.

Po drugie, niektóre figury częściowo się nakładają, co sugeruje, że poszczególne obszary mają istotne elementy wspólne. Na przykład, obszar symbolizujący sieci neuronowe częściowo pokrywa się z obszarem systemów uczących się, co oznacza, że wiele systemów uczących się jest realizowanych za pomocą sieci neuronowych. Istnieją jednak systemy uczące się, które nie są sieciami neuronowymi, oraz sieci neuronowe, które nie pełnią funkcji systemów uczących się. Figury mają różne kształty, co wskazuje na ich odmienną naturę.

Na rysunku dominującym obszarem są „systemy uczące się”, co podkreśla, że największe osiągnięcia w tej dziedzinie wynikają z programów zdolnych do pozyskiwania wiedzy z dużych zbiorów danych i dostosowywania swojego działania do zdobytej wiedzy.

Rysunek 1. Mapa pojęciowa sztucznej inteligencji



Źródło: (Iszkowski & Tadeusiewicz, 2023, s. 57).

Mapa koncepcyjna AI, przedstawiona powyżej, pozwala na lepsze zrozumienie, w jakich obszarach prowadzone są obecnie najbardziej intensywne badania nad sztuczną inteligencją. Do kluczowych obszarów należą:

- Rozwiązywanie problemów, planowanie i wyszukiwanie: Obejmuje ogólną architekturę rozwiązywania problemów inspirowaną naukami kognitywnymi, stosowaną w grach i robotyce,
- Reprezentacja wiedzy: Dotyczy metod przechowywania i manipulowania informacjami, w tym reprezentacji logicznych i probabilistycznych,
- Automatyczne wnioskowanie / Inferencja: Polega na wykorzystaniu przechowywanych informacji do odpowiadania na pytania i wyciągania nowych wniosków,
- Przetwarzanie języka naturalnego: Obejmuje metody komunikacji między człowiekiem, a maszyną,
- Wizja komputerowa: Dotyczy przetwarzania i interpretacji informacji wizualnych,

- **Uczenie maszynowe:** Skupia się na wykorzystywaniu danych do adaptacji do nowych okoliczności oraz do wykrywania i ekstrapolacji wzorców (Dhenge, Kamble, & More, 2024, s. 4).

W kontekście tych badań istotne jest rozróżnienie między sztuczną inteligencją, a uczeniem maszynowym, które często są błędnie utożsamiane (Rojszczak, 2020, s. 64).

Uczenie maszynowe stanowi kluczowy element sztucznej inteligencji i jest podstawą niemal wszystkich jej rzeczywistych zastosowań. Polega na wykorzystaniu procedur matematycznych (algorytmów) do analizy danych w celu odkrycia użytecznych wzorców i zależności między różnymi elementami informacji (Finlay, 2021, s. 6).

Proces ten, zwany odkrywaniem wiedzy, umożliwia systemom budowanie nowej wiedzy na podstawie własnych algorytmów wnioskujących, zazwyczaj bazujących na dużych zbiorach dostępnych informacji (Rojszczak, 2020, s. 64). Zatem jednym z kluczowych zastosowań uczenia maszynowego jest przewidywanie przyszłych zdarzeń. Algorytmy, analizując historyczne dane, pozwalają na prognozowanie przyszłych zachowań systemów czy procesów (Finlay, 2021, s. 7).

Systemy uczenia maszynowego posiadają zdolność do analizy danych i wyciągania wniosków, co jest analogiczne do sposobu, w jaki uczą się ludzie. Obserwują one otoczenie, wyciągają wnioski z doświadczeń i stosują zdobytą wiedzę w nowych sytuacjach (Finlay, 2021, s. 6). Główna różnica między uczeniem maszynowym, a sztuczną inteligencją polega na zakresie swobody w podejmowaniu decyzji. Uczenie maszynowe służy pozyskaniu (odkryciu) wiedzy, natomiast celem działania SI jest rozwiązywanie konkretnej kategorii problemów (Rojszczak, 2020, s. 64).

Uczenie maszynowe opiera się na różnych algorytmach, które można podzielić na cztery główne kategorie:

- **Uczenie nadzorowane:** Wykorzystuje oznaczone dane treningowe do tworzenia reguł na podstawie zidentyfikowanych wzorców,
- **Uczenie nienadzorowane:** Analizuje strukturę i właściwości statystyczne nieoznaczonych danych, często stosowane do odkrywania ukrytych wzorców,
- **Uczenie częściowo nadzorowane:** Łączy oznaczone i nieoznaczone dane w procesie uczenia,
- **Uczenie przez wzmacnianie:** System uczy się na podstawie interakcji z zewnętrznym środowiskiem, otrzymując nagrody za realizację określonych celów (Enholm i in., 2022, s. 1713).

Jednym z najbardziej zaawansowanych narzędzi w zakresie uczenia maszynowego są sieci neuronowe, szczególnie głębokie sieci neuronowe. Ich zdolność do automatycznego wydobywania złożonych cech z danych sprawia, że są niezwykle skuteczne w zadaniach takich jak rozpoznawanie obrazów czy przetwarzanie języka naturalnego. Historia tych modeli sięga analizy obrazów, gdzie były wykorzystywane do identyfikacji obiektów na zdjęciach satelitarnych. Dziś ich zastosowanie jest znacznie szersze, obejmując m.in. analizę danych medycznych, finansowych i wielu innych (Iszkowski & Tadeusiewicz, 2023, s. 51).

Choć koncepcja sztucznej inteligencji może wydawać się nowym osiągnięciem, jej korzenie sięgają głęboko w historię ludzkości. Już w mitologii greckiej pojawiały się wyobrażenia istot przypominających dzisiejsze roboty wyposażone w sztuczną inteligencję. Homer w „Iliadzie” opisywał złote dziewice stworzone przez Hefajstosa, które potrafiły chodzić, usługiwać i śpiewać. Inne mityczne przykłady to Pandora, Talos - brązowy olbrzym strzegący Krety, czy różne wyimaginowane maszyny o ludzkich cechach. Te starożytne mity odzwierciedlały ludzkie marzenia o stworzeniu myślących maszyn, które mogłyby zastąpić człowieka w różnych zadaniach (Iszkowski & Tadeusiewicz, 2023, s. 58-59). Jednak rzeczywisty rozwój koncepcji sztucznej inteligencji rozpoczął się znacznie później.

W XIX wieku lady A. Lovelace przewidziała możliwość stworzenia maszyn zdolnych do komponowania muzyki i wyrażania „wielkich faktów świata naturalnego” (Semrau, 2021, s. 268). Jej wizjonerskie poglądy wyprzedziły epokę o ponad sto lat.

Kluczową postacią w historii AI był A. Turing, brytyjski matematyk i informatyk, uważany za twórcę sztucznej inteligencji. W 1950 roku Turing opracował tzw. test Turinga, mający na celu ocenę zdolności maszyny do imitowania ludzkiej inteligencji. Jego praca „*Computing Machinery and Intelligence*” stała się fundamentem dla rozwoju AI jako dyscypliny naukowej (Blicharz, 2023, s. 18). Sam termin „sztuczna inteligencja”, jak wcześniej wspomniano, został oficjalnie wprowadzony w 1956 roku przez J. McCarthy’ego (Blicharz, 2023, s. 19).

W kolejnych dekadach rozwój AI przechodził różne fazy. Lata 50. i 60. XX wieku charakteryzowały się intensywnymi badaniami i entuzjazmem wobec możliwości AI. W latach 80. nastąpił tzw. „boom AI”, kiedy to zwiększone finansowanie i przełomowe badania doprowadziły do znaczących postępów. Jednakże pod koniec lat 80. i na początku 90. zainteresowanie AI spadło ze względu na wysokie koszty i ograniczone praktyczne zastosowania. Mimo okresowych spadków zainteresowania, firmy takie jak IBM i Apple kontynuowały badania nad AI. Koniec XX i początek XXI wieku przyniosły znaczące postępy,

w tym pojawienie się AI w domach (np. roboty sprzątające Roomba) i rozwój oprogramowania do rozpoznawania mowy (Makowski, 2023, s. 36-39).

Współcześnie AI jest postrzegana nie tylko jako technologia samoucząca się, ale także jako kluczowy element transformacji cyfrowej i czwartej rewolucji przemysłowej (Blicharz, 2023, s. 18).

W związku z tym można powiedzieć, że definicja i zakres sztucznej inteligencji nieustannie się zmieniały. Na początku była ograniczona do imitowania ludzkiego umysłu, ale z czasem rozszerzyła się o zdolność do autonomicznego podejmowania decyzji (Rojszczak, 2020, s. 62-63).

Tabela 2. Kluczowe daty i wydarzenia w historii rozwoju sztucznej inteligencji

Rok	Wydarzenie
1950	Alan Turing opublikował „ <i>Computer Machinery and Intelligence</i> ”, w którym zaproponował test maszynowej inteligencji, znany jako „gra w naśladowanie”.
1952	Informatyk Arthur Samuel stworzył program do gry w warcaby, który jako pierwszy nauczył się tej gry samodzielnie.
1955	John McCarthy zorganizował na Uniwersytecie Dartmouth warsztaty na temat „sztucznej inteligencji”, gdzie pierwszy raz użyto terminu „sztuczna inteligencja”.
1956	Pojawiła się pierwsza definicja sztucznej inteligencji.
1958	John McCarthy stworzył LISP (skrót od <i>List Processing</i>), pierwszy język programowania do badań nad sztuczną inteligencją, który jest popularny do dziś.
1959	Arthur Samuel podczas przemówienia, w którym opowiadał o nauczaniu maszyn gry w szachy, wprowadził termin „uczenie maszynowe” (<i>machine learning</i>).
1961	Na linii montażowej w <i>General Motors</i> w New Jersey rozpoczął pracę pierwszy robot przemysłowy Unimate, zajmując się transportem odlewów i spawaniem części samochodowych (co uznano za zbyt niebezpieczne dla ludzi).
1965	Edward Feigenbaum i Joshua Lederberg stworzyli pierwszy „system ekspertowy”, który był formą sztucznej inteligencji zaprogramowaną do replikacji myślenia i podejmowania decyzji przez ludzkich ekspertów.
1966	Joseph Weizenbaum stworzył pierwszego „ <i>chatterbota</i> ” (później skróconego do chatbota) ELIZA, naśladującego psychoterapeutę, korzystającego z przetwarzania języka naturalnego (NLP) do rozmów z ludźmi.
1968	Matematyk Alexey Ivakhnenko opublikował w czasopiśmie „ <i>Avtomatika</i> ” artykuł o metodzie grupowania argumentów, w którym zaproponował nowe podejście do sztucznej inteligencji, które obecnie nazywamy „uczeniem głębokim” (<i>deep learning</i>).
1979	Pierwszy autonomiczny pojazd, <i>The Stanford Cart</i> stworzony przez Jamesa L. Adamsa, z powodzeniem poruszał się po pomieszczeniu pełnym krzeseł bez ingerencji człowieka.
1979	Powstało międzynarodowe towarzystwo naukowe zajmujące się promowaniem badań i odpowiedzialnego wykorzystania sztucznej inteligencji — <i>American Association of Artificial Intelligence</i> , które obecnie jest znane jako <i>Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI)</i> .

1980	Konferencja <i>American Association of Artificial Intelligence</i> na Uniwersytecie Stanforda.
1980	Na rynek komercyjny trafił pierwszy system ekspertowy o nazwie XCON, który został zaprojektowany do pomocy w zamawianiu systemów komputerowych poprzez automatyczne wybieranie komponentów na podstawie potrzeb klienta.
1981	Japoński rząd przeznaczył 850 milionów dolarów (obecnie ponad 2 miliardy dolarów) na projekt Komputerów Piątej Generacji. Celem było stworzenie komputerów, które potrafią tłumaczyć, rozmawiać w języku ludzkim i wykazywać rozumowanie na poziomie człowieka.
1985	Na konferencji <i>American Association of Artificial Intelligence</i> zaprezentowano program autonomicznego rysowania o nazwie AARON.
1986	Ernst Dickmann i jego zespół z Uniwersytetu Bundeswehry w Monachium stworzyli i zaprezentowali pierwszy robot samochodowy, który bez kierowcy mógł poruszać się z prędkością do 55 mil na godzinę na drogach pozbawionych przeszkód i innych kierowców.
1987	Firma Alacrious Inc. wprowadziła na rynek komercyjny system Alacrity, który był pierwszym systemem doradczym, wykorzystującym zaawansowany system ekspertowy zawierający ponad 3000 reguł.
1997	Rozwinięty przez IBM system sztucznej inteligencji <i>Deep Blue</i> pokonał mistrza świata w szachach, Garriego Kasparowa, w głośnym meczu transmitowanym na cały świat.
1997	Windows wprowadził oprogramowanie rozpoznawania mowy (rozwinięte przez <i>Dragon Systems</i>).
2000	Profesor Cynthia Breazeal opracowała pierwszego robota, który mógł symulować ludzkie emocje za pomocą twarzy, w tym oczu, brwi, uszu i ust. Nazywał się Kismet.
2002	Wydano pierwszego robota Roomba.
2003	NASA wysłała na Marsa dwa łaziki (Spirit i Opportunity), które poruszały się po powierzchni planety bez ingerencji człowieka.
2006	Firmy takie jak Twitter, Facebook i Netflix zaczęły wykorzystywać AI w swoich algorytmach reklamowych i doświadczeniu użytkownika (UX).
2010	Microsoft wprowadził na rynek Xbox 360 Kinect, pierwszy sprzęt do gier, który śledzi ruchy ciała i przekształca je na polecenia w grach.
2011	Apple wydał Siri, pierwszego popularnego asystenta wirtualnego. Komputer NLP o nazwie Watson (stworzony przez IBM) wygrał telewizyjną grę Jeopardy, odpowiadając na pytania.
2012	Dwóch badaczy z Google przeszkolili sieć neuronową, aby rozpoznawała obrazy kotów.
2016	Hanson Robotics stworzył humanoida o imieniu Sophia, który stał się znany jako pierwszy „obywatel-robot” i był pierwszym robotem o realistycznym wyglądzie człowieka, zdolnym do widzenia i odtwarzania emocji oraz komunikowania się.
2017	Facebook zaprogramował dwa chatboty, aby rozmawiały i uczyły się negocjować — chatboty podczas swoich rozmów zaczęły porzucać język angielski i rozwijać własny język całkowicie autonomicznie.
2018	Chińska grupa technologiczna Alibaba opracowała technologię AI przetwarzającą język, która pokonała ludzką inteligencję w teście czytania i zrozumienia Stanford.
2019	Program AlphaStar firmy Google osiągnął stopień mistrza w grze wideo StarCraft 2, przewyższając 99,8% graczy ludzkich.

2020	Amerykańskie laboratorium badawcze OpenAI rozpoczęło testowanie wersji beta GPT-3, modelu wykorzystującego uczenie głębokie do generowania treści, czyli np. tworzenia kodu, poezji i innych zadań związanych z językiem i pisaniem. Choć nie jest to pierwszy model tego typu, jest to pierwszy, który tworzy treści niemal nie do odróżnienia od tych stworzonych przez ludzi.
2021	OpenAI opracowało model DALL-E, który potrafi tworzyć obrazy na podstawie zapytań w języku naturalnym.
2022	OpenAI udostępnia publicznie narzędzie ChatGPT 3.5.
2023	OpenAI opracowuje ChatGPT 4.0.

Źródło: (Makowski, 2023, s. 36-39).

Ekspansja sztucznej inteligencji w sferze gospodarczej wywołuje jej głębokie przemiany. Kraje takie jak Stany Zjednoczone, Chiny czy państwa Unii Europejskiej inwestują znaczące środki w badania i rozwój AI, postrzegając ją jako kluczowy czynnik przyszłej konkurencyjności gospodarczej (Blicharz, 2023, s. 20-21).

Choć zaawansowane algorytmy są tworzone przez ekspertów z renomowanych ośrodków badawczych, to ich efektywność zależy w dużej mierze od jakości danych, które są przygotowywane przez liczną grupę pracowników. Rutynowe czynności, takie jak adnotacja materiałów audiowizualnych czy transkrypcja plików dźwiękowych, stanowią niezbędny element procesu uczenia maszynowego i są kluczowe dla rozwoju tej technologii (Potocka-Sionek, 2022, s. 105-106).

Zastosowania sztucznej inteligencji obejmują praktycznie wszystkie sektory gospodarki, od przemysłu po finanse.

Praktyczne zastosowania sztucznej inteligencji obejmują szeroki zakres branż, gdzie AI wspomaga optymalizację procesów, podejmowanie decyzji i tworzenie innowacyjnych rozwiązań:

- W sektorze opieki zdrowotnej AI odgrywa ważną rolę w diagnozowaniu medycznym, odkrywaniu leków i analizie predykcyjnej chorób. Przykładem może być firma DeepMind, należąca do Alphabet Inc., która opracowała model AI przewidujący strukturę białek, co ma przyspieszyć rozwój nowych leków (Przegalińska & Jemielniak, 2023, s. 33),
- Sektor produkcyjny korzysta z AI w sferze kontroli jakości, predykcyjnej konserwacji i optymalizacji produkcji. Firmy takie jak Siemens i General Electric wykorzystują AI w ramach koncepcji Przemysłu 4.0, łącząc ją z Internetem rzeczy (IoT) do optymalizacji procesów produkcyjnych, przewidywania awarii i poprawy jakości produktów (Przegalińska & Jemielniak, 2023, s. 33),

- W transporcie AI znajduje zastosowanie w rozwoju pojazdów autonomicznych, przewidywaniu ruchu drogowego i optymalizacji tras. W obsłudze klienta chatboty zasilane przez SI są używane do wsparcia klienta, odpowiadania na często zadawane pytania i obsługi prostych zapytań,
- AI odgrywa istotną rolę w dziedzinie bezpieczeństwa, gdzie jest wykorzystywana do rozpoznawania twarzy, wykrywania włamań i analizy zagrożeń cyberbezpieczeństwa.
- W marketingu AI pomaga w tworzeniu reklam celowanych, segmentacji klientów i analizie nastrojów,
- W edukacji AI przyczynia się do rozwoju spersonalizowanego uczenia się, adaptacyjnego testowania i inteligentnych systemów dydaktycznych,
- W handlu detalicznym, gdzie wykorzystuje się ją do rekomendacji produktów, optymalizacji cen i zarządzania łańcuchem dostaw (Dhenge i in., 2024, s. 2),
- W dziedzinie finansów, AI wspomaga ocenę zdolności kredytowej, wykrywanie oszustw i prognozowanie finansowe. Algorytmy uczenia maszynowego wykorzystywane są między innymi do wykrywania nadużyć finansowych, realizacji procedur kontrolnych, badania wskaźników ryzyka czy doradztwa inwestycyjnego (Rojszczak, 2020, s. 64).

W oparciu o powyższe sektory, należy stwierdzić, że obecny rozwój sztucznej inteligencji koncentruje się na kilku kluczowych obszarach:

- Generatywna sztuczna inteligencja (GAI): Umożliwia tworzenie nowych, unikalnych treści, takich jak tekst, obrazy, muzyka czy filmy,
- AI w medycynie i innych sektorach: AI wspomaga diagnozowanie chorób, analizowanie wyników badań i tworzenie spersonalizowanych planów leczenia,
- AI i analiza danych (big data): Wykorzystanie AI do analizy ogromnych ilości danych, co pozwala im lepiej rozumieć potrzeby użytkowników i dostarczać spersonalizowane treści oraz usługi,
- AI w przemyśle (Industry 4.0): Wykorzystanie AI do optymalizacji procesów produkcyjnych, przewidywania awarii i poprawy jakości produktów, często w połączeniu z internetem rzeczy (IoT) (Przegalińska & Jemielniak, 2023, s. 33).

Na uwagę zasługuje sektor finansowy, który odgrywa kluczową rolę w innowacjach technologicznych związanych z AI. Jako jeden z głównych katalizatorów takich dziedzin jak FinTech, RegTech, InsurTech czy SupTech, sektor finansowy wykorzystuje AI do zaawansowanej analizy danych oraz wdrażania nowych technologii. Innowacje te, wspierane

przez sztuczną inteligencję, opierają się na zaawansowanej analizie dużych zbiorów danych, wykorzystaniu biometrii behawioralnej oraz technologii blockchain. Dodatkowo, postępująca cyfryzacja i automatyzacja, wspierane przez rozwój AI, w istotny sposób wpływają na funkcjonowanie sektora finansowego, jednocześnie stawiając przed nim nowe wyzwania, takie jak bezpieczeństwo cybernetyczne i ryzyko związane z manipulacją algorytmów (Ziółkowska, 2023, s. 90).

Rysunek 2. Zastosowania sztucznej inteligencji w usługach finansowych

Uczenie maszynowe	Przetwarzanie języka naturalnego	Komputery kognitywne
<ul style="list-style-type: none"> •doradztwo z wykorzystaniem robotów •rekomendacje dla klientów 	<ul style="list-style-type: none"> •wykrywanie prania pieniędzy i oszustw •chatboty 	<ul style="list-style-type: none"> •handlowanie z wykorzystaniem algorytmów

Źródło: (Joshi i in., 2022, s. 269).

Skala zmian w gospodarce jest tak znacząca, że niektórzy liderzy technologiczni (m.in. S. Pichai, dyrektor generalny Google) twierdzą, że wpływ AI na rozwój ludzkości może być porównywalny lub nawet większy niż wykorzystanie ognia czy wynalezienie elektryczności (Iszkowski & Tadeusiewicz, 2023, s. 67). Te liczne zastosowania AI napędzane są przez ogromne inwestycje największych korporacji na świecie. Google, Apple, Microsoft, Facebook, a także chińskie firmy jak Baidu, Alibaba i Tencent, intensywnie inwestują w rozwój i wdrażanie rozwiązań opartych na AI (Blicharz, 2023, s. 20-21). Inwestycje te nie tylko napędzają innowacje, ale także kształtują nowe rynki i zmieniają dynamikę konkurencji w wielu sektorach gospodarki. W konsekwencji rozwój gospodarki cyfrowej, w której sztuczna inteligencja odgrywa kluczową rolę, prowadzi do głębokiej transformacji opartej na masowym wdrażaniu nowych technologii. W tej nowej rzeczywistości następuje generowanie, przetwarzanie i przekazywanie informacji na niespotykaną dotąd skalę (Blicharz, 2023, s. 49). AI znacząco wpływa na produktywność oraz efektywność gospodarki, jednak pełne rezultaty tych zmian mogą nie być widoczne od razu. Proces ten wymaga od przedsiębiorstw cierpliwości oraz długoterminowego, strategicznego podejścia (Jeston, 2014, s. 329). Automatyzacja oraz sztuczna inteligencja mogą wywołać zakłócenia na rynku pracy, eliminując niektóre tradycyjne zawody, ale jednocześnie stwarzają nowe możliwości rozwoju i wymagają zdobycia nowych kompetencji. To dynamiczne przekształcanie rynku pracy staje się jednym z najważniejszych wyzwań ekonomicznych związanych z rozwojem sztucznej inteligencji.

W związku z tym, rozwój AI generuje szereg wyzwań. Pojawiają się obawy dotyczące bezpieczeństwa danych, prywatności, potencjalnej stronniczości algorytmów czy wpływu na nierówności ekonomiczne (Kaczmarek-Kurczak, 2023, s. 27). Globalne korporacje, które są liderami w rozwoju i wdrażaniu AI, mogą zyskać znaczącą przewagę konkurencyjną, co może prowadzić do koncentracji bogactwa i władzy ekonomicznej (Blicharz, 2023, s. 54). Istnieje zatem pilna potrzeba opracowania odpowiednich regulacji i środków bezpieczeństwa, aby zapewnić, że rozwój AI pozostaje zgodny z wartościami ludzkimi i przyczynia się do inkluzywnego wzrostu gospodarczego (Luccioni & Bengio, 2019). Wyzwania te stymulują poszukiwanie nowych rozwiązań technologicznych, które mogą z jednej strony zwiększyć możliwości AI, a z drugiej strony zminimalizować potencjalne negatywne skutki. W rezultacie, rozwój AI w gospodarce cyfrowej otwiera nowe możliwości w obszarach takich jak rzeczywistość wirtualna i rozszerzona, które zyskają na znaczeniu wraz z rozwojem sieci 5G. Jednocześnie te technologie mają potencjał do tworzenia nowych rynków i transformacji istniejących modeli biznesowych (Puślecki, 2021, s. 160-161). Dodatkowo, rozwój AI stawia przed gospodarką nowe wyzwania. Jednym z nich jest kwestia bezpieczeństwa cybernetycznego. Wraz z rosnącą rolą AI w systemach finansowych, infrastrukturze krytycznej i procesach decyzyjnych, rośnie również potencjalne ryzyko związane z atakami cybernetycznymi czy manipulacją algorytmów (Kaczmarek-Kurczak, 2023, s. 24).

Kontynuując dyskusję na temat sztucznej inteligencji, warto zwrócić uwagę na kierunki rozwoju tej technologii:

- **Uczenie przez wzmocnienie** to dziedzina sztucznej inteligencji, która koncentruje się na szkoleniu agentów w podejmowaniu inteligentnych decyzji poprzez interakcję z ich środowiskiem. W tej metodzie agenci uczą się poprzez system nagród i kar, co pozwala im na optymalizację działań w danym kontekście,
- **Wyjaśnialna SI** to techniki, które koncentrują się na dostarczaniu wglądu w to, jak modele SI dochodzą do swoich wniosków. Wyjaśnialna SI pozwala użytkownikom zrozumieć i zaufać decyzjom podejmowanym przez systemy. Jest to szczególnie istotne w takich dziedzinach jak medycyna czy finanse, gdzie przejrzystość i zrozumienie procesu decyzyjnego są kluczowe,
- **Generatywna SI** to technika, dzięki której modele SI mogą uczyć się ukrytych wzorców w danych i tworzyć realistyczne oraz nowatorskie wyniki. Przykłady zastosowania generatywnej SI obejmują tworzenie realistycznych obrazów, komponowanie muzyki czy generowanie tekstów,

- Edge AI polega na uruchamianiu algorytmów sztucznej inteligencji bezpośrednio na urządzeniach brzegowych, takich jak smartfony, urządzenia IoT i pojazdy autonomiczne, zamiast polegać na przetwarzaniu w chmurze. To podejście zmniejsza opóźnienia i poprawia prywatność danych, ponieważ przetwarzanie odbywa się lokalnie na urządzeniu. Edge AI jest kluczowe w aplikacjach, gdzie czas reakcji jest krytyczny, na przykład w systemach bezpieczeństwa czy autonomicznych pojazdach,
- Kwantowa SI łączy moc obliczeń kwantowych z algorytmami sztucznej inteligencji, aby rozwiązywać złożone problemy, które wykraczają poza możliwości klasycznych komputerów. Obliczenia kwantowe oferują znaczne przyspieszenie w procesowaniu danych, co może rewolucjonizować takie dziedziny jak optymalizacja, symulacje molekularne czy analiza dużych zbiorów danych. Kwantowa SI ma potencjał, aby przyspieszyć rozwój technologii i odkryć, które byłyby niemożliwe do osiągnięcia przy użyciu tradycyjnych metod komputerowych.

Podsumowując, sztuczna inteligencja przeżywa obecnie dynamiczny rozwój. Jej korzenie sięgają połowy XX wieku, kiedy to pionierzy tej dziedziny, tacy jak Alan Turing, sformułowali podstawowe pytania dotyczące możliwości maszyn myślących. Dziś, AI odciska swoje piętno w praktycznie wszystkich aspektach naszego życia społeczno-gospodarczego. W obszarze biznesu, AI umożliwia automatyzację procesów, optymalizację decyzji i tworzenie nowych produktów oraz usług. Jednakże, wraz z ogromnym potencjałem, pojawiają się również wyzwania związane z etyką, bezpieczeństwem i wpływem na społeczeństwo. Aby w pełni wykorzystać możliwości AI, konieczne jest prowadzenie interdyscyplinarnych badań, tworzenie odpowiednich regulacji oraz promowanie odpowiedzialnego rozwoju tej technologii.

2.2. Główne obszary zastosowania AI w biznesie

Sztuczna inteligencja prowadzi do głębokiej transformacji operacyjnych paradygmatów w różnych sektorach gospodarki. Spektrum zastosowań AI w biznesie jest obszerne, rozciągając się od automatyzacji rutynowych zadań do zaawansowanej analizy danych i rozpoznawania wzorców w skomplikowanych zestawach danych.

W obecnym klimacie biznesowym, charakteryzującym się złożonością i dynamiką rozwoju, przedsiębiorstwa napotykać na stałą nieprzewidywalność, która poniekąd stała się normą w świecie biznesu. Firmy muszą nie tylko dostosowywać się do ciągłych zmian i niepewności, ale również uczyć się przewidywania, oceny i reagowania na te zmiany, aby maksymalnie wykorzystać nowe okazje. Tego rodzaju zmiany często wykazują cechy

systemów chaotycznych, co oznacza, że zarówno natura zmian, jak i ich skutki mogą być trudne do przewidzenia zarówno dla przedsiębiorstw, jak i innych uczestników rynku (Makowski, 2023, s. 87-88). W tym kontekście, kluczowe znaczenie dla długoterminowego rozwoju i przetrwania przedsiębiorstw oraz całych systemów lokalnych, zyskuje koncepcja rezyliencji ekonomicznej, czyli zdolności do przetrwania lub przezwyciężenia wstrząsów rynkowych, konkurencyjnych lub środowiskowych. Kluczowymi sposobami, w jakie przedsiębiorstwa wpływają na rezyliencję, jest tworzenie nowych, zdywersyfikowanych miejsc pracy, poszerzanie oferty lokalnych produktów i usług, współpraca z lokalnymi i regionalnymi podmiotami biznesowymi, a także dodawanie wartości do działalności gospodarczej w formie poprawy warunków życia i możliwości zatrudnienia (Zwolińska-Ligaj & Guzal-Dec, 2023, s. 327).

Obecne środowisko biznesowe mierzy się z wieloma wyzwaniami, w tym kryzysami ekonomicznymi, społecznymi, politycznymi, klimatycznymi (będącymi efektem działalności człowieka), zdrowotnymi (na przykład pandemia COVID-19), a także militarnymi i migracyjnymi (Jabłoński & Jabłoński, 2021, s. 201-202).

W odpowiedzi na te kryzysy, przedsiębiorstwa poszukują innowacyjnych rozwiązań. Jednym z nich jest zastosowanie sztucznej inteligencji, które umożliwia tworzenie zaawansowanych modeli biznesowych. Realizacja tych modeli opiera się na opracowaniu i wdrożeniu strategii generowania przychodów, co może zapewnić firmom korzyści finansowe zarówno na krótką, jak i długą metę. Modele te, zintegrowane z cyfrowymi platformami biznesowymi, wykorzystują algorytmiczne technologie, które wpływają na nowe procesy uczenia ludzi, maszyn i robotów społecznych (Jabłoński & Jabłoński, 2021, s. 201-202).

Rozprzestrzenianie się technologii sztucznej inteligencji napędzane jest dwoma głównymi czynnikami: szybkim rozwojem technologicznym oraz intensyfikacją działań rynkowych. Ten drugi czynnik skłania korporacje do implementacji systemów AI, aby osiągnąć strategiczne cele biznesowe, które są kluczowe dla utrzymania i zwiększenia ich przewagi konkurencyjnej (zob. tabela 3).

Tabela 3. Zastosowanie sztucznej inteligencji oraz czynniki wpływające na jej rozwój

W sytuacji technologicznej	W sytuacji rynkowej
Zwiększona moc obliczeniowa komputerów	Szybsza obsługa klientów, dostępność 24/h
Uczenie maszyn	Za mało specjalistów w wielu dziedzinach gospodarki
Możliwość przechowywania dużej ilości danych	Potrzeba przetwarzania dużych zbiorów danych

Wykorzystanie systemów takich jak np. biometria czy systemy związane z analizą obrazu	Rosnąca konkurencja dotycząca innowacyjnych rozwiązań
Rozwój algorytmów	Personalizacja usług i produktów dla klientów
Międzynarodowa współpraca np. OpenAI	Potrzeba optymalizacji czasu i kosztów

Źródło: (Grzywacz & Jagodzińska-Komar, 2021, s. 20).

Sztuczna inteligencja działa jak katalizator głębokich zmian w sposobie działania globalnych firm na światowym rynku. W miarę jak korporacje transnarodowe inwestują miliardy dolarów w technologie AI, rywalizacja o ich zastosowanie w produktach i procesach ekonomicznych intensyfikuje się. W 2023 roku obserwowano znaczący wzrost zainteresowania AI, co miało duży wpływ na dynamikę rynków akcji. Przedsiębiorstwa angażujące się w rozwój własnych rozwiązań AI oraz dostarczanie narzędzi i usług opartych na tej technologii przyciągają znaczącą uwagę inwestorów. W rezultacie, sztuczna inteligencja została uznana za megatrend 2023 roku, a popyt na takie technologie jak chatboty, systemy automatyzacji i narzędzia do analizy danych znacząco wzrósł. Inwestycje w badania i rozwój w obszarze AI stały się zatem kluczowym elementem strategii rozwoju wielu globalnych koncernów (Makowski, 2023, s. 42).

W odpowiedzi na rosnące globalne zainteresowanie AI, koncepcja Przemysłu 4.0 stała się podstawowym elementem dyskursu o zastosowaniach AI w biznesie. Zdefiniowana w 2011 roku, strategia ta dąży do osiągnięcia nowego poziomu uprzemysłowienia i konkurencyjności przez cyfryzację i automatyzację globalnych łańcuchów wartości. Przemysł 4.0, nazywany również czwartą rewolucją przemysłową, obejmuje szerokie spektrum technologii, w tym Internet rzeczy (IoT), AI, systemy analityczne, Big Data, uczenie maszynowe, przetwarzanie w chmurze, rozszerzoną i wirtualną rzeczywistość, druk 3D, inteligentną robotyzację, oraz roboty współpracujące i autonomiczne. Integracja tych technologii umożliwia transformację przedsiębiorstw, przechodzenie od produkcji masowej do produkcji spersonalizowanej i zwiększanie połączeń sieciowych na poziomie fabryk, rynków, łańcuchów wartości i społeczeństwa w celu zwiększenia elastyczności produkcji i produktywności przy jednoczesnym zachowaniu kosztów odpowiednich dla produkcji masowej (Nosalska & Rządca, 2023, s. 70-71).

Przemysł 4.0 opiera się w dużej mierze na technologii „Internetu rzeczy”, która odnosi się do zasobów produkcyjnych podłączonych do sieci, takich jak maszyny, urządzenia i budynki, jak również do ludzi i inteligentnych obiektów świadomych własnego stanu, zastosowania i historii. W tym kontekście, AI służy jako połączenie technologii informacyjnych i komunikacyjnych z infrastrukturą produkcyjną, logistyczną i transportową, co ma na celu

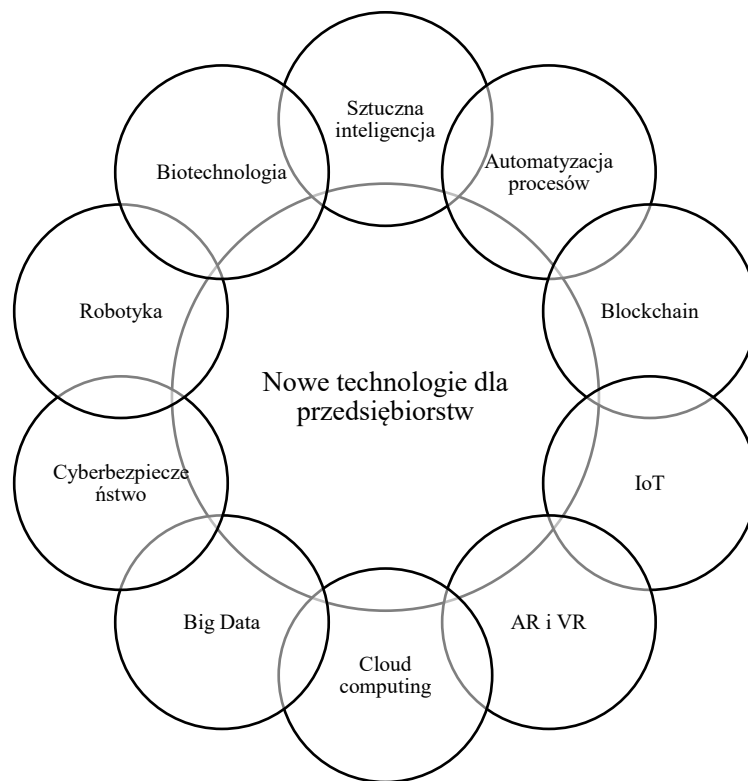
poprawę bezpieczeństwa, zwiększenie efektywności operacyjnej i ochronę środowiska naturalnego (Stawiarska, 2016, s. 103).

Stosowanie technologii Przemysłu 4.0 przynosi przedsiębiorstwom szereg korzyści, w tym wzrost konkurencyjności, poprawę wydajności i obniżenie kosztów operacyjnych, co przekłada się na zwiększenie zysków i przychodów. Ponadto, technologie te sprzyjają lepszemu gospodarowaniu zasobami ludzkimi i informatycznymi, optymalizacji procesów produkcyjnych, poprawie efektywności energetycznej i jakości produktów, a także skracaniu czasu wprowadzania produktów na rynek i wspieraniu zrównoważonego rozwoju (Nosalska & Rządca, 2023, s. 72).

Z drugiej strony nie można pominąć barier, w tym wysokich kosztów implementacji technologii, brak wykwalifikowanych pracowników, niepewności co do wpływu AI na wyniki finansowe przedsiębiorstw, obaw dotyczących bezpieczeństwa danych oraz problemów z integracją systemów. Ponadto, pracownicy często obawiają się zmian i brakuje im jasno zdefiniowanej wizji rozwoju oraz strategii. W Polsce specyficznym wyzwaniem jest brak kultury organizacyjnej wspierającej zmiany oraz niewystarczające szkolenia dla pracowników, co sprawia, że ich kompetencje nie nadążają za tempem cyfrowych innowacji (Nosalska & Rządca, 2023, s. 72).

Mimo tych barier, w erze cyfrowej rewolucji wprowadzenie technologii AI do biznesu stało się nieuniknione. Nie tylko zapewnia to firmom przewagę konkurencyjną, ale jest również kluczowe dla poprawy jakości produktów i usług, zwiększenia efektywności oraz tworzenia nowych kategorii produktów. Dlatego też przedsiębiorstwa muszą być świadome technologii, które mają wpływ na ich rozwój, i umiejętnie je wdrażać, aby pozostać konkurencyjnymi na dynamicznie zmieniającym się rynku. Poniżej zaprezentowano przegląd najważniejszych technologii (rysunek 3), które mają wpływ na ich rozwój.

Rysunek 3. Kluczowe technologie wpływające na rozwój przedsiębiorstw



Źródło: (Nowakowska, 2023, s. 65).

W kontekście dynamicznie ewoluującego rynku globalnego, przedsiębiorstwa stoją przed wyzwaniem identyfikacji i efektywnej implementacji kluczowych technologii warunkujących ich rozwój i konkurencyjność. Analiza aktualnych trendów technologicznych pozwala na wyodrębnienie następujących innowacji, które kształtują współczesny krajobraz biznesowy:

- Sztuczna inteligencja (AI): Systemy i algorytmy komputerowe zdolne do wykonywania złożonych zadań wymagających ludzkiej inteligencji. AI znajduje zastosowanie w automatyzacji procesów, analizie danych, optymalizacji kosztów, personalizacji doświadczeń klienta oraz przewidywaniu trendów rynkowych,
- Automatykacja procesów: Technologia zastępująca ludzką pracę szybszymi, efektywniejszymi i bezbłędnymi systemami. Znajduje zastosowanie w zarządzaniu magazynem, księgowości, zarządzaniu zamówieniami, marketingu i sprzedaży, prowadząc do oszczędności czasu i kosztów przy jednoczesnej poprawie jakości działań,
- Blockchain: Technologia umożliwiająca bezpieczne przechowywanie danych i transakcji bez pośredników. Wykorzystywana w zarządzaniu danymi, logistyce,

sprzedaży i marketingu, przyczynia się do zwiększenia bezpieczeństwa i transparentności działań biznesowych,

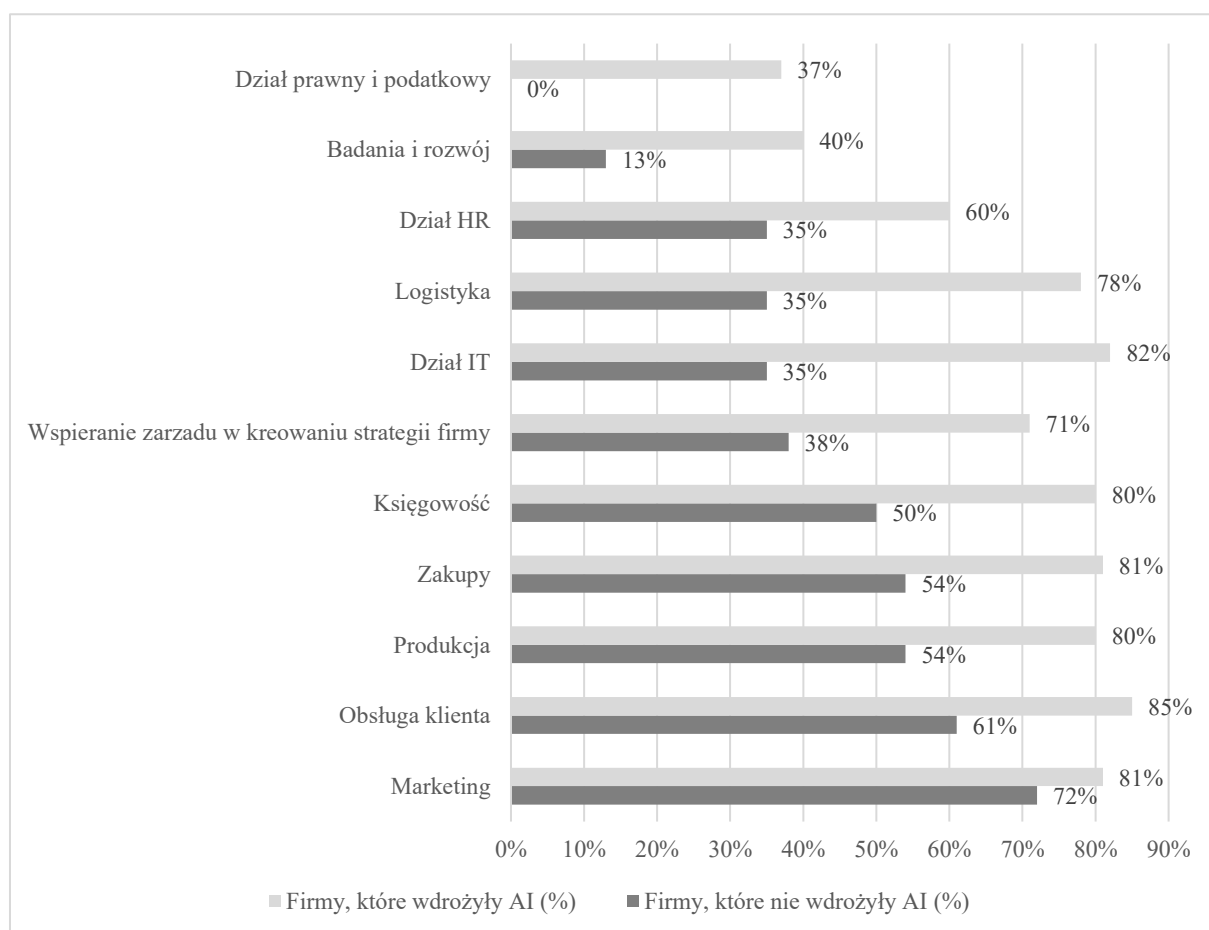
- Internet Rzeczy (IoT): Sieć połączonych urządzeń i przedmiotów komunikujących się ze sobą. IoT dostarcza firmom cennych informacji o produktach i klientach, umożliwiając lepsze dostosowanie oferty do potrzeb rynku w obszarach takich jak logistyka, produkcja, sprzedaż i marketing,
- Rzeczywistość rozszerzona (AR) i wirtualna (VR): Technologie umożliwiające tworzenie immersyjnych doświadczeń. AR nakłada elementy wirtualne na rzeczywisty świat, znajdując zastosowanie w reklamie i marketingu. VR tworzy całkowicie wirtualne środowiska, wykorzystywane w szkoleniach pracowników, projektowaniu produktów i symulacjach biznesowych,
- Cloud Computing: Technologia umożliwiająca dostęp do zasobów IT przez internet, ułatwiająca zarządzanie zasobami informatycznymi, redukująca koszty, poprawiająca skalowalność i dostępność danych oraz umożliwiająca zdalną pracę,
- Big Data: Technologia umożliwiająca zbieranie, przechowywanie i analizę ogromnych zbiorów danych, prowadząca do lepszego zrozumienia zachowań klientów i rynków, poprawy personalizacji produktów/usług oraz optymalizacji procesów ekonomicznych (Gadatsch, 2023, s. 209),
- Cyberbezpieczeństwo: W obliczu rosnących zagrożeń cybernetycznych, nowe technologie z zakresu cyberbezpieczeństwa, takie jak SIEM, IDS/IPS czy UEBA, pomagają w ochronie przedsiębiorstw przed zagrożeniami,
- Robotyka: Coraz częściej stosowana w produkcji, pozwala na automatyzację procesów, zwiększenie wydajności i jakości oraz zmniejszenie kosztów produkcji,
- Biotechnologia: Odgrywa coraz większą rolę w produkcji żywności, farmaceutyków i kosmetyków. Nowe technologie, takie jak bioreaktory czy CRISPR, przyczyniają się do poprawy jakości produktów i skrócenia czasu produkcji (Nowakowska, 2023, s. 65-66).

Implementacja AI manifestuje się w różnorodnych sektorach gospodarki. Przykładowo, Amazon wykorzystuje AI do analizy zachowań zakupowych klientów, co pozwala na precyzyjne dostosowanie ofert i zwiększenie skuteczności marketingu. Podobnie, Netflix stosuje AI do analizy preferencji filmowych, oferując spersonalizowane rekomendacje i budując lojalność klientów (Przegalińska & Jemielniak, 2023, s. 37).

W Niemczech w 2022 roku przeprowadzono badanie wśród przedsiębiorców i zadano im pytanie o to, w jakich obszarach ich przedsiębiorstw AI jest stosowana lub będzie stosowana.

Wyniki badania pokazują, że sztuczna inteligencja jest już szeroko stosowana w różnych obszarach działalności firm w Niemczech, szczególnie w takich działach jak marketing (81% firm wdrożyło AI) i obsługa klienta (85%). W tych obszarach AI ma największy udział wśród firm, które już wdrożyły te technologie. Działy produkcyjne, księgowość oraz zakupów również wykazują wysoką adopcję AI (80%–81%). Z kolei najmniejszy poziom implementacji AI obserwuje się w działach prawnym i podatkowym (37%) oraz badania i rozwoju (40%). Działy te mają również największy odsetek firm, które jeszcze nie wdrożyły AI, co może wskazywać na większe wyzwania lub mniejsze możliwości zastosowania AI w tych dziedzinach.

Rysunek 4. Obszary w jakich firmy stosują lub zamierzają stosować AI (Niemcy, przedsiębiorcy)



Źródło: (In what areas of the company is AI used or would it be implemented?, Statista 2022).

Fundamentem zaawansowanych aplikacji AI są dane, w szczególności „big data” - masowe zbiory informacji charakteryzujące się znaczną objętością, wysoką dynamiką przetwarzania i heterogenicznością. AI uczy się podejmować decyzje na podstawie tych danych, odchodząc od sztywnych, z góry zdefiniowanych reguł. To właśnie dostęp do

odpowiednich, wysokiej jakości danych jest kluczowy dla przedsiębiorstw chcących skutecznie wdrożyć AI. Jakość danych treningowych ma krytyczne znaczenie dla efektywności AI, co obrazuje zasada „śmieci w, śmieci na zewnątrz”. Niska jakość danych wejściowych nieuchronnie prowadzi do niewiarygodnych wniosków generowanych przez AI. Problemy takie jak niekompletność danych, błędne wpisy czy zaszumione cechy wymagają ścisłej współpracy między naukowcami danych, a ekspertami dziedzinowymi w celu ich identyfikacji i rozwiązania. Skuteczne wdrożenie AI w przedsiębiorstwach wymaga nie tylko danych, ale także odpowiedniej infrastruktury obliczeniowej i zaawansowanych algorytmów. Ze względu na złożoność tych systemów i ogromne ilości przetwarzanych informacji, niezbędna jest potężna moc obliczeniowa. Wyzwanie to doprowadziło do powstania nowych modeli biznesowych (Google, Amazon czy Microsoft oferują infrastrukturę do uczenia maszynowego w chmurze). Rozwiązania te umożliwiają mniejszym przedsiębiorstwom dostęp do zaawansowanych zasobów AI, demokratyzując tym samym dostęp do tej technologii (Enholm i in., 2022, s. 1715-1718).

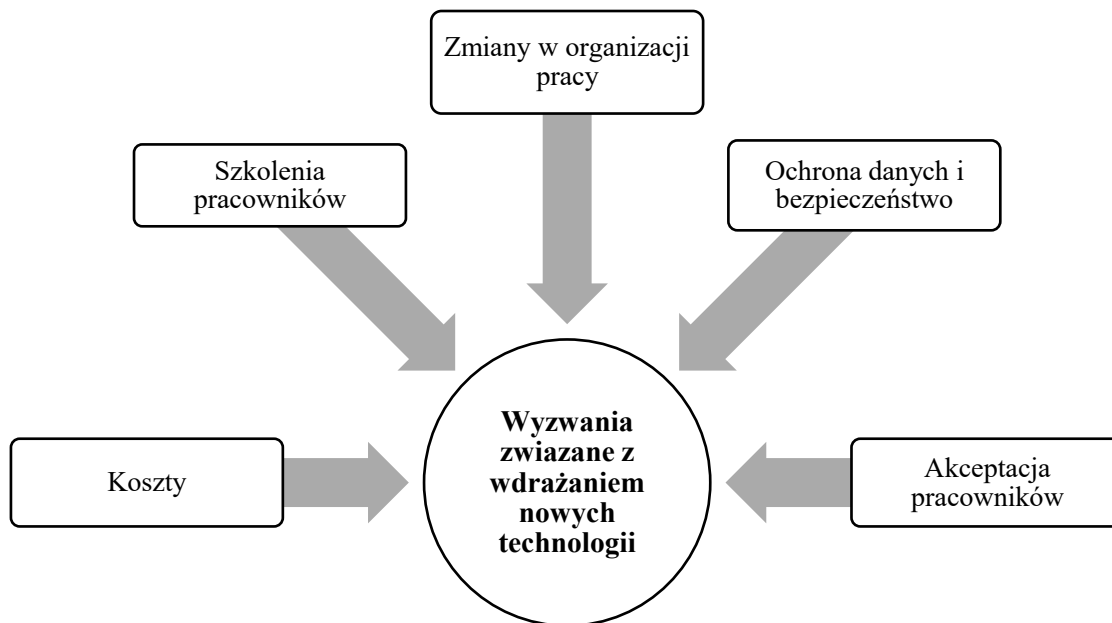
Presja konkurencyjna oraz rosnące oczekiwania konsumentów dotyczące personalizacji usług i produktów stanowią dodatkowe czynniki stymulujące stosowanie AI w biznesie. Przedsiębiorstwa oceniając swoją pozycję względem konkurentów, często postrzegają wdrożenie innowacyjnych technologii jako sposób na utrzymanie lub zdobycie przewagi rynkowej. Utrata konkurencyjności działa jak silny bodziec motywujący do przyjmowania innowacji IT, w tym rozwiązań opartych na AI. Jednocześnie, rosnące oczekiwania klientów dotyczące spersonalizowanych usług i produktów stanowią dodatkowy czynnik napędzający adopcję AI w biznesie. Firmy, chcąc sprostać tym oczekiwaniom, coraz częściej sięgają po zaawansowane technologie, aby utrzymać lojalność klientów i wyprzedzić konkurencję (Enholm i in., 2022, s. 1720). W rezultacie, sztuczna inteligencja rewolucjonizuje sposób funkcjonowania przedsiębiorstw, oferując szeroki wachlarz możliwości wykraczających poza tradycyjne zastosowania. Kluczowym aspektem tej rewolucji jest zdolność AI do tworzenia symbiozy człowiek-maszyna, która manifestuje się w trzech głównych obszarach: automatyzacji procesów, wspomaganie decyzji oraz zwiększaniu zaangażowania (Sestino & De Mauro, 2022, s. 302).

W sferze automatyzacji, AI umożliwia nie tylko optymalizację rutynowych zadań administracyjnych i finansowych, ale także automatyzację bardziej złożonych procesów poznawczych. Przykładem może być inteligentna automatyzacja w przemyśle produkcyjnym, gdzie AI jest wykorzystywana do budżetowania, planowania i zarządzania zapasami. Jednocześnie, w obszarze usług, AI wprowadza innowacyjne rozwiązania takie jak chatboty i

inteligentni asystenci konwersacyjni (np. Siri, Alexa), które nie tylko automatyzują komunikację z klientem, ale również otwierają nowe możliwości interakcji z urządzeniami, tworząc podwaliny pod koncepcję inteligentnego domu (Enholm i in., 2022, s. 1720-1721). W zakresie wspomagania decyzji, AI wykazuje znaczący potencjał w analizie złożonych zbiorów danych, które są zbyt skomplikowane dla ludzkiego umysłu. Ta zdolność do przetwarzania ogromnych ilości informacji z niespotykaną dotąd prędkością pozwala na identyfikację ukrytych wzorców i trendów, wspierając menedżerów w podejmowaniu bardziej świadomych decyzji (Sestino & De Mauro, 2022, s. 302). Co więcej, AI znajduje zastosowanie w analizie opinii, postaw i emocji związanych z produktami lub usługami, co jest szczególnie istotne w kontekście zarządzania reputacją i komunikacją marketingową (Enholm i in., 2022, s. 1720-1721). Jednym z najbardziej obiecujących obszarów zastosowania AI jest personalizacja i segmentacja klientów. AI umożliwia tworzenie precyzyjnych profili klientów na podstawie ich zachowań, preferencji i danych demograficznych (Przegalińska & Jemielniak, 2023, s. 37). Ta zdolność do głębokiej analizy i personalizacji nie tylko wspiera procesy marketingowe, ale również pozwala na tworzenie spersonalizowanych produktów i usług, które automatyzują codzienne zadania dla klientów. Warto również podkreślić, że zastosowania AI w biznesie nie ograniczają się do prostej automatyzacji czy wspomagania. AI tworzy nowe możliwości i modele biznesowe, transformując sposób, w jaki przedsiębiorstwa działają i wchodzą w interakcje z klientami. Od inteligentnych asystentów po systemy rozpoznawania twarzy w smartfonach, AI nieustannie poszerza granice możliwości technologicznych, jednocześnie stawiając przed przedsiębiorstwami nowe wyzwania w zakresie adaptacji i etycznego wykorzystania tych technologii (Enholm i in., 2022, s. 1720-1721).

Wdrażając nowe technologie, przedsiębiorstwa muszą zmierzyć się z różnymi wyzwaniami (rysunek 5).

Rysunek 5. Wyzwania związane z implementacją nowych technologii



Źródło: (Nowakowska, 2023, s. 66).

Wprowadzenie AI do przedsiębiorstw to nie tylko kwestia technologiczna, ale także głęboka transformacja kulturowa i strukturalna. Choć innowacyjne kultury są bardziej podatne na zmiany, AI może wywołać napięcia związane z przekształceniem ról i procesów. Szczególnie istotne są wyzwania związane ze strukturą organizacyjną. Sztywne struktury mogą hamować implementację AI, podczas gdy sama technologia może wymagać bardziej płaskich i elastycznych form funkcjonowania przedsiębiorstw. Jednocześnie, AI niesie ze sobą ogromny potencjał. Może przyspieszyć procesy uczenia się, poprawić jakość decyzji i zwiększyć efektywność. Jednakże, aby w pełni wykorzystać te możliwości, przedsiębiorstwa muszą zwrócić uwagę na potencjalne zagrożenia, takie jak uprzedzenia w algorytmach. Kluczem do sukcesu jest budowanie kultur, które są jednocześnie innowacyjne i odporne na zmiany, zdolne do adaptacji do dynamicznie zmieniającego się środowiska (Enholm i in., 2022, s. 1726-1727).

Interesujący obraz adaptacji SI w polskim sektorze małych i średnich przedsiębiorstw wyłania się z badania zleconego przez PKO Bank Polski. Badanie przeprowadzone w sierpniu 2023 roku na próbie 1005 małych i średnich firm zatrudniających do 9 pracowników, pokazuje zróżnicowany poziom adaptacji sztucznej inteligencji (SI) w różnych branżach. Wykazano, że 16% firm już korzysta z rozwiązań opartych na SI, przy czym największy odsetek odnotowano w branży usługowej (22%), a najmniejszy w budownictwie (9%). Sektor handlowy (15%) oraz produkcja (12%) plasują się pośrodku. Wśród najczęściej wykorzystywanych narzędzi są ogólne systemy i programy oraz komunikatory (20% firm), a ChatGPT jest używany przez

15%. Warto zauważyć, że wiele firm udzielało ogólnikowych odpowiedzi dotyczących stosowanych narzędzi, co może sugerować brak pełnej świadomości na temat wykorzystania SI. Aż 79% firm niekorzystających z SI nie planuje jej wdrożenia w przyszłości, a najbardziej sceptyczna jest branża budowlana (89%). Ta różnica w adaptacji może prowadzić do nierówności konkurencyjnych między branżami w przyszłości. Spośród firm rozważających wdrożenie SI, najwięcej planuje wykorzystać ją w komunikacji (18%), marketingu i e-commerce (15%) oraz w produkcji i usługach (11%), natomiast zaledwie 1% planuje zastosowanie SI w tworzeniu treści lub optymalizacji stron internetowych, co wskazuje na niedoceniecie potencjału SI w tych obszarach (Sztuczna inteligencja w małych firmach, 2024).

2.3. Sztuczna inteligencja, a optymalizacja procesów ekonomicznych w kontekście optymalizacji finansowej firm

Sztuczna inteligencja staje się kluczowym elementem strategii optymalizacji procesów ekonomicznych, szczególnie w kontekście optymalizacji finansowej przedsiębiorstw. Efektywne wykorzystanie AI przyczynia się do znaczącego zwiększenia rentowności poprzez usprawnienie procesów, optymalizację decyzji finansowych oraz lepsze zarządzanie kapitałem (Walicka & Czemieli-Grzybowska, 2023, s. 121). Co więcej, implementacja AI rewolucjonizuje tradycyjne metody pracy, umożliwiając automatyzację rutynowych zadań, optymalizację procesów oraz bardziej efektywne wykorzystanie danych do podejmowania decyzji. AI pomaga firmom w identyfikacji i eliminacji wąskich gardeł, przewidywaniu problemów oraz reagowaniu na zmieniające się warunki rynkowe w czasie rzeczywistym. Zaawansowane algorytmy uczenia maszynowego pozwalają systemom AI analizować ogromne ilości danych, dostarczając rekomendacji i prognoz, które wspierają menedżerów w podejmowaniu decyzji biznesowych.

W kontekście dynamicznego rozwoju przedsiębiorstw, optymalizacja procesów ekonomicznych stała się kluczowym nurtem zarówno w teorii, jak i w praktyce kierowania przedsiębiorstwami. Jego istotą jest koncentracja na systemie relacji wewnątrzorganizacyjnych, co umożliwia maksymalizację wartości przekazywanej otoczeniu poprzez optymalizację procesów wewnątrz firmy. Dzięki podejściu procesowemu przedsiębiorstwa mogą spojrzeć na swoje funkcjonowanie w sposób holistyczny, co sprzyja lepszemu zarządzaniu i rozwiązywaniu problemów wynikających z nieefektywności procesów (Bitkowska & Łukaszczyk-Walter, 2022, s. 6).

Optymalizacja procesów ekonomicznych obejmuje działania takie jak identyfikacja, modelowanie, automatyzacja, kontrola, pomiar oraz optymalizacja. Taki kompleksowy zestaw działań pozwala na budowanie systemów zarządzania opartych na procesach, które skutecznie łączą strategię przedsiębiorstw z oczekiwaniami klientów i interesariuszy (Bitkowska & Łukaszczyk-Walter, 2022, s. 6). Skupienie na dokumentacji, analizie i restrukturyzacji przepływów pracy dodatkowo wspiera rozwój efektywnych mechanizmów zarządzania, co jest kluczowe dla ciągłego doskonalenia przedsiębiorstw (Gadatsch, 2023, s. 1-2).

Historia optymalizacji procesów ekonomicznych, utożsamiana często z zarządzaniem procesowym, w Polsce sięga prac K. Adamieckiego oraz polskiej szkoły prakseologicznej, która zainicjowała pierwszą falę optymalizacji procesów w przedsiębiorstwach. Ta faza skupiała się na analizie i optymalizacji procesów produkcyjnych, co stanowiło fundament do późniejszych badań nad efektywnością działań organizacyjnych. W latach 80. XX wieku optymalizacja procesów ekonomicznych zyskała nowe perspektywy dzięki koncepcji łańcucha wartości Michaela Portera oraz metodzie *Business Process Reengineering* Michaela Hammera. Te podejścia zapoczątkowały drugą falę optymalizacji procesów gospodarczych, kładąc nacisk na radykalne zmiany organizacyjne mające na celu zwiększenie efektywności (Ćwiertnia, 2021, s. 51).

W kolejnych latach pojawiły się inne koncepcje procesowe, takie jak Total Quality Management, Kanban, Kaizen czy Toyota Production System, które wyznaczyły trzecią falę rozwoju optymalizacji procesów ekonomicznych. Wspólne dla tych metod było ciągłe doskonalenie procesów oraz dążenie do maksymalizacji satysfakcji klienta. Równocześnie integracja systemów informatycznych doprowadziła do jeszcze większej efektywności i elastyczności w działaniu przedsiębiorstw, umożliwiając im stałe doskonalenie i dostosowywanie się do zmieniających się warunków rynkowych.

Mimo wielu sukcesów wynikających z implementacji tych metod, jak skrócenie czasu wprowadzenia produktów na rynek przez ABB czy redukcja czasu realizacji zamówień przez Xerox, niektóre z tych podejść zaczęły tracić na znaczeniu. W dużej mierze wynikało to z niedoceny roli czynnika ludzkiego, co prowadziło do niepowodzeń w wielu przypadkach wdrożeń. Niemniej, wypracowane postawy wciąż kładą nacisk na niezawodność, efektywność i elastyczność w adaptacji do zmian technologicznych (Ćwiertnia, 2021, s. 52-53).

Niezależnie od problemów związanych z czynnikami ludzkimi, rozwój technologii informatycznych stał się kluczowym czynnikiem wspierającym dalsze doskonalenie procesów ekonomicznych. Na początku lat 90. XX wieku, wraz z szerokim rozpowszechnieniem się narzędzi informatycznych, takich jak komputery PC 286, system operacyjny DOS oraz arkusze

kalkulacyjne Lotus 1-2-3 i Excel, przedsiębiorstwa zyskały nowe możliwości analizy i optymalizacji swoich procesów. Te technologie umożliwiły szczegółową analizę działań oraz digitalizację zasobów, co przyspieszyło transformację optymalizacji procesów ekonomicznych (Ćwiertnia, 2021, s. 53)

Systematyczny przegląd teorii optymalizacji procesów ekonomicznych, uwzględniający kluczowe charakterystyki ewolucji jego rozwoju, przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Fazy rozwoju optymalizacji procesów ekonomicznych i technologii biznesowych

Faza	Lata	Istota	Biznes	Technologia	Narzędzia
I	70–80. XX w.	<ul style="list-style-type: none"> specjalizacja pracy produktywność zadań obniżka kosztów 	<ul style="list-style-type: none"> przedsiębiorstwa wielosektorowe organizacja według linii fuzje i wykupy 	<ul style="list-style-type: none"> skomputeryzowana automatyka zarządzanie systemami - MRP 	<ul style="list-style-type: none"> TOM - kontrola statystyczna procesu metody usprawnień procesu
II	90. XX w.	<ul style="list-style-type: none"> innowacje procesowe koncepcja „lepiej, szybciej, taniej” - biznes przez Internet 	<ul style="list-style-type: none"> płaskie struktury kompleksowe podejście do procesu operacyjna doskonałość 	<ul style="list-style-type: none"> architektura przedsiębiorstwa - ERP, CRM - zarządzanie łańcuchem dostaw 	<ul style="list-style-type: none"> rachunek kosztów działalności (ABC) <i>Six Sigma</i> przeprojektowanie procesów
III	Pierwsza dekada XXI w.	<ul style="list-style-type: none"> sprawność i adaptacyjność organizacyjna globalizacja 24/7 - stała transformacja 	<ul style="list-style-type: none"> organizacja networkowa hiper-konkurencyjność efektywność procesów 	<ul style="list-style-type: none"> integracja systemów IT systemy BPM narzędzia zarządzania efektywnością 	<ul style="list-style-type: none"> <i>balanced scorecard</i> <i>outsourcing / insourcing</i> narzędzia BPM
IV	Druga dekada XXI w.	<ul style="list-style-type: none"> digitalizacja danych zastępowanie pracy ludzkiej pracą robotów zarządzanie ryzykiem 	<ul style="list-style-type: none"> nowoczesne technologie w zarządzaniu orientacja na projektową 	<ul style="list-style-type: none"> systemy kognitywne roboty programowe cyberbezpieczeństwo i sztuczna inteligencja 	<ul style="list-style-type: none"> platformy robocze personalne asystenci <i>process mining</i>

Źródło: (Ćwiertnia, 2021, s. 54).

Jedną z głównych zalet podejścia procesowego jest możliwość uwzględnienia złożonych zależności przyczynowo-skutkowych w przedsiębiorstwach, co pozwala na pełne zrozumienie jego funkcjonowania. To z kolei umożliwia szybsze reagowanie na niepożądane zjawiska i procesy, co jest kluczowe w dążeniu do maksymalizacji wartości dodanej przy jednoczesnej minimalizacji nieefektywnych operacji. Takie podejście prowadzi do zwiększenia ogólnej efektywności przedsiębiorstw, tworząc bardziej elastyczne i wydajne struktury (Bitkowska & Łukaszczyk-Walter, 2022, s. 7).

Wdrażanie systemu optymalizacji procesów ekonomicznych to złożony proces, który wymaga zastosowania zarówno ilościowych, jak i jakościowych narzędzi (Kale, 2018, s. 190).

Proces ten obejmuje budowę spójnego systemu opartego na sprawdzonych w praktyce modelach i narzędziach, które są odpowiednio dostosowane do specyfiki danych przedsiębiorstw. Kluczowym elementem jest tu segmentacja procesów, uwzględniająca koszty ich realizacji i wpływ na ogólną efektywność przedsiębiorstw (Bitkowska & Łukaszcuk-Walter, 2022, s. 8). Warto podkreślić, że optymalizacja procesów ekonomicznych przyczynia się do przełamania organizacyjnej sztywności, w której funkcje lub jednostki często są od siebie odizolowane i realizują wykluczające się nawzajem zadania. Przełamanie tej sztywności sprzyja wzrostowi znaczenia postaw takich jak kreatywność, innowacyjność, otwartość i empatia w relacjach z klientami (Bitkowska & Łukaszcuk-Walter, 2022, s. 7). To natomiast wspiera bezpośrednią komunikację oraz współpracę wewnątrz przedsiębiorstw, co jest kluczowe dla poprawy zwinności i elastyczności biznesu. Oddzielenie logiki procesów ekonomicznych od pozostałych elementów działalności pozwala na zwiększenie produktywności, obniżenie kosztów operacyjnych oraz poprawę zdolności przedsiębiorstw do szybkiego reagowania na zmieniające się warunki rynkowe. Dzięki temu przedsiębiorstwa, które skutecznie wdrażają optymalizację procesów ekonomicznych, zyskują przewagę konkurencyjną (Kale, 2018, s. 190).

Proces implementacji procesów biznesowych składa się z kilku etapów, zaczynając od przygotowania i planowania projektu, poprzez analizę i identyfikację deficytów, aż po wdrożenie i ocenę procesu. Taki systematyczny i uporządkowany sposób podejścia umożliwia bieżący nadzór nad powiązaniem między realizowanymi procesami. To prowadzi do stworzenia kompleksowego systemu optymalizacji procesów ekonomicznych, który nie tylko usprawnia funkcjonowanie przedsiębiorstw, ale także umożliwia ciągłe doskonalenie i adaptację do zmieniających się warunków otoczenia (Bitkowska & Łukaszcuk-Walter, 2022, s. 5).

Tabela 5. Zasady tworzenia systemu optymalizacji procesów ekonomicznych

Zasady budowy systemu	- zidentyfikowano wszystkie procesy oraz stworzono hierarchię procesów
	- określono wartość dodaną dla klientów
	- właściciele opisują procesy
	- procesy są dokumentowane, aktualizowane, przechowywane i udostępniane
	- zidentyfikowano interesariuszy
	- wszystkie procesy zostały zmierzone
	- oszacowano czas realizacji najważniejszych produktów (usług)
	- oszacowano potrzebne zasoby do realizacji wszystkich procesów
	- oszacowano efektywność pracy zespołów
	- określono mierniki wszystkich procesów

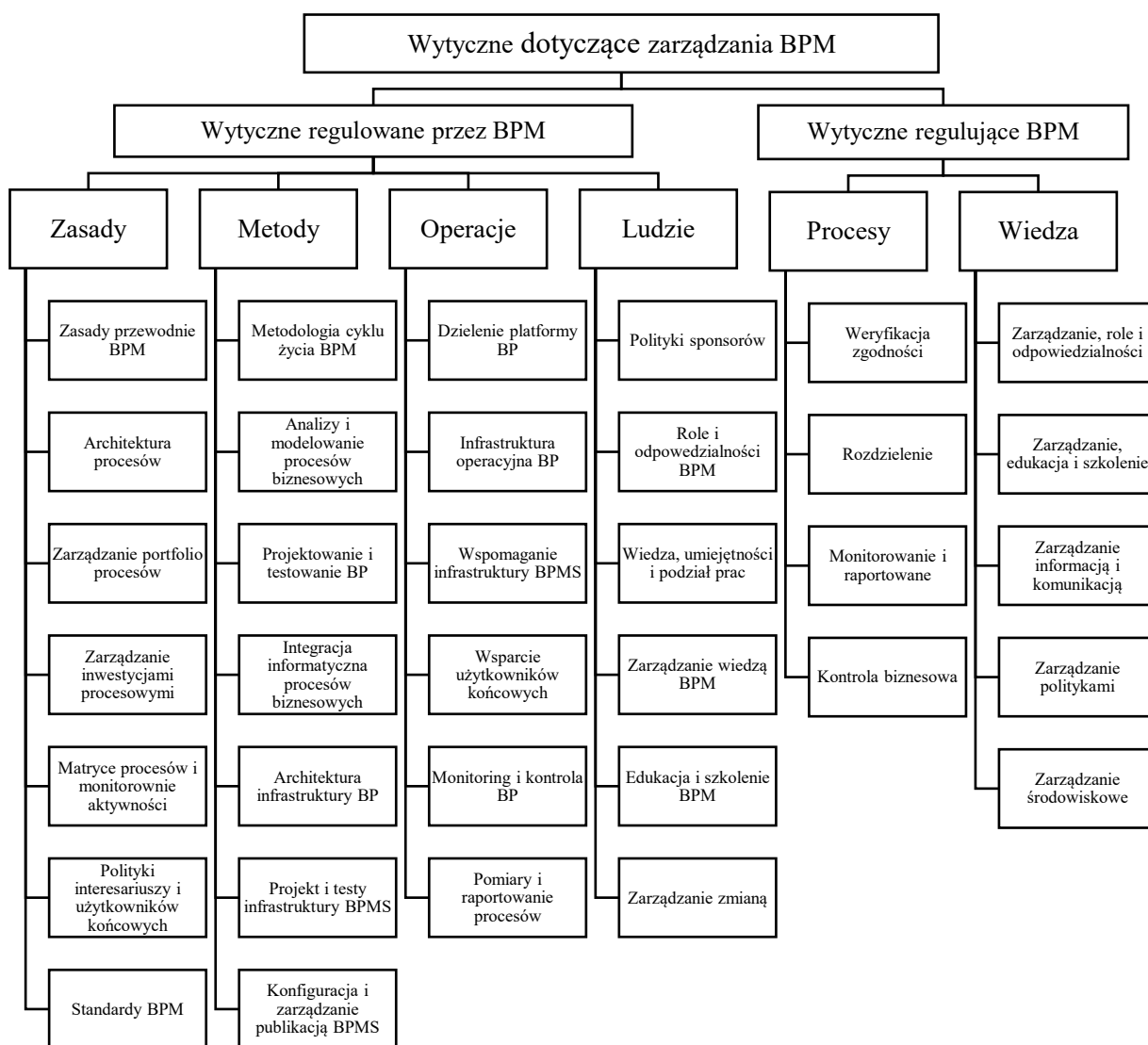
- procesy doskonalone są w sposób ciągły
- stosuje się metody (narzędzia) do optymalizacji procesów
- właściciele rekomendują zmiany doskonalące procesy oraz koordynują prace związane z ich wdrożeniem w życie
- wszyscy pracownicy mają dostęp do aktualnych opisów procesów
- wdraża się w życie zmiany procesów
- mierzy się efekty wprowadzonych zmian
- wprowadzane zmiany mają być głównym celem przedsiębiorstw
- określono jakie zmiany wywołują aktywności kierownictwa urzędu
- kierownictwo urzędu otrzymuje od właścicieli procesów rekomendacje zmian
- właściciele procesów przedstawiają plan wdrożenia
- komitet sterujący podejmuje decyzje o wprowadzeniu zmian na określonych priorytetów
- kierownictwo urzędu podejmuje decyzje o zmianach procesów i określa ich priorytety
- dokonuje się systematycznego przeglądu wszystkich procesów
- pracownicy mają wpływ na doskonalenie procesów

Zródło: (Bitkowska & Łukaszcuk-Walter, 2022, s. 10).

Budowa i optymalizacja systemu optymalizacji procesów w przedsiębiorstwach wymaga systematycznego i kompleksowego podejścia, które obejmuje kilka kluczowych etapów, wzajemnie się uzupełniających i tworzących spójną całość. Pierwszym krokiem jest identyfikacja i optymalizacja map procesów w oparciu o cele strategiczne przedsiębiorstw. Ważnym elementem tego etapu jest uwzględnienie zarówno procesów jednostkowych, jak i grupowych realizowanych przez pracowników, co pozwala na pełniejsze zrozumienie ich wzajemnych zależności. Kluczowe dla sukcesu tego etapu jest również efektywne komunikowanie celów strategicznych i uzyskanie akceptacji zaplanowanych działań wśród osób zatrudnionych w przedsiębiorstwach. To zapewnia lepsze zrozumienie strategii oraz zaangażowanie w jej realizację.

Kolejnym, istotnym aspektem budowy systemu optymalizacji procesów ekonomicznych jest zdefiniowanie oraz potwierdzenie wiedzy, umiejętności i kompetencji osób zatrudnionych w przedsiębiorstwach, które są niezbędne do realizacji wyznaczonych celów. Takie podejście umożliwia lepsze dopasowanie zasobów ludzkich do potrzeb przedsiębiorstw, co przekłada się na zwiększenie efektywności działań. Wraz z tym krokiem ważne jest przeprowadzenie wartościowania podjętych działań, które umożliwia bieżące monitorowanie rezultatów oraz wprowadzenie ewentualnych korekt w trakcie realizacji. Proces ten powinien uwzględniać zarówno normy prawne, jak i standardy etyczne, co wzmacnia transparentność i odpowiedzialność przedsiębiorstw (Bitkowska & Łukaszcuk-Walter, 2022, s. 8).

Rysunek 6. Wytyczne dotyczące budowy systemu optymalizacji procesów biznesowych



BP – Business Process

BPM – Business Process Management

BPMS – Business Process Management System

Źródło: (Bitkowska & Łukaszczyk-Walter, 2022, s. 8).

Ewolucja doświadczenia liderów w przedsiębiorstwach umożliwia systematyzację procesu optymalizacji w następujących etapach:

- Identyfikacja obszarów do usprawnienia - to kluczowy krok, który polega na dokładnej analizie procesów w przedsiębiorstwach w celu wykrycia potencjalnych nieprawidłowości, opóźnień czy nadmiarowych działań. Wykorzystuje się tu różnorodne techniki, takie jak mapowanie procesów, analiza danych czy wywiady z pracownikami,
- Analiza efektywności obecnych procesów - na tym etapie ocenia się bieżącą wydajność procesów, wykorzystując zdefiniowane wskaźniki, takie jak koszty, jakość, czas

realizacji czy satysfakcja klienta. Pozwala to zrozumieć, gdzie konkretnie występują problemy i jakie są ich przyczyny. Istotne jest też porównanie procesów z najlepszymi praktykami w branży,

- Implementacja i wdrożenie zmian - to etap, w którym tworzy się szczegółowy plan działania, obejmujący konkretny harmonogram, przydzielenie odpowiedzialności i zasobów. Może on obejmować dostosowanie procedur, reorganizację zespołów czy wdrożenie nowych narzędzi i technologii. Kluczowe jest uzyskanie wysokiego zaangażowania zespołu,
- Monitorowanie i doskonalenie - ostatni, ale ciągły etap, polegający na regularnym śledzeniu efektów wprowadzonych zmian i ich dalszym doskonaleniu. Optymalizacja jest procesem ciągłym, wymagającym stałego dostosowywania do zmieniających się warunków konkurencyjnych (Janik, Drobina, & Drobina, 2022, s. 126-127).

Efektywna implementacja systemu optymalizacji procesów ekonomicznych wymaga zaangażowania na wszystkich szczeblach przedsiębiorstw, od kadry kierowniczej po pracowników operacyjnych. Kluczowa jest również elastyczność oraz gotowość do ciągłego uczenia się i adaptacji do ewoluujących warunków rynkowych.

Nowoczesna optymalizacja procesów biznesowych, wspierana przez sztuczną inteligencję (AI), obejmuje szeroki zakres obszarów, od analizy rynku, poprzez optymalizację procesów wewnętrznych, aż po tworzenie innowacyjnych produktów i usług. W kontekście finansowym, AI dostarcza narzędzi do precyzyjnego prognozowania i analizy danych, co ma kluczowe znaczenie dla podejmowania trafnych decyzji inwestycyjnych i operacyjnych. Dzięki wykorzystaniu zaawansowanych technologii, przedsiębiorstwa mogą lepiej reagować na dynamicznie zmieniające się otoczenie oraz wykorzystywać nadarżające się możliwości do zdobycia przewagi konkurencyjnej (Przegalińska & Jemielniak, 2023, s. 38).

W sektorze przemysłowym, systemy monitorujące pracę maszyn, wykorzystujące zaawansowane algorytmy AI, umożliwiają:

- Wykrywanie wczesnych oznak potencjalnych awarii, co minimalizuje koszty nieplanowanych przestojów,
- Optymalizację harmonogramów konserwacji, redukując wydatki na zbędne przeglądy,
- Automatyzację procesów kontroli jakości, zmniejszając koszty związane z wadliwymi produktami (Korbiel i in., 2023, s. 140-141).

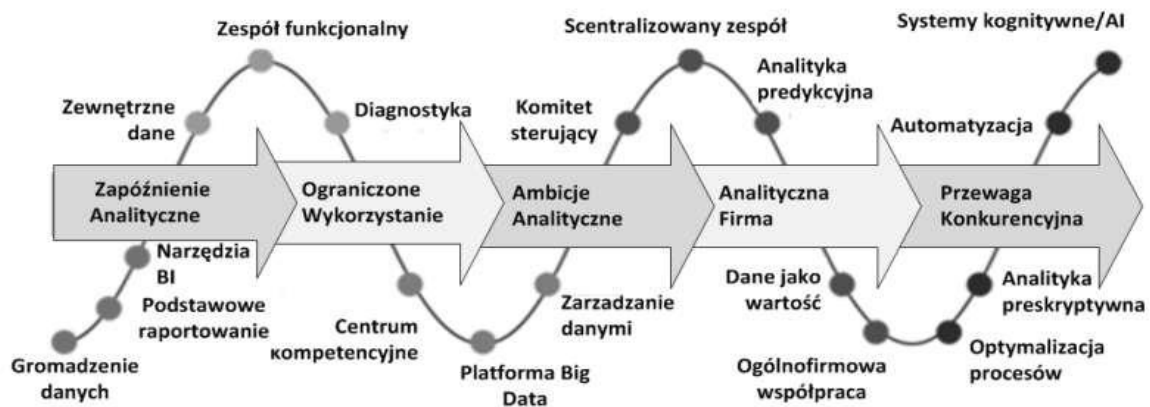
W szerszym kontekście biznesowym, praktyczne aplikacje AI koncentrują się na zwiększeniu efektywności poprzez automatyzację powtarzalnych zadań. Kluczowe obszary zastosowań obejmują:

- Analiza przyczyn źródłowych problemów, takich jak braki zasobów czy opóźnienia dostaw, bazująca na kompleksowej analizie danych,
- Identyfikacja nietypowych zjawisk w łańcuchu dostaw, w tym nieprawidłowości w wyprzedażach czy błędów w danych,
- Prognozowanie obejmujące nie tylko popyt, ale również cykl życia produktów i wprowadzanie nowości,
- Optymalizacja planowania zaopatrzenia, zastępująca intuicyjne decyzje zautomatyzowanymi procesami opartymi na danych,
- Automatyzacja procesów czyszczenia i zarządzania danymi podstawowymi,
- Usprawnienie planowania produkcji poprzez wykorzystanie danych z czujników, umożliwiające dynamiczne dostosowywanie procesów,
- Analiza i kodyfikacja zachowań klientów, pozwalająca na budowanie kompleksowej wiedzy o wzorcach zakupowych i preferencjach,
- Udoskonalenie planowania popytu dzięki zaawansowanym algorytmom uczenia maszynowego, identyfikującym kluczowe czynniki napędzające sprzedaż,
- Wykorzystanie analityki predykcyjnej w planowaniu dostaw i produkcji, umożliwiające wczesne wykrywanie potencjalnych problemów i wdrażanie działań zapobiegawczych,
- Inteligentne zarządzanie zapasami, obejmujące wykrywanie anomalii w danych, automatyzację procesów inwentaryzacyjnych i przewidywanie trendów sprzedażowych,
- Analiza przyczyn źródłowych (RCA) w operacjach łańcucha dostaw, umożliwiająca głębsze zrozumienie i optymalizację procesów od zamówień po dostawy,
- Zaawansowana segmentacja z wykorzystaniem uczenia bez nadzoru, pozwalająca na odkrywanie nieoczywistych wzorców w dużych zbiorach danych, co znajduje zastosowanie m.in. w zarządzaniu relacjami z dostawcami (Maternowska, 2019, s. 65-66).

Implementacja wymienionych technologii umożliwia optymalizację procesów finansowych przedsiębiorstw. Od planowania strategicznego po codzienne operacje, te technologie pozwalają na optymalizację kosztów, poprawę wydajności i precyzyjne zarządzanie zasobami. Co więcej, AI i uczenie maszynowe nie tylko doskonalą istniejące

procesy, ale również identyfikują nowe możliwości i wzorce, które mogą prowadzić do innowacyjnych rozwiązań. Te innowacje pomagają przedsiębiorstwom osiągnąć znaczącą przewagę konkurencyjną, co jest kluczowe w dynamicznie zmieniających się warunkach rynkowych.

Rysunek 7. Etapy rozwoju analityki biznesowej wspieranej sztuczną inteligencją



Źródło: (Maternowska, 2019, s. 67).

W procesach produkcyjnych, do analizy i zrozumienia struktury oraz relacji w zbiorach danych wykorzystywane są techniki uczenia maszynowego. Można wyróżnić trzy główne podejścia:

- Nadzorowany algorytm uczenia się, który bazuje na oznaczonych danych i jest stosowany do określania relacji między danymi wejściowymi, a znanymi wynikami,
- Niewymagający nadzoru algorytm uczenia się, używany do analizy nieoznaczonych danych, pozwalający na odkrywanie ukrytych relacji i wzorców,
- Algorytm intensywnego uczenia się (głębokie sieci neuronowe), który naśladuje nieliniowe połączenia neuronów w ludzkim mózgu, umożliwiając rozpoznawanie złożonych wzorców i optymalizację decyzji (Maternowska, 2019, s. 68-69).

Tabela 6. Wykorzystanie sztucznej inteligencji w procesach planowania w przedsiębiorstwach

		Uczenie maszynowe		
		Uczenie bez nadzoru	Uczenie nadzorowane	Uczenie intensywne
Planowanie	Planowanie zapotrzebowania	✓	✓	✓
	Planowanie dostaw	✓	✓	✓
	Planowanie produkcji		✓	
	Planowanie wdrożenia	✓	✓	

Operacyjny plan sprzedaży i produkcji	✓	✓	✓
---------------------------------------	---	---	---

Zródło: (Maternowska, 2019, s. 69).

Kontynuując analizę wdrażania AI w optymalizacji procesów ekonomicznych, kluczowe jest uwzględnienie szerszego kontekstu organizacyjnego. Aby skutecznie zintegrować AI, przedsiębiorstwa muszą dostosować swoją kulturę organizacyjną, co obejmuje wykorzystanie mobilnych aplikacji i platform komunikacyjnych wspierających dynamiczną wymianę wiedzy i informacji. Integracja AI z systemami big data oraz IoT (Internetem Rzeczy) umożliwia bardziej kompleksowe podejście do optymalizacji procesów, zapewniając lepszą synchronizację działań i usprawnienie operacji w całych przedsiębiorstwach. Takie połączenie technologii pozwala na efektywniejsze zarządzanie zasobami, szybsze podejmowanie decyzji oraz lepszą adaptację do dynamicznie zmieniających się warunków rynkowych.

- Efektywna implementacja sztucznej inteligencji (AI) w optymalizacji procesów ekonomicznych niesie ze sobą wiele korzyści, ale również wyzwania, które przedsiębiorstwa muszą brać pod uwagę. Kluczowym aspektem są znaczące inwestycje w infrastrukturę IT, które są konieczne, aby zapewnić prawidłowe funkcjonowanie systemów AI. Z kolei, aby maksymalnie wykorzystać te technologie, niezbędne jest przeszkolenie pracowników, tak aby mogli efektywnie z nich korzystać. Reorganizacja procesów ekonomicznych oraz struktury organizacyjnej może być nieunikniona, co wymaga od firm dużej elastyczności i umiejętności adaptacji do nowych realiów. Dodatkowo, zarządzanie ryzykiem związanym z bezpieczeństwem danych oraz potencjalnymi błędami systemów AI staje się kluczowym elementem, ponieważ każda nieprawidłowość może wpłynąć na efektywność i wiarygodność całego systemu (Nowakowska, 2023, s. 72).

Przykładem skutecznej implementacji AI w produkcji jest firma Tesla, która dzięki tej technologii znacząco zwiększyła efektywność i obniżyła koszty operacyjne. AI odgrywa także kluczową rolę w zarządzaniu zmianą, analizując dane i przewidując potencjalne skutki różnych decyzji strategicznych, co pozwala firmom lepiej dostosowywać się do zmieniających się warunków rynkowych (Przegalińska & Jemielniak, 2023, s. 38).

W obszarze łańcucha dostaw, który bezpośrednio wpływa na finanse firmy, AI znajduje zastosowanie w prognozowaniu i analizie danych. Zaawansowane algorytmy uczenia maszynowego umożliwiają skuteczniejsze zarządzanie popytem i zapasami, co prowadzi do optymalizacji kosztów magazynowania i logistyki (Pawlicka & Bal, 2021, s. 29).

Implementacja AI w procesach produkcyjnych generuje wymierne korzyści finansowe:

- Automatyzacja i robotyzacja zwiększają precyzję i efektywność, redukując koszty związane z błędami i przestojami,
- Internet Rzeczy (IoT) umożliwia zbieranie i analizę danych w czasie rzeczywistym, co pozwala na szybką identyfikację i eliminację nieefektywności,
- Systemy AI analizują dane produkcyjne, umożliwiając optymalizację procesów i redukcję kosztów operacyjnych (Korbiel i in., 2023, s. 144-145).

W kontekście zarządzania finansami, AI oferuje narzędzia do zaawansowanej analizy big data, umożliwiając:

- Dokładniejsze prognozowanie trendów rynkowych i zachowań konsumentów,
- Optymalizację strategii cenowych i zarządzania promocjami,
- Automatyzację procesów księgowych i raportowania finansowego, redukując koszty administracyjne (Nowakowska, 2023, s. 71).

Podsumowując, sztuczna inteligencja staje się kluczowym elementem nowoczesnej optymalizacji procesów ekonomicznych, szczególnie w kontekście optymalizacji finansowej firm. Oferuje narzędzia do precyzyjnej analizy danych, automatyzacji procesów oraz podejmowania trafnych decyzji biznesowych. Aby jednak w pełni wykorzystać potencjał AI, przedsiębiorstwa muszą podejść do jej wdrożenia w sposób strategiczny, uwzględniając zarówno aspekty technologiczne, jak i organizacyjne. Firmy, które skutecznie implementują AI, zyskują znaczącą przewagę konkurencyjną, osiągając wyższą efektywność operacyjną i lepsze wyniki finansowe.

2.4 Zalety i wyzwania wdrażania AI w funkcjonowaniu przedsiębiorstw

Rozwój sztucznej inteligencji (AI), obejmujący takie obszary jak algorytmy uczenia maszynowego oraz przetwarzanie i analizę danych wielkoskalowych (big data), otwiera nowe możliwości zastosowania AI w różnych aspektach funkcjonowania firm, w tym w optymalizacji procesów (Symela & Stępnikowski, 2021, s. 58). Niemniej jednak wraz z rosnącą popularnością AI, nasila się zjawisko „szumu” wokół tej technologii, co rodzi obawy o realne jej zastosowanie. Wiele firm deklaruje wykorzystanie AI, choć w praktyce ich związek z tą technologią bywa marginalny, co w konsekwencji prowadzi do trudności w ocenie rzeczywistej wartości AI w kontekście biznesowym oraz podejmowania decyzji dotyczących jej wdrożenia.

W nawiązaniu do wspomnianych trudności, rozważenie zalet i wyzwań związanych z wdrażaniem AI w kierowaniu przedsiębiorstwem wskazuje na konieczność analizy trzech głównych obszarów zastosowań tej technologii. Należą do nich:

- Zdolności przedsiębiorstwa do efektywnego wdrażania i wykorzystywania narzędzi AI,
- Podejście teoretyczne i rozwój AI jako dyscypliny naukowej,
- Technologie wspierające implementację rozwiązań AI (Enholm i in., 2022, s. 1711-1712).

Takie rozróżnienie pozwala lepiej zrozumieć, jak AI może zostać efektywnie wdrożona w strukturę przedsiębiorstwa, podkreślając, że sukces wdrożenia nie zależy wyłącznie od technologii, ale także od zdolności organizacyjnych.

W związku z tym, wyzwaniem dla menedżerów jest nie tylko zrozumienie tych obszarów, ale również umiejętne wykorzystanie ich do usprawnienia procesów organizacyjnych. Jednocześnie muszą oni unikać pułapki przeszacowania możliwości AI lub jej niewłaściwego zastosowania, co może prowadzić do rozczarowania i nieoptymalnych wyników.

Sztuczna inteligencja oferuje szereg korzyści w kierowaniu przedsiębiorstwem, jednocześnie wywołuje nowe wyzwania. Uczenie maszynowe i algorytmy AI są obecnie wykorzystywane do identyfikacji strategicznych grup biznesowych oraz analizy migracji firm między tymi grupami. AI przekształca procesy strategiczne, umożliwiając nowoczesną analizę danych, generowanie innowacyjnych pomysłów i planów, oraz identyfikację wzorców do przewidywania wyników decyzji. Głębokie uczenie jako zaawansowana forma AI, pozwala na interpretację złożonych danych poprzez wielowarstwowe struktury obliczeniowe. Ta technologia wspomaga analizę i interpretację skomplikowanych zależności w danych biznesowych (Joshi i in., 2022, s. 271).

Implementacja AI w przedsiębiorstwie może wymagać od zarządzających redefinicji całego procesu innowacji, uwzględniając dynamiczne tempo postępu technologicznego i transformacje organizacyjne (Joshi i in., 2022, s. 272). AI znajduje zastosowanie w różnorodnych obszarach zarządzania, takich jak marketing, zarządzanie produkcją, zarządzanie przedsiębiorstwem i obsługa klienta. Można wyróżnić dwie główne kategorie zastosowań AI w przedsiębiorstwie:

- Automatyzacja - zastępowanie pracy człowieka,
- Wspomaganie - polepszanie ludzkiej inteligencji i wspieranie procesów decyzyjnych (Enholm i in., 2022, s. 1721).

W efekcie, wykorzystanie AI może prowadzić do reengineeringu procesów ekonomicznych, stając się katalizatorem reorganizacji i strukturalnych transformacji w przedsiębiorstwie. Tego typu zmiany, choć mogą poprawić efektywność, wpływają także na

alokację zasobów ludzkich, co w perspektywie długoterminowej może wymagać od przedsiębiorstwa redefinicji ich struktury organizacyjnej (Enholm i in., 2022, s. 1722).

Rysunek 8. Wpływ sztucznej inteligencji na strukturę organizacyjną i wartość biznesową



Źródło: (Enholm i in., 2022, s. 1726).

Implementacja sztucznej inteligencji w kierowaniu przedsiębiorstwem wywołuje wyzwania, które menedżerowie muszą umiejętnie rozwiązywać. Jedną z zalet AI jest automatyzacja procesów, która nie tylko zmniejsza obciążenie pracowników, ale także zwiększa efektywność operacyjną. Z drugiej strony automatyzacja wiąże się z ryzykiem wystąpienia uprzedzeń w modelach AI (algorytmy mogą podejmować decyzje w sposób stronniczy lub niesprawiedliwy), co stawia przed przedsiębiorstwem wyzwanie zapewnienia, że nowe struktury decyzyjne faktycznie prowadzą do ulepszeń. W miarę jak AI staje się kluczowym elementem tworzenia wartości biznesowej i uzyskiwania przewagi konkurencyjnej, pojawia się problem, że wiele inicjatyw związanych z jej wdrożeniem nie przynosi oczekiwanych rezultatów, co często wynika z braku spójnego zrozumienia, jak te technologie mogą faktycznie tworzyć wartość biznesową (Enholm i in., 2022, s. 1730).

To zrozumienie jest kluczowe, ponieważ wdrażanie AI w kierowaniu przedsiębiorstwami, pomimo swojego ogromnego potencjału, niesie ze sobą szereg wyzwań i zagrożeń. Postęp technologiczny w zakresie przetwarzania danych i technologii informacyjno-komunikacyjnych znacząco zmienił funkcjonowanie współczesnych rynków, jednocześnie przynosząc wiele korzyści, ale też stawiając przed firmami nowe, bardziej złożone wyzwania. W wyniku tych przemian firmy muszą radzić sobie z rosnącą złożonością operacyjną, w której AI może zarówno pomagać, jak i stawiać przed nimi nowe bariery (Rutkowska-Tomaszewska, 2021, s. 6).

Przykładem efektywnego wykorzystania AI w przedsiębiorstwach jest implementacja sztucznej inteligencji w strategii omnichannel, która pozwala na precyzyjne prognozowanie trendów, optymalizację operacji logistycznych oraz synchronizację cen i personalizację ofert promocyjnych. Systemy AI, które potrafią przewidywać potrzeby klientów z dużą dokładnością, są w stanie dostarczać produkty jeszcze przed formalnym złożeniem zamówienia, co jest przykładem na to, jak AI może przekształcić procesy sprzedażowe i zaopatrzeniowe. W związku z tym, prawidłowa implementacja AI może przynieść trwałą przewagę konkurencyjną, na przykład poprzez precyzyjne prognozowanie popytu, redukcję kosztów operacyjnych w łańcuchu dostaw, zwiększenie innowacyjności w zakresie robotyki i automatyzacji magazynowej, a także wzrost sprzedaży i marży (Pawlicka & Bal, 2021, s. 31). Z tego wynika, że wdrożenie AI w przedsiębiorstwach nie tylko usprawnia bieżące procesy, ale także umożliwia lepsze zarządzanie zaopatrzeniem i kontrolę kosztów. AI staje się katalizatorem innowacji, a jej zastosowanie w robotyce, prognozowaniu trendów i automatyzacji może znacząco zwiększyć efektywność operacyjną i innowacyjność firmy (tabela 7) (Rafało, 2021, s. 84).

Tabela 7. Przykłady zagrożeń wynikających z manipulacji uczeniem maszynowym w biznesowych zastosowaniach AI

Biznesowe zastosowanie AI	Przykłady zagrożeń
Identyfikacja nadużyć	Manipulowanie danymi, aby ukryć nielegalną działalność, związaną przykładowo z nadużyciami finansowymi lub praniem brudnych pieniędzy. Generowanie fałszywych danych w tym przypadku może doprowadzić do zatwierdzenia podejrzanych transakcji lub uniknięcia wykrycia fraudu.
Bezpieczeństwo danych	Ukrywanie faktu kradzieży danych z systemów informatycznych. Systemy identyfikacji zagrożeń mogą wykrywać działania przestępcze, które odbiegają od normy, ale fałszowanie danych może sprawić, że wykrycie anomalii będzie niemożliwe lub znacznie opóźnione.
Zarządzanie portfelem inwestycyjnym	Wprowadzenie w błąd systemów realizujących automatyczne transakcje na rynku finansowym. Generowanie błędnych lub fałszywych danych, na podstawie których podejmowane są decyzje inwestycyjne. Gdy dane te zostaną wykorzystane przez systemy zarządzające portfelami inwestycyjnymi, mogą prowadzić do strat finansowych.
Symulacje finansowe	Wprowadzenie fałszywych danych transakcyjnych do wstępnego zbioru danych, aby wprowadzać w błąd systemy symulacyjne. Tego typu działania mogą wpłynąć na wyniki prognoz finansowych, co z kolei może doprowadzić do błędnych decyzji inwestycyjnych lub zarządczych.

Zarządzanie kredytem i ryzykiem kredytowym	Fałszywe dane w systemach oceny ryzyka mogą prowadzić do błędnej oceny kredytobiorców i przyznawania nieodpowiednich kredytów. Taki system może błędnie ocenić zdolność kredytową, co prowadzi do przyznawania zbyt dużych lub zbyt małych kwot kredytu dla klientów, a w skrajnych przypadkach może spowodować niewypłacalność kredytobiorcy
--	---

Źródło: (Rafało, 2021, s. 84).

Kluczowym problemem wynikającym z postępu technologicznego w obszarze AI jest kwestia bezpieczeństwa i prywatności danych, która nabiera szczególnego znaczenia w kontekście rosnącej ilości przetwarzanych informacji. W miarę jak sztuczna inteligencja staje się bardziej powszechna, zwiększa się również ryzyko cyberataków, co czyni systemy bardziej podatnymi na zagrożenia. Paradoksalnie, automatyzacja procesów, choć zwiększa efektywność, może prowadzić do tworzenia nowych luk w zabezpieczeniach, które przyciągają uwagę cyberprzestępców. To sprawia, że konieczne jest ciągłe doskonalenie systemów ochrony, zwłaszcza w sektorze finansowym, gdzie stabilność całego sektora zależy w dużej mierze od niezawodnego cyberbezpieczeństwa (Enholm i in., 2022, s. 1709).

Mimo rosnącego uznania AI za strategiczną szansę dla rozwoju firm, wiele z nich ma trudności z pełnym wykorzystaniem potencjału AI. Wynika to głównie z kompleksowości wdrożeń, które wymagają zaawansowanej wiedzy technicznej oraz umiejętności integracji AI z już istniejącymi procesami ekonomicznymi (Enholm i in., 2022, s. 1709). Proces ten obejmuje nie tylko techniczne aspekty, ale także wymaga połączenia wiedzy z różnych dziedzin, efektywnego zarządzania danymi oraz dostosowania kultury organizacyjnej do nowych technologii. Z tego powodu, dla wielu firm wyzwaniem staje się nie tylko wdrożenie technologii, ale również zarządzanie zmianą organizacyjną, co jest kluczowe dla sukcesu. To z kolei wymaga przemyślanego podejścia do zarządzania zasobami ludzkimi i rozwoju kompetencji pracowników (Walusiak-Skorupa i in., 2023, s. 230) (tabela 8).

Tabela 8. Korzyści, wyzwania i zagrożenia związane z pracą w środowisku wspieranym sztuczną inteligencją

Czynnik	Korzyści związane z pracą	Wyzwania i zagrożenia związane z pracą
Fizyczny	<ul style="list-style-type: none"> zmniejszenie obciążenia pracą fizyczną i poprawa zdrowia fizycznego pracowników 	<ul style="list-style-type: none"> intensyfikacja pracy – praca bez mini-przerw, skrócenie czasu potrzebnego na wykonanie niektórych procedur, zmuszanie pracowników do pracy w szybkim tempie szczytkowe

		<p>zagrożenia fizyczne i środowiskowe,</p> <ul style="list-style-type: none"> • większa liczba powtarzalnych ruchów, nieergonomiczna, нефizjologiczna pozycja z powodu pośpiechu, mniejsza uwaga poświęcana ciału i pozycji pracownika.
Psychospołeczny	<ul style="list-style-type: none"> • poprawa obciążenia poznawczego (pracą) i zdrowia lub poprawa tych czynników, • integracja w miejscu pracy – miejsca pracy bardziej dostępne dla pracowników o różnych potrzebach, • dobrostan, • ograniczenie czasu spędzanego przed ekranem (automatyzacja zadań poznawczych), • interakcje społeczne (w przypadku, gdy systemy wspierają pracowników w zadaniach wykonywanych przez nich wcześniej samodzielnie). 	<ul style="list-style-type: none"> • utrata kontroli nad pracą i autonomii związana z wysokim poziomem stresu, co prowadzi do niższej produktywności, słabych wyników i zwiększonego poziomu absencji chorobowej, • dehumanizacja pracowników, zmuszanie ich do zachowywania się jak maszyny – zmniejszenie zdolności poznawczych i intelektualnych, spadek kreatywnego myślenia, utrata autonomii, brak niezależności myślenia, • strach przed technologią, negatywne nastawienie do technologii, • technostres, • potrzeba wysoko wykwalifikowanego i wyspecjalizowanego personelu do wdrożenia i utrzymania systemów, wykluczenie pracowników niewykwalifikowanych, • utrata wsparcia ze strony menedżerów/przełożonych, gdy systemy AI zastępują ludzi.
Organizacyjny	<ul style="list-style-type: none"> • zwiększona różnorodność zadań lub zmniejszenie monotonii w miejscach pracy, • podnoszenie kwalifikacji pracowników – podwyższanie kompetencji oraz przekwalifikowanie się, • kontrola pracy. 	<ul style="list-style-type: none"> • dyskryminacja pracownika, ponieważ inwazyjne monitorowanie może wiązać się z gromadzeniem prywatnych i wrażliwych danych, • automatyzacja – określone umiejętności stają się zbędne, nie są już rozwijane, • nieprzewidywalność, • konsolidacja zadań, • zmniejszona kompletność zadań.

Źródło: (Walusiak-Skorupa i in., 2023, s. 231).

Badania nad AI i jej wartością biznesową wskazują na trzy kluczowe poziomy: gotowość technologiczną, aspekty organizacyjne oraz czynniki zewnętrzne. Wszystkie te elementy odgrywają istotną rolę w kształtowaniu zdolności przedsiębiorstw do skutecznego wdrażania i wykorzystywania sztucznej inteligencji. Wprowadzenie AI przez przedsiębiorstwa generuje dwa typy efektów: efekty pierwszego rzędu, które odnoszą się do bezpośrednich zmian w procesach operacyjnych, oraz efekty drugiego rzędu, które obejmują szeroko zakrojone, długoterminowe zmiany na poziomie całego przedsiębiorstwa. Ta hierarchia skutków podkreśla, że pełne zrozumienie wpływu AI na przedsiębiorstwo wymaga analizy jej bezpośrednich efektów operacyjnych, które z czasem mogą prowadzić do głębszych, systemowych zmian (Enholm i in., 2022, s. 1715).

W obszarze zarządzania ryzykiem, sztuczna inteligencja otwiera przed przedsiębiorstwami, zwłaszcza małymi i średnimi (MŚP) nowe możliwości. Wykorzystanie AI oraz uczenia maszynowego w ocenie ryzyka handlowego umożliwia wdrożenie innowacyjnych rozwiązań, które mogą podnieść konkurencyjność MŚP. Co więcej, AI może przyczynić się do realizacji globalnych celów zrównoważonego rozwoju poprzez bardziej efektywne zarządzanie ryzykiem. W tym kontekście warto również zauważyć, że wykorzystanie AI pozwala na efektywny podział kosztów i zysków między przedsiębiorstwami, co szczególnie korzystnie wpływa na mniejsze podmioty, zwiększając ich zdolności operacyjne (Joshi i in., 2022, s. 272-273).

W obszarze zarządzania operacyjnego, AI jest postrzegana jako „nowa siła epoki cyfrowej”. Badania wykazują wykonalność wykorzystania AI w różnych aspektach funkcjonowania przedsiębiorstwa, wpływając na odpowiedniość pracy, złożoność procesów, długoterminowe wyniki oraz skuteczność działań. AI umożliwia maszynom uczenie się na podstawie własnych błędów i podejmowanie decyzji w sposób zbliżony do ludzkiego, co otwiera nowe możliwości w takich obszarach jak widzenie maszynowe, rozpoznawanie wzorców, przetwarzanie języka naturalnego czy wsparcie w podejmowaniu decyzji (Joshi i in., 2022, s. 273).

W nawiązaniu do powyższych argumentów, kluczowym elementem skutecznej implementacji AI w kierowaniu przedsiębiorstwem staje się dostosowanie technologii do specyfiki sektora, w którym działa określona firma. Każda branża ma inne potrzeby i wyzwania, dlatego konieczna jest szczegółowa analiza zarówno korzyści, jak i potencjalnych zagrożeń związanych z wdrożeniem AI. Uwzględnienie wpływu tej technologii na istniejące procesy oraz struktury organizacyjne pozwala firmom na lepsze przygotowanie się do wdrożenia oraz

minimalizację ryzyk związanych z niewłaściwym zastosowaniem sztucznej inteligencji. Taka analiza pomaga nie tylko unikać zagrożeń, ale także maksymalnie wykorzystać potencjał AI w kontekście strategicznym, co pozwala na osiągnięcie przewagi konkurencyjnej i lepszych wyników operacyjnych (Nowakowska, 2023, s. 70). Tabela 9 prezentuje ogólne zalety i wady wdrażania nowych technologii w przedsiębiorstwach, podkreślając kluczowe obszary, w których AI może zarówno wspierać, jak i stwarzać wyzwania dla przedsiębiorstw.

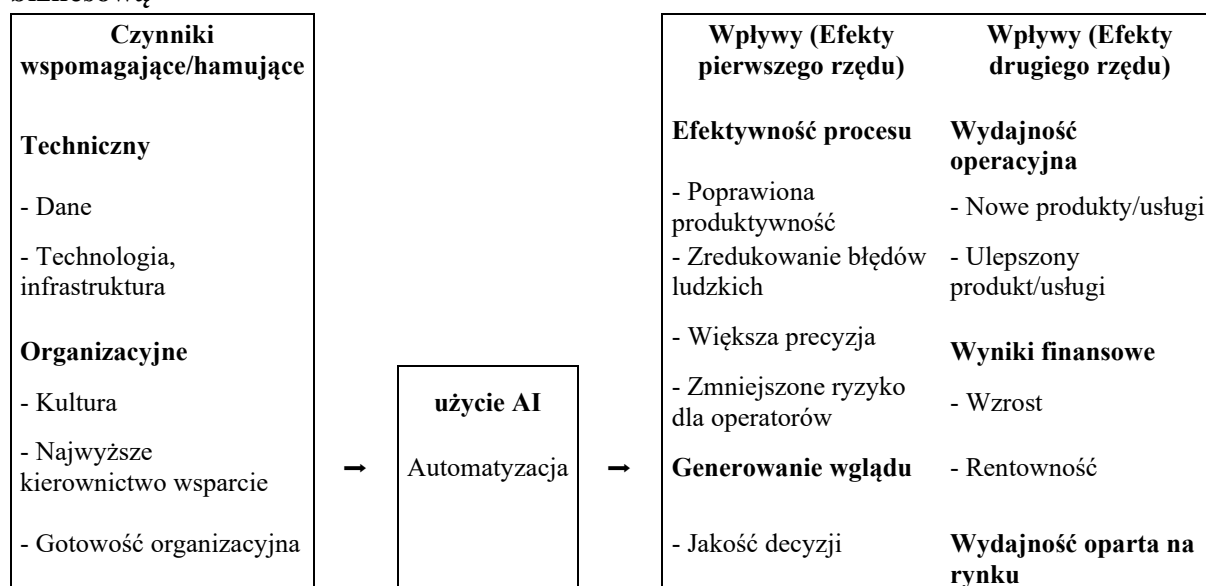
Tabela 9. Zalety i wady wdrożenia technologii w przedsiębiorstwach

Zalety	Wady
Zwiększenie wydajności i efektywności pracy	Potrzeba ciągłego szkolenia
Zwiększenie jakości produktów i usług	Trudności z integracją systemów
Poprawa komunikacji i współpracy	Wyższe koszty
Konkurencyjność na rynku	Ryzyko zmiany organizacji pracy
Wprowadzenie innowacyjnych rozwiązań	Możliwość zwiększenia bezrobocia, utrata miejsc pracy
Praca z każdego miejsca, mobilność pracy	Problemy z bezpieczeństwem danych

Źródło: (Nowakowska, 2023, s. 71).

Przedsiębiorstwa, planując wdrożenie AI, powinny uwzględnić czynniki sprzyjające i hamujące, które można podzielić na trzy główne kategorie: technologiczne, organizacyjne i środowiskowe. Zrozumienie tych aspektów pozwala lepiej ocenić gotowość firmy do wdrożenia AI i określić niezbędne zmiany (Enholm i in., 2022, s. 1730). Aspekty te prezentuje poniższy rysunek.

Rysunek 9. Ramowa struktura organizacyjna wpływu sztucznej inteligencji na wartość biznesową



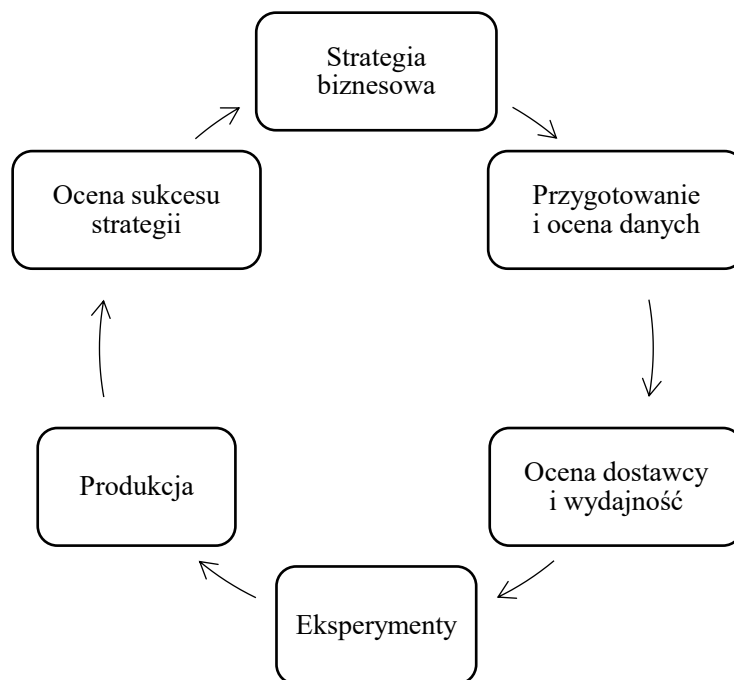
- Zaufanie pracowników do AI	- Zwinność organizacyjna	- Efektywność rynku
- Strategia AI	Transformacja procesów ekonomicznych	- Zadowolenie klienta
- Zgodność	- Przeprojektowanie procesów	Wydaźność zrównoważonego rozwoju
Środowiskowy	- Organizacyjne przeprojektowanie struktury	- Środowiskowy
- Etyczny i moralny aspekt		- Społeczny
- Regulamin		Niezamierzone konsekwencje i negatywne skutki
- Środowiskowy presja		- Nieufność
		- Reputacja firmy pogorszona

Źródło: (Enholm i in., 2022, s. 1716).

W sektorze finansowym wdrażanie sztucznej inteligencji wymaga szczególnej uwagi ze względu na konieczność zapewnienia stabilności, bezpieczeństwa i przejrzystości. Systemy AI mają potencjał do zwiększenia efektywności operacyjnej i poprawy jakości usług, jednakże związane z nimi ryzyka, takie jak zagrożenia cyberbezpieczeństwa, błędy algorytmiczne czy brak przejrzystości w podejmowaniu decyzji, muszą być odpowiednio zarządzane. Dlatego kluczowa jest kompleksowa analiza zarówno pozytywnych, jak i negatywnych skutków stosowania AI w tym sektorze. Zrozumienie tych aspektów jest niezbędne do pełnego wykorzystania szans, jakie daje sztuczna inteligencja, a jednocześnie do minimalizacji potencjalnych wyzwań, takich jak ochrona danych czy ryzyko regulacyjne (Ziółkowska, 2023, s. 90).

Ewolucja zarządzania biznesem w erze AI polega na łączeniu tradycyjnych umiejętności w zakresie planowania strategicznego i kontroli z nowoczesnymi technologiami, które fundamentalnie zmieniają sposób funkcjonowania firm. Technologie takie jak e-biznes, robotyka, uczenie maszynowe i AI bezpośrednio wpływają na procesy ekonomiczne, prowadząc do głębokich zmian w handlu i gospodarce. Wdrażanie AI w przedsiębiorstwach może skutkować rekrutacją nowych, zaawansowanych botów oraz instalacją automatycznych maszyn, co zmniejsza potrzebę interwencji ludzkiej w wielu obszarach operacyjnych. Automatyzacja ta przyczynia się do zwiększenia efektywności, ale również wymaga odpowiedniego zarządzania zmianami, aby uniknąć potencjalnych problemów związanych z zastępowaniem pracy człowieka przez maszyny (Joshi i in., 2022, s. 267-268).

Rysunek 10. Proces strategicznego wdrażania AI w generowaniu wartości biznesowej



Źródło: (Joshi i in., 2022, s. 268).

Podsumowując, wdrażanie AI w kierowaniu przedsiębiorstwem oferuje znaczące korzyści, ale wymaga starannego planowania i świadomości potencjalnych wyzwań. Kluczowe jest holistyczne podejście, uwzględniające aspekty technologiczne, organizacyjne i środowiskowe, aby w pełni wykorzystać potencjał AI, jednocześnie minimalizując związane z nią ryzyka.

2.5. Sztuczna inteligencja, a optymalizacja procesów ekonomicznych

Optymalizacja procesów ekonomicznych przeszła znaczącą ewolucję od początku XX wieku do ery sztucznej inteligencji (AI). Początkowo, metody naukowego kierowania przedsiębiorstwami wprowadzone przez pionierów takich jak H. Ford koncentrowały się na racjonalizacji zasobów, w tym czasu pracy i jakości. Kluczowymi innowacjami były taśma produkcyjna i funkcjonalna struktura organizacyjna, które do dziś znajdują zastosowanie w wielu przedsiębiorstwach. Procesy postrzegano jako sekwencje czynności, które należało optymalizować poprzez ich uproszczenie i eliminację zbędnych elementów (Ćwiertnia, 2021, s. 50).

W miarę postępu technologicznego, zarządzanie procesami biznesowymi (*Business Process Management - BPM*) uległo dalszej ewolucji, integrując coraz bardziej zaawansowane narzędzia informatyczne. BPM stało się kompleksowym podejściem, które nie tylko

koncentruje się na optymalizacji procesów, ale również łączy metody, techniki i oprogramowanie do projektowania, monitorowania oraz analizy procesów ekonomicznych. Wprowadzenie zaawansowanych technologii umożliwiło bardziej świadome i efektywne podejmowanie decyzji biznesowych, a także poprawę ogólnej wydajności przedsiębiorstw (Bekus, 2022, s. 36). Współczesna optymalizacja procesów gospodarczych opiera się na integracji systemów informatycznych, co prowadzi do zwiększenia wydajności i efektywności (Korbiel i in., 2023, s. 143).

Kluczowym elementem tej transformacji jest cyfryzacja, która umożliwia:

- Usprawnienie funkcjonowania przedsiębiorstw poprzez wykorzystanie zdigitalizowanych informacji,
- Zwiększenie usieciowienia wewnętrznej struktury organizacji,
- Zmianę relacji z klientami, dostawcami i podwykonawcami,
- Integrację systemów informatycznych, operacyjnych oraz procesów,
- Tworzenie nowych modeli biznesowych opartych na zintegrowanych danych (Chądzyński i in., 2021, s. 15).

Z wyżej wymienionych elementów, to dane stały się nowym zasobem strategicznym, porównywalnym do tradycyjnych czynników produkcji, takich jak kapitał, praca czy surowce. Przedsiębiorstwa wykorzystują te dane do oceny zapotrzebowania na usługi, profilowania treści reklamowych, a także personalizacji i dostosowywania produktów, co pozwala im lepiej odpowiadać na potrzeby konsumentów. Technologia datafikacji nie tylko wspiera te działania, ale również przyczynia się do transformacji rynków oraz zmiany zasad, na których te rynki funkcjonują. W szczególności, upowszechnienie modelu e-platform prowadzi do zakłóceń w działaniu podmiotów z różnych sektorów gospodarki, szczególnie tam, gdzie informacja odgrywa kluczową rolę jako zasób (Chądzyński i in., 2021, s. 14).

Mimo, że moc obliczeniowa komputerów przewyższa ludzkie możliwości w zakresie przetwarzania informacji, sztuczna inteligencja wciąż nie dorównuje człowiekowi w myśleniu abstrakcyjnym i realizacji niestandardowych zadań. Jednakże, automatyzacja rutynowych i monotonicznych zadań pozwala pracownikom skupić się na czynnościach wymagających kreatywności i doświadczenia, co przekłada się na wzrost ich zaangażowania i efektywności (Bekus, 2022, s. 28).

Rozwój zaawansowanych technik analizy danych, w tym oprogramowania open source w domenie big data i systemów chmurowych, otworzył nowe możliwości optymalizacji procesów ekonomicznych. Zastosowanie AI przynosi znaczące korzyści:

- Optymalizację realizowanych procesów,
- Uzyskanie przewagi konkurencyjnej,
- Poprawę procesów decyzyjnych,
- Wsparcie w doborze produktów finansowych (np. poprzez sieci neuronowe),
- Implementację chatbotów do obsługi klienta, co znacząco obniża koszty (Rafało, 2021, s. 42).

Eksperti podkreślają, że umiejętne wykorzystanie sztucznej inteligencji staje się istotnym czynnikiem wpływającym na wzrost gospodarczy państw. Badania pokazują znaczący wpływ AI na rozwój różnych branż do 2035 roku, co sugeruje, że optymalizacja procesów ekonomicznych z wykorzystaniem AI będzie kluczowym elementem strategii rozwoju w nadchodzących dekadach (Grzywacz & Jagodzińska-Komar, 2021, s. 21).

Szacunkową wielkość rynku oraz porównanie przychodów generowanych przez sztuczną inteligencję na świecie w latach 2024-2029 można przedstawić na podstawie prognoz od dwóch różnych źródeł: Next Move (styczeń 2023) oraz Statista (październik 2023). W 2025 roku rynek AI według Next Move w 795,3 mld USD, podczas gdy prognoza Statista szacuje go na 470,4 mld USD. Różnice w szacunkach między tymi dwoma źródłami utrzymują się w kolejnych latach, przy czym Next Move prognozuje znacznie wyższe wartości rynkowe, osiągając 1847,4 mld USD do 2028 roku. Prognoza Statista w 2028 roku wynosi 659,5 mld USD, a na 2029 rok – 738,7 mld USD.

Tabela 10. Szacowana globalna wielkość rynku i porównanie przychodów generowanych przez sztuczną inteligencję w latach 2018-2029 (mld USD)

Rok	Next Move (styczeń 2023)	Statista (październik 2023)
2024	554,3	445,9
2025	795,3	470,4
2026	1068,7	511,3
2027	1415	584,8
2028	1847,4	659,5
2029		738,7

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: (Market size and revenue comparison for artificial intelligence worldwide from 2018 to 2030 (in billion U.S. dollars), Statista 2024).

W kontekście optymalizacji procesów ekonomicznych, sztuczna inteligencja aspiruje do roli kluczowego katalizatora transformacji organizacyjnej. Spektrum aplikacji AI, obejmujące asystentów AI, chatboty, inteligentną logistykę i silniki rekomendacji, znajduje szerokie zastosowanie w różnorodnych sektorach gospodarki. Szczególnie w branży e-commerce, AI generuje znaczące korzyści, optymalizując procesy od rekomendacji produktów,

przez automatyzację operacji magazynowych, aż po analizę behawioralną konsumentów (Sira, 2022, s. 39).

Ta ewolucja technologiczna prowadzi do zmian w podejściu do doskonalenia procesów ekonomicznych, gdzie coraz większy nacisk kładzie się na precyzyjne określanie priorytetów optymalizacyjnych. W obliczu ograniczonych zasobów przedsiębiorstwa muszą dążyć do maksymalizacji korzyści z inwestycji w AI, a automatyzacja wspierana przez AI umożliwia procesom samoistne doskonalenie się. To nowe zjawisko w optymalizacji procesów ekonomicznych polega na tym, że inteligentne systemy, analizując dane pierwotne i wtórne, mogą identyfikować obszary wymagające optymalizacji (Majczyk, 2022, s. 50).

W perspektywie dalszego rozwoju, szczególnie w polskim sektorze e-commerce, obserwuje się trend w kierunku automatyzacji kognitywnej napędzanej przez AI (Bekus, 2022, s. 46). Ta technologia umożliwia realizację złożonych procesów ekonomicznych z minimalnym udziałem człowieka, co widoczne jest w takich obszarach jak rekomendacje produktów, analiza ryzyka kredytowego czy identyfikacja nadużyć (Rafało, 2021, s. 42). Procesy te, charakteryzujące się brakiem powtarzalności i trudnymi do przewidzenia schematami, wymagają zaawansowanych algorytmów AI, co dodatkowo podkreśla rosnącą rolę sztucznej inteligencji w optymalizacji procesów ekonomicznych na globalnym rynku.

Business intelligence (BI), bazująca na analizie opisowej, stanowi kolejny kluczowy obszar zastosowania AI w optymalizacji procesów. Umożliwia ona firmom głębsze zrozumienie trendów i wzorców w zachowaniach klientów, co przekłada się na optymalizację procesów sprzedażowych i marketingowych (Wolniak, 2023, s. 281). Sektor finansowy szczególnie korzysta z tych możliwości, zyskując nie tylko redukcję kosztów operacyjnych, ale także możliwość transformacji wewnętrznych struktur organizacyjnych i modeli biznesowych. Wprowadzenie AI w tym sektorze przyczynia się do automatyzacji złożonych procesów decyzyjnych, takich jak ocena ryzyka czy analiza danych finansowych (Grzywacz & Jagodzińska-Komar, 2021, s. 21).

Zmieniające się warunki rynkowe wymuszają na przedsiębiorstwach elastyczne podejście do zarządzania, z naciskiem na procesy, które tworzą wartość dla klientów. W odpowiedzi na te zmiany, coraz więcej firm sięga po systemy zarządzania procesami biznesowymi (BPMS) oraz zrobotyzowaną automatyzację procesów (RPA), które stają się standardem w nowoczesnych przedsiębiorstwach. Te technologie umożliwiają przedsiębiorstwom szybszą adaptację do nowych wyzwań oraz efektywne zarządzanie zasobami, co przekłada się na wzrost ich konkurencyjności i optymalizację operacyjną (Bekus, 2022, s. 46).

Oczywiście, AI nie tylko wspiera optymalizację istniejących modeli operacyjnych, ale także umożliwia tworzenie nowych, bardziej efektywnych modeli biznesowych. Dzięki tej transformacji firmy nie tylko lepiej dostosowują się do zmian, ale również proaktywnie kształtują swoją przyszłość w dynamicznie zmieniającym się otoczeniu rynkowym (Wawer, 2023, s. 51). To prowadzi do ciągłego doskonalenia istniejących procesów oraz tworzenia nowych, bardziej efektywnych modeli biznesowych, co ma kluczowe znaczenie w kontekście współczesnych wyzwań rynkowych (Rafało, 2021, s. 41). W ten sposób przedsiębiorstwa mogą wdrażać innowacyjne podejścia do optymalizowania procesów, dostosowując swoje strategie do dynamicznie zmieniającego się środowiska.

W szerszej perspektywie, AI odgrywa kluczową rolę w optymalizacji procesów organizacyjnych, automatyzując zadania, które wcześniej wymagały ludzkiej interwencji. Przykłady takie jak wykorzystanie AI przez Teslę w procesach produkcyjnych czy stworzenie systemu AlphaGo przez DeepMind ilustrują, jak AI może zwiększać efektywność operacyjną i tworzyć zupełnie nowe rynki. Platformy takie jak IBM Watson czy Microsoft Azure AI oferują firmom zaawansowane narzędzia, które umożliwiają analizę danych, przewidywanie trendów oraz optymalizację procesów, co przyspiesza transformację cyfrową przedsiębiorstw i przekształca ich operacje (Przegalińska & Jemielniak, 2023, s. 38).

Roboty cyfrowe, będące elektronicznie zaprojektowanymi algorytmami, odgrywają w tym względzie centralną rolę, wykonując złożone serie czynności w sposób naśladujący działania człowieka. Ich szerokie zastosowanie, od monitorowania zdarzeń po przetwarzanie danych i podejmowanie decyzji, stanowi przykład rosnącego znaczenia automatyzacji. Przykładowo, roboty są w stanie monitorować zdarzenia, takie jak odbieranie wiadomości e-mail, a następnie odczytywać dane z plików, np. faktur w formacie PDF. To z kolei prowadzi do kolejnego etapu, czyli weryfikacji i przetwarzania tych danych zgodnie z ustalonym zestawem kryteriów, takich jak analiza pod kątem podatku VAT, rodzaju usługi czy typu zamówienia. Następnie, roboty cyfrowe, poprzez bezpieczne logowanie i komunikację maszyna-maszyna (M2M), mogą integrować się z innymi systemami, jak oprogramowanie księgowo, CRM czy przeglądarki internetowe, co dodatkowo zwiększa ich efektywność. Na podstawie przetworzonych danych, roboty te są w stanie tworzyć nowe dokumenty w systemach firmowych, takie jak raporty, a także podejmować decyzje oparte na predefiniowanych regułach (Bekus, 2022, s. 36). Na przykład, mogą automatycznie zapisywać załączniki z e-maili w określonych folderach czy wyodrębniać dane i zapisywać je w arkuszach Excel, co podkreśla ich wszechstronność i elastyczność w kontekście optymalizacji procesów ekonomicznych.

W tym względzie na uwagę zasługują systemy RPA, które umożliwiają automatyzację procesów biznesowych poprzez naśladowanie czynności wykonywanych przez ludzi. Boty, będące fundamentalnym elementem RPA, wykazują szczególną efektywność w realizacji masowych, powtarzalnych procesów informacyjno-transakcyjnych o wysokim stopniu standaryzacji (Łada, 2022, s. 5). Można wyróżnić trzy główne kategorie robotów: roboty wspierające rutynowe działania, roboty oparte na regułach oraz roboty autonomiczne, które mogą samodzielnie podejmować decyzje i realizować zadania bez ingerencji człowieka. W efekcie, RPA zwiększa efektywność procesów w trzech kluczowych wymiarach: wydajności pracy, jakości realizowanych zadań oraz ciągłości działania (Rafało, 2021, s. 41). Ta wielowymiarowa optymalizacja procesów stanowi istotny krok w kierunku podniesienia konkurencyjności przedsiębiorstw, umożliwiając im lepsze wykorzystanie zasobów oraz poprawę wyników operacyjnych.

Pomimo braku jednolitej definicji robotyzacji procesów, RPA można określić jako automatyzację powtarzalnych, opartych na regułach zadań, które wcześniej były wykonywane przez człowieka (Ćwiertnia, 2021, s. 47-48). Taki opis podkreśla transformacyjny wpływ RPA na optymalizację procesów ekonomicznych, co stanowi punkt wyjścia do zrozumienia, jak roboty cyfrowe zmieniają sposób funkcjonowania firm.

Do głównych korzyści wynikających z wdrażania RPA w przedsiębiorstwach należą wzrost kompetencji organizacyjnych, poprawa jakości pracy, zmniejszenie liczby błędów oraz zwiększenie przejrzystości i wydajności operacyjnej. Początkowe wdrożenia RPA skupiały się na prostych zadaniach w działach księgowości, logistyki oraz HR, co ukazuje potencjał tej technologii w poprawie efektywności przedsiębiorstw. W dłuższej perspektywie oczekuje się, że RPA będzie się dynamicznie rozwijać, rozszerzając zarówno narzędzia, jak i zastosowania w różnych sektorach biznesowych (Ćwiertnia, 2021, s. 58-59).

Tabela 11. Kluczowe różnice między robotyzacją procesów (RPA), a integracją systemów IT

Robotyzacja procesów	Integracja IT
Eliminacja pracy ludzkiej	Przyspieszenie pracy ludzi
Brak zmian w istniejących bazach danych oraz aplikacjach	Skomplikowana integracja między aplikacjami i bazami danych
Kierowanie przez operacje/biznes	Zarządzanie przez IT
Zazwyczaj małe lub średnie inicjatywy	Wielkość, złożoność projektu
Krótkie projekty oraz niewielkie budżety	Długi czas realizacji
Zainstalowane nie wymagają zaangażowania ze strony IT	Znaczące ryzyko oraz wysokie koszty

Źródło: (Solarz, 2023, s. 247).

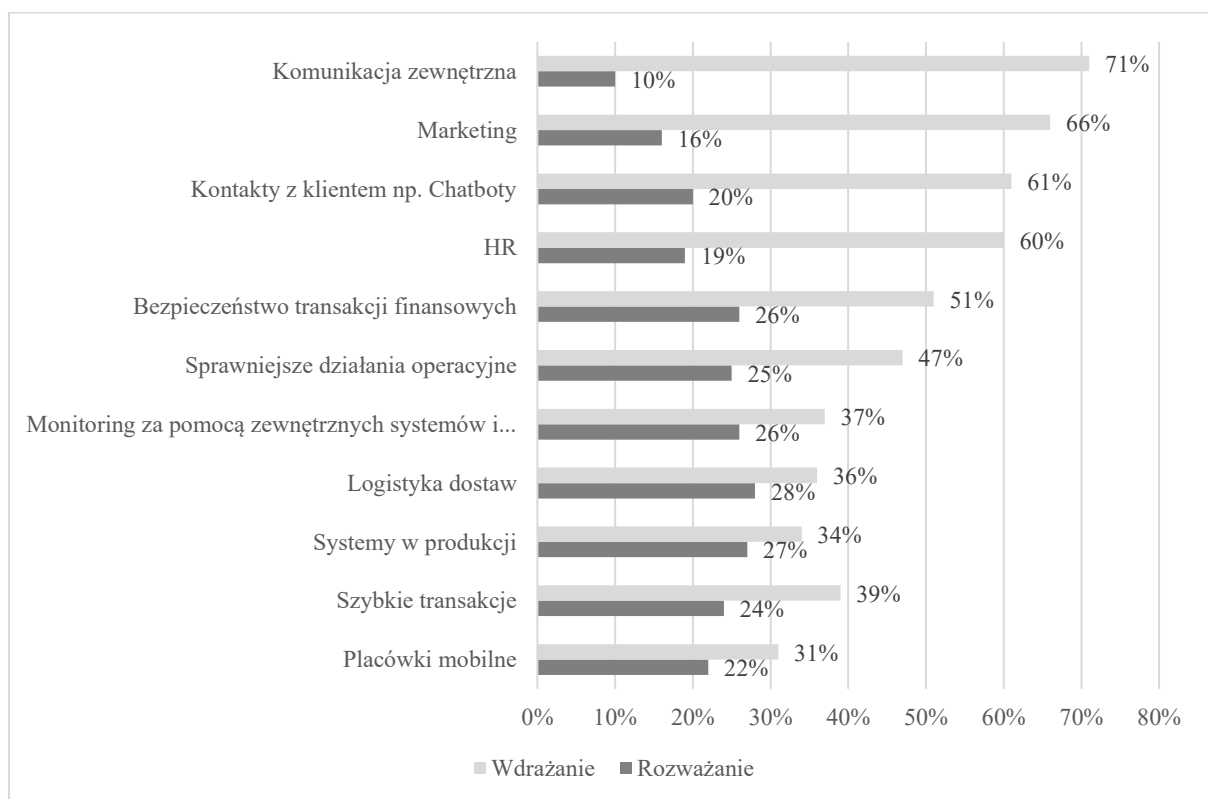
W bardziej szczegółowym aspekcie, ewolucja rozwiązań RPA przebiegała od prostych botów nadzorowanych (RPA 1.0), przez boty nienadzorowane (RPA 2.0) i autonomiczne (RPA 3.0), aż po zaawansowane boty kognitywne (RPA 4.0) wykorzystujące sztuczną inteligencję. Najprostszą formą robotyzacji, znaną jako RPA 1.0 lub boty nadzorowane, jest wykorzystanie botów, które działają na pojedynczym stanowisku komputerowym. Ta metoda, często nazywana również RDA (robotic desktop automation), polega na uruchamianiu botów przez użytkownika, który monitoruje ich pracę. Głównym celem tej formy robotyzacji jest zwiększenie efektywności i jakości pracy pracownika. Bardziej zaawansowaną formą robotyzacji, określaną jako RPA 2.0 lub boty nienadzorowane, jest umieszczenie botów na serwerach, gdzie są one uruchamiane zgodnie z ustalonym harmonogramem. Dzięki temu automatyzowane są całe procesy, a ich synchronizacja, zwana orkiestracją, jest zarządzana przez specjalnie wyznaczoną jednostkę. Kolejnym krokiem w ewolucji robotyzacji są tzw. boty autonomiczne, czyli RPA 3.0, które działają w odpowiedzi na określone zdarzenia. Ci wirtualni „pracownicy” wykonują zadania, gdy jest to konieczne lub zgodnie z określonymi zleceniami, często funkcjonując w chmurze i oferując swoje usługi na żądanie. Najbardziej zaawansowaną technologią w tej dziedzinie są boty kognitywne, znane jako RPA 4.0. Wykorzystują one sztuczną inteligencję do przetwarzania nieustrukturalizowanych danych i podejmowania decyzji, które naśladują ludzkie myślenie i preferencje. Najbardziej rozpowszechnionym przykładem tego typu botów są chatboty, które wchodzi w interakcje z użytkownikami, odpowiadając na ich pytania i potrzeby (Łada, 2022, s. 7).

Robotyzacja kognitywna automatyzuje bardziej złożone zadania. Wykorzystuje zaawansowane algorytmy przetwarzania języka naturalnego, analizy obrazów oraz techniki uczenia maszynowego, i w ten sposób otwiera nowe perspektywy dla optymalizacji procesów ekonomicznych (Ćwiertnia, 2021, s. 57-58). Rozwój systemów kognitywnych oraz kategorii CAR (Cognitive Automation Robots) to krok w kierunku połączenia możliwości RPA ze sztuczną inteligencją, co znacząco zwiększa potencjał robotyzacji nie tylko w zakresie produkcji, ale przede wszystkim w procesach biurowych. Taka symbioza technologii pozwala na automatyzację i optymalizację w różnych obszarach działalności przedsiębiorstw (Ćwiertnia, 2021, s. 57).

W kontekście optymalizacji procesów ekonomicznych z wykorzystaniem AI, specyfika polskiego rynku zasługuje na szczególną uwagę. Wiele polskich przedsiębiorstw, zwłaszcza w

sektorze e-commerce, nie w pełni wykorzystuje potencjał systemów optymalizowania procesów biznesowych. Przyczyny tego stanu rzeczy są złożone i wynikają z kilku czynników. Przede wszystkim, polska gospodarka charakteryzuje się przewagą mikroprzedsiębiorstw, które mogą mieć trudności z poniesieniem wysokich kosztów wdrożenia zaawansowanych rozwiązań automatyzacyjnych. Dodatkowo, często brakuje kapitału intelektualnego, czyli specjalistycznej wiedzy i zasobów niezbędnych do implementacji takich systemów. W rezultacie wiele firm ogranicza się do mniej zaawansowanych narzędzi, co opóźnia ich pełną cyfrową transformację i uniemożliwia im maksymalizację efektywności operacyjnej.

Rysunek 11. Obszary zastosowania sztucznej inteligencji w polskich przedsiębiorstwach



Źródło: (Grzywacz & Jagodzińska-Komar, 2021, s. 21).

Wczesny etap rozwoju RPA w Polsce ma wpływ na eksploracyjny charakter badań empirycznych, co jest efektem kilku kluczowych czynników. Nowość tej technologii dla polskich firm, zróżnicowany poziom zaawansowania wdrożeń oraz skala jej zastosowań powodują, że podejście do implementacji RPA jest bardzo zróżnicowane. Dodatkowo, aktywna rola firm rozwijających technologie RPA oraz różnorodność kompetencji praktyków wpływają na dynamiczny rozwój badań i wdrożeń (Łada, 2022, s. 8). Kluczowe wnioski w tym zakresie obejmują:

- Postrzeganie robotyzacji jako jednej z wielu opcji realizacji procesu ekonomicznego, co wymaga analizy efektywności wszystkich dostępnych opcji,
- Konieczność stosowania wielokryterialnego podejścia do oceny opcji decyzyjnych, uwzględniającego nie tylko bezpośrednie koszty i korzyści, ale także pośrednie i potencjalne oddziaływania,
- Ostrożne podejście do uproszczonych kryteriów kwalifikacji procesów do robotyzacji, biorąc pod uwagę złożoność i niejednoznaczność analizowanych zależności (Łada, 2022, s. 10-11).

Jedną z istotnych zalet systemów RPA jest ich nieinwazyjny charakter, co umożliwia płynne wdrażanie i monitorowanie zautomatyzowanych procesów bez zakłócania funkcjonowania istniejących systemów (Bekus, 2022, s. 36). Do innych zalet należy intuicyjność obsługi, która ułatwia adaptację technologii, a także łatwość implementacji, skalowalność oraz powtarzalność realizowanych procesów, co czyni RPA atrakcyjnym narzędziem dla firm chcących usprawnić swoje operacje (Bekus, 2022, s. 36).

Tabela 12. Zalety systemów RPA z różnych punktów widzenia: technologicznego, ekonomicznego i pracowniczego

Perspektywa	Intuicyjność	Implementacja	Skalowalność	Powtarzalność
Perspektywa technologiczna	Obsługa systemu nie wymaga dodatkowych zasobów oraz specjalistycznych, długotrwałych szkoleń	Wdrożenie jest niewymagające. Nie jest wymagane projektowanie dedykowanych rozwiązań	Roboty są w pełni skalowalne. Duplikowanie robotów umożliwia niemal nieograniczone zwiększenie ich mocy	Działania oparte na regułach, co eliminuje błędy wynikające z rutyny
Perspektywa ekonomiczna	Redukcja kosztów związanych ze szkoleniem oraz zwiększenie mocy przerobowej personelu	Niedroga integracja systemu RPA z infrastrukturą przedsiębiorstwa ze względu na jej nienarzucalny charakter	Efekt skali. Im większa liczba zautomatyzowanych zadań, tym wyższe oszczędności	Koszty realizacji zadań przez RPA mogą wynosić nawet jedną piątą ceny pracownika wykonującego to samo zadanie
Perspektywa personelu	RPA jest opracowana, aby korzystać z niej ułatwić osobom nietechnicznym	System jest zaprojektowany bez konieczności kodowania programistycznego dzięki czemu jest łatwy we wdrożeniu i obsłudze	Zdjęcie z pracowników rutynowych zadań pozwala im skupić się na zadaniach wymagających doświadczenia	RPA jest w stanie szybko podejmować i realizować działania, eliminując jednocześnie błędy

Zródło: (Bekus, 2022, s. 37).

Podsumowując powyższe rozważania, optymalizacja procesów ekonomicznych z wykorzystaniem AI, a w szczególności RPA stanowi obszar o dużym potencjale rozwoju,

szczególnie w kontekście polskiego rynku. Kluczowe wyzwania obejmują dostosowanie technologii do specyfiki lokalnych przedsiębiorstw oraz rozwijanie kompetencji niezbędnych do efektywnego wdrażania i wykorzystywania tych rozwiązań.

Rozdział III

Specjalne strefy ekonomiczne i parki technologiczne w Polsce oraz ich rola w promocji nowych technologii

3.1. Historia i rozwój parków technologicznych oraz specjalnych stref ekonomicznych w Polsce

Specjalne strefy ekonomiczne (SSE) i parki technologiczne (PT) stanowią kluczowe elementy współczesnej polityki gospodarczej. Ich celem jest stymulowanie rozwoju ekonomicznego, przyciąganie inwestycji zagranicznych oraz wspieranie innowacji. Rosnące znaczenie i dynamiczny rozwój tych stref odzwierciedlają zmieniające się podejście do globalizacji i gospodarki rynkowej.

Specjalne strefy ekonomiczne to wyodrębnione obszary stworzone przez państwa w celu przyciągnięcia inwestycji zagranicznych i akumulacji kapitału (Kleibert, 2018, s. 473). SSE są jednym z charakterystycznych elementów globalnego systemu kapitalistycznego, co znalazło wyraz w ich gwałtownym wzroście liczbowym na przełomie XX i XXI wieku, w okresie wzrostu przepływu bezpośrednich inwestycji zagranicznych. W 1997 roku istniało 845 takich stref na świecie, a dziesięć lat później ich liczba przekroczyła 3 tysiące, co obrazuje Ich dynamiczny rozwój (Kozaczka, 2020, s. 208).

Pierwsza z tych stref powstała w Shannon w Irlandii w 1959 roku, a sukces tego modelu spowodował jego szybkie rozprzestrzenienie się na całym świecie, przybierając różnorodne formy i spełniając różne funkcje gospodarcze (Kleibert, 2018, s. 473). Istnieją trzy główne formy SSE: wolne strefy handlowe (FTZ), strefy przetwórstwa eksportowego (EPZ) skupione na produkcji oraz współczesne strefy zorientowane na usługi, co ilustruje ewolucję koncepcji od prostych modeli produkcyjnych do bardziej zaawansowanych technologicznie rozwiązań zorientowanych na usługi (Chen, 2019, s. 50-51).

W Polsce koncepcja SSE pojawiła się na początku lat 90. XX wieku jako odpowiedź na wyzwania związane z transformacją gospodarczą. Głównym celem ich utworzenia było złagodzenie strukturalnego bezrobocia w wybranych regionach kraju poprzez przyciągnięcie nowych inwestycji za pomocą pakietu zachęt finansowych (Dorożyński & Świerkocki, 2022, s. 33). SSE w Polsce zostały ustanowione na mocy Ustawy o specjalnych strefach ekonomicznych z 20 października 1994 roku, oferując przedsiębiorstwom działającym w ich

obrębie ulgi w podatku dochodowym, uzależnione od kosztów inwestycji i zatrudnienia nowych pracowników (Pastusiak i in., 2018, s. 273). Pierwsza SSE w Polsce została utworzona w Mielcu w 1995 roku. Ostatecznie powstało piętnaście stref, z których obecnie funkcjonuje czternaście (Dorożyński & Świerkocki, 2022, s. 25).

Wraz z rozwojem SSE na znaczeniu zyskiwały także PT, które stały się kluczowym elementem ekosystemu innowacji. Parki technologiczne są najbardziej rozwiniętą formą ośrodków innowacyjności w Polsce, z czego ponad 76% osiągnęło już fazę dojrzałości. Pierwszym parkiem naukowo-technologicznym w kraju był Poznański Park Naukowo-Technologiczny, założony w 1995 roku przez Fundację Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu (Makieła, 2011, s. 27-28).

Podstawową funkcją parków technologicznych jest wspieranie przedsiębiorców poprzez udostępnianie nieruchomości oraz infrastruktury technicznej. Jednocześnie oferują one kompleksową pomoc, obejmującą doradztwo w zakresie rozwoju biznesu, transferu technologii i komercjalizacji wyników badań naukowych. Parki te odgrywają także znaczącą rolę w integracji uczestników ekosystemu innowacji oraz w promowaniu regionów jako miejsc przyjaznych dla nowoczesnych technologii i przedsiębiorczości (Brzezicki, 2023, s. 145). Ogólnie rzecz ujmując, parki technologiczne to wyodrębnione kompleksy nieruchomości z odpowiednią infrastrukturą, powołane w celu wspierania przepływu wiedzy i technologii między ośrodkami naukowymi, a przedsiębiorstwami (Szaja, 2011, s. 288).

Użytkownikami parków technologicznych są głównie małe i średnie przedsiębiorstwa, które czerpią korzyści z trzech kluczowych funkcji tych ośrodków: inkubacyjnej, integracyjnej i promocyjnej. Dzięki temu, parki technologiczne nie tylko wspierają rozwój nowoczesnych firm technologicznych, ale także wzmacniają powiązania sieciowe między podmiotami, co sprzyja długoterminowemu rozwojowi regionu oraz jego pozycji w kontekście innowacyjności i działalności gospodarczej (Makieła, 2011, s. 27-28).

Należy podkreślić, iż w wymiarze globalnym, SSE i PT są uznawane za skuteczne narzędzia polityki promującej industrializację, transformację gospodarczą i innowacyjność. Kluczowe elementy udanych programów SSE i PT obejmują strategiczną lokalizację, integrację z ogólną strategią rozwoju, zrozumienie rynku i wykorzystanie przewagi komparatywnej, oraz zapewnienie przyjaznego dla biznesu środowiska (Zeng, 2021, s. 1). W Polsce, SSE i PT przyczyniły się do przyciągnięcia inwestycji zagranicznych, tworzenia nowych miejsc pracy oraz stymulowania innowacji (Zeng, 2021, s. 10).

Tabela 13. Parki technologiczne oraz specjalne strefy ekonomiczne w podziale na województwa

Województwo	Parki Technologiczne	Specjalne Strefy Ekonomiczne
Dolnośląskie	<ul style="list-style-type: none"> • Dolnośląski Park Technologiczny, • Wrocławski Park Technologiczny S.A. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kamiennogórska Specjalna Strefa Ekonomiczna Małej Przedsiębiorczości, • Legnicka Specjalna Strefa Ekonomiczna, • Wałbrzyska Specjalna Strefa Ekonomiczna INVEST-PARK
Kujawsko-Pomorskie	Toruński Park Technologiczny	
Lubelskie	<ul style="list-style-type: none"> • Lubelski Park Naukowo-Technologiczny, • Puławski Park Naukowo-Technologiczny 	
Łódzkie	Bionanopark	Łódzka Specjalna Strefa Ekonomiczna
Małopolskie	<ul style="list-style-type: none"> • Krakowski Park Technologiczny, • MMC Brainville, • Park Naukowo-Technologiczny "Branice" 	Krakowski Park Technologiczny
Mazowieckie	Park Naukowo-Technologiczny „Świerk”	Mazowiecka Specjalna Strefa Ekonomiczna "Technopark - Modlin"
Opolskie	Park Naukowo-Technologiczny w Opolu Sp. z o.o.	
Podkarpackie	Podkarpacki Park Naukowo-Technologiczny AEROPOLIS	<ul style="list-style-type: none"> • Specjalna Strefa Ekonomiczna EURO-PARK MIELEC, • Tarnobrzeska Specjalna Strefa Ekonomiczna EURO-PARK WISŁOSAN
Podlaskie	<ul style="list-style-type: none"> • Białostocki Park Naukowo-Technologiczny, • Park Naukowo-Technologiczny Polska-Wschód w Suwałkach 	Suwałska Specjalna Strefa Ekonomiczna
Pomorskie	<ul style="list-style-type: none"> • Gdański Park Naukowo-Technologiczny, • Pomorski Park Naukowo-Technologiczny Gdynia, • Słupski Inkubator Technologiczny 	<ul style="list-style-type: none"> • Pomorska Specjalna Strefa Ekonomiczna, • Słupska Specjalna Strefa Ekonomiczna
Śląskie	<ul style="list-style-type: none"> • Euro-Centrum Park Naukowo-Technologiczny, 	Katowicka Specjalna Strefa Ekonomiczna

	<ul style="list-style-type: none"> • Park Naukowo - Technologiczny "Technopark Gliwice", • Sosnowiecki Park Naukowo-Technologiczny 	
Świętokrzyskie	<ul style="list-style-type: none"> • Kielecki Park Technologiczny, • Regionalne Centrum Naukowo-Technologiczne 	Specjalna Strefa Ekonomiczna „Starachowice”
Warmińsko-Mazurskie	<ul style="list-style-type: none"> • Elbląski Park Technologiczny, • Olsztyński Park Naukowo-Technologiczny, • Park Naukowo-Technologiczny w Ełku 	Warmińsko-Mazurska Specjalna Strefa Ekonomiczna
Wielkopolskie	<ul style="list-style-type: none"> • Eureka Technology Park, • Poznański Park Naukowo-Technologiczny Fundacji Uniwersytetu im. A. Mickiewicza, • YouNick Technology Park 	
Zachodniopomorskie	Technopark Pomerania	Kostrzyńsko-Słubicka Specjalna Strefa Ekonomiczna

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: (Industrial and Technology Parks, 2024; Specjalne Strefy Ekonomiczne, 2019).

Wraz z ewolucją globalnej gospodarki w kierunku bardziej zaawansowanych technologicznie i zorientowanych na usługi modeli biznesowych, SSE i PT również ulegają przekształceniom. Nowe trendy obejmują rozwój „Stref Ekonomicznych 4.0”, które koncentrują się na sektorach usług o wysokiej wartości dodanej i stają się bardziej przyjazne dla biznesu pod względem przepisów prawnych (Zeng, 2021, s. 5-6). Ponadto, rosnące znaczenie zrównoważonego rozwoju i innowacji ekologicznych prowadzą do powstawania „eko-parków przemysłowych”, które łączą doświadczenia wcześniejszych modeli z rozwiązaniami zorientowanymi na niskoemisyjny lub zielony wzrost (Zeng, 2021, s. 4). Tym samym SSE i PT stają się kluczowymi narzędziami współczesnej polityki gospodarczej oraz innowacyjnej, zarówno na świecie jak i w Polsce. Ich ewolucja nie tylko odzwierciedla zmieniające się priorytety rozwojowe, ale także pokazuje ich zdolność do adaptacji w obliczu nowych wyzwań wynikających z dynamicznie zmieniającej się globalnej gospodarki. Choć wpływ SSE i PT na rozwój gospodarczy jest znaczący, to jednak istnieje konieczność

kontynuowania badań nad ich skutecznością oraz dostosowywania tych narzędzi do specyficznych, lokalnych potrzeb rozwojowych (Piontek, 2020, s. 210).

3.2. Misja i cele specjalnych stref ekonomicznych i parków technologicznych

Misja i cele specjalnych stref ekonomicznych i parków technologicznych stanowią istotny element strategii rozwoju gospodarczego Polski. Oba te narzędzia realizują swoje zadania, choć w odmienny sposób, odpowiednio dostosowując swoje funkcje do specyficznych wyzwań gospodarczych kraju.

Ich misja, sformułowana w Polsce w latach 90. XX wieku, była ściśle związana z transformacją ustrojową i miała na celu łagodzenie negatywnych skutków gospodarczych tego procesu, takich jak wysokie bezrobocie strukturalne. W pierwszej fazie ich działania skoncentrowano się na wyrównywaniu poziomów rozwoju regionalnego, szczególnie w obszarach dotkniętych przemianami. Zakładano, że SSE będą funkcjonować do 2016 lub 2017 roku, jednak w związku z ich pozytywnym wpływem na gospodarkę, decyzją Rady Ministrów z 2013 roku, termin ten został przedłużony do 31 grudnia 2026 roku (Dorożyński & Świerkocki, 2022, s. 25).

Główne cele tworzenia SSE obejmują przyspieszenie rozwoju gospodarczego regionów poprzez wspieranie kluczowych sektorów gospodarki, promowanie nowoczesnych technologii oraz ich wdrażanie na poziomie krajowym. SSE mają także na celu wspieranie eksportu, zwiększanie konkurencyjności produktów i usług, wykorzystywanie istniejącej infrastruktury oraz tworzenie nowych miejsc pracy. Dodatkowo, strefy te przyczyniają się do zagospodarowania niewykorzystanych zasobów naturalnych przy zachowaniu zasad równowagi ekologicznej, co podkreśla ich znaczenie w kontekście zrównoważonego rozwoju (Dorożyński & Świerkocki, 2022, s. 25).

Cele SSE ewoluowały wraz z rozwojem gospodarczym Polski oraz zmianami zachodzącymi w globalnym otoczeniu ekonomicznym. Obecnie obejmują:

- Przyspieszanie rozwoju gospodarczego słabiej rozwiniętych podregionów,
- Rozwój techniczno-technologiczny z zastosowaniem nowych technik i technologii,
- Zagospodarowanie majątku i infrastruktury po upadłych przedsiębiorstwach oraz zapobiegnięcie jego zniszczeniu,
- Tworzenie nowych miejsc pracy,
- Zwiększanie konkurencyjności produktów i usług,

- Zagospodarowanie niewykorzystanych zasobów naturalnych z zachowaniem zasad równowagi ekologicznej (Krzemiński, 2010, s. 38-39).

Warto podkreślić, że SSE odgrywają istotną rolę w stymulowaniu innowacyjności gospodarki. Dzięki oferowanym przedsiębiorcom przywilejom w postaci pomocy publicznej, strefy te nie tylko wspierają rozwój biznesu, ale także tworzą szanse dla samorządów na przyspieszenie rozwoju społeczno-gospodarczego regionów i zwiększenie liczby miejsc pracy (Piszczyk-Kaiser, 2012, s. 97). Istotnym elementem działania SSE jest przyciąganie inwestycji zagranicznych, które od lat 90. XX wieku stanowiło jedno z kluczowych narzędzi polityki rozwoju regionalnego. Celem stref było zachęcenie do napływu kapitału zagranicznego, który mógł przyczynić się do modernizacji lokalnej gospodarki oraz tworzenia nowych miejsc pracy, co czyniło je skutecznym mechanizmem wsparcia dla regionów o problemach gospodarczych (Kosztowniak, 2010, s. 424).

Przechodząc do PT, w pierwszej kolejności na uwagę zasługują ich funkcje: inkubacyjna, integracyjna i promocyjna. Funkcja inkubacyjna ma na celu zwiększenie liczby nowoczesnych firm technologicznych w regionie, co przyczynia się do poprawy lokalnej gospodarki. Funkcja integracyjna wspiera rozwój i wzmocnienie sieci powiązań między uczestnikami systemu innowacji na poziomie miejskim i regionalnym. Funkcja promocyjna wykorzystuje park jako narzędzie marketingowe do promowania regionu (Makiela, 2011, s. 27-28).

W bardziej szczegółowym ujęciu PT dążą do realizacji następujących celów:

- Wzmacnianie gospodarki regionalnej poprzez podnoszenie konkurencyjności i innowacyjności,
- Wspieranie transferu wiedzy i technologii między ośrodkami naukowymi, a przedsiębiorstwami,
- Świadczenie doradztwa finansowego i prawnego dla firm,
- Tworzenie przyjaznego klimatu inwestycyjnego (Krzemiński, 2010, s. 40),
- Wspieranie powstawania i rozwoju firm opartych na nowoczesnej wiedzy,
- Rozbudowywanie sieci współpracy między uczestnikami systemu innowacji na poziomie lokalnym i regionalnym,
- Funkcjonowanie jako narzędzie marketingu terytorialnego, promujące otwartość regionu na innowacje (Makiela, 2011, s. 27-28).

Porównując SSE z PT pod względem realizowanych przez misji i celów, warto wskazać na różnice w podejściu do stymulowania innowacyjności gospodarki. SSE skupiają się głównie

na tworzeniu korzystnych warunków dla inwestycji poprzez różnorodne zachęty, takie jak ulgi podatkowe i rozwinięta infrastruktura, co sprzyja przyciąganiu kapitału, zarówno krajowego, jak i zagranicznego. W przeciwieństwie do tego, PT koncentrują się na budowie ekosystemu wspierającego innowacje i transfer technologii, co ma kluczowe znaczenie dla rozwoju nowych technologii oraz współpracy między jednostkami naukowymi, a przedsiębiorstwami.

Warto w tej kwestii dodać, że zarówno SSE, jak i PT odegrały istotną rolę w procesie transformacji gospodarczej Polski. SSE przyciągnęły znaczące inwestycje, które przyczyniły się do tworzenia nowych miejsc pracy oraz do rozwoju regionalnego, wzmacniając tym samym gospodarkę krajową (Piszczek-Kaiser, 2012, s. 97). Z kolei parki technologiczne stały się kluczowymi ośrodkami wspierającymi innowacje i przedsiębiorczość, odgrywając istotną rolę w kształtowaniu nowoczesnych i zaawansowanych technologicznie firm, co stanowi ich fundamentalny wkład w rozwój innowacyjnej gospodarki (Makiela, 2011, s. 27).

W kontekście regionalnego rozwoju gospodarczego, zarówno SSE, jak i PT odgrywają kluczową rolę w stymulowaniu wzrostu gospodarczego. SSE są szczególnie ważnym narzędziem wyrównywania różnic w rozwoju regionalnym, gdyż ich celem jest aktywizacja obszarów o wysokim bezrobociu oraz wspieranie regionów o słabszym potencjale gospodarczym (Dorożyński & Świerkocki, 2022, s. 33). PT z kolei, są często tworzone z myślą o wzmacnianiu lokalnych ekosystemów innowacji, promowaniu współpracy między nauką, a przemysłem oraz wspieraniu rozwoju zaawansowanych technologii, co znacząco przyczynia się do rozwoju regionów, w których są zlokalizowane (Makiela, 2011, s. 27-28).

Misja i cele SSE i PT są również powiązane z szerszymi strategiami rozwoju gospodarczego. W Polsce, oba te narzędzia są postrzegane jako istotne elementy polityki innowacyjnej i przemysłowej. Dzięki ich działaniom, Polska może skuteczniej konkurować na arenie międzynarodowej, rozwijając zaawansowane technologie i przyciągając inwestycje o wysokiej wartości dodanej.

Warto zauważyć, że skuteczność SSE i PT w realizacji ich misji i celów jest przedmiotem ciągłych badań i dyskusji. Niektóre analizy wskazują na pozytywny wpływ SSE na eksport firm i ich wydajność (Zeng, 2021, s. 10), podczas gdy inne podkreślają potrzebę bardziej zrównoważonego podejścia do rozwoju regionalnego. W odniesieniu do parków technologicznych, badania podkreślają ich istotną rolę w tworzeniu środowiska sprzyjającego innowacjom, ale również uwypuklają wyzwania związane z efektywną współpracą między światem nauki, a biznesem, co często stanowi barierę dla pełnego wykorzystania ich potencjału (Makiela, 2011, s. 27-28).

Patrząc w przyszłość można oczekiwać, że misja i cele SSE i PT będą ewoluować w odpowiedzi na nowe wyzwania gospodarcze i technologiczne. Prawdopodobne jest większe skupienie na wspieraniu innowacji w obszarach takich jak sztuczna inteligencja, biotechnologia czy technologie związane z zieloną energią. Możliwe jest również większe zintegrowanie działalności SSE i PT z szerszymi strategiami rozwoju inteligentnych miast i regionów.

Już dziś obserwuje się trend w kierunku tworzenia Stref Ekonomicznych 4.0, które koncentrują się na sektorach usług o wysokiej wartości dodanej, jednocześnie stając się bardziej przyjazne dla biznesu pod względem regulacji prawnych (Zeng, 2021, s. 5-6). Podobne zmiany zachodzą w PT, które przekształcają się w kompleksowe ekosystemy innowacji, łącząc funkcje badawcze, edukacyjne oraz biznesowe, co odpowiada na rosnące potrzeby współczesnej gospodarki opartej na wiedzy.

Równolegle na znaczeniu zyskuje koncepcja eko-parków przemysłowych, które łączą doświadczenia wcześniejszych modeli biznesowych z rozwiązaniami zorientowanymi na niskoemisyjny lub zielony wzrost (Zeng, 2021, s. 4). To podejście odzwierciedla rosnącą świadomość konieczności działania na rzecz zrównoważonego rozwoju oraz odpowiedzialności za środowisko naturalne, co z kolei wpisuje się w szersze globalne trendy w gospodarce

Podsumowując, misja i cele Specjalnych Stref Ekonomicznych i parków technologicznych odzwierciedlają dążenie do stymulowania wzrostu gospodarczego, przyciągania inwestycji i wspierania innowacyjności. Choć realizują te cele w nieco odmienny sposób, oba narzędzia odgrywają kluczową rolę w kształtowaniu krajobrazu gospodarczego Polski i innych krajów. Ich skuteczność i zdolność do adaptacji do zmieniających się warunków gospodarczych będą kluczowe dla przyszłego rozwoju ekonomicznego i technologicznego.

3.3. Wpływ specjalnych stref ekonomicznych i parków technologicznych na rozwój gospodarczy i innowacyjność kraju

Konkurencyjność, zarówno na poziomie mikro, jak i makro, ma kluczowe znaczenie dla wzrostu gospodarczego i jest złożonym zjawiskiem, na które wpływa wiele czynników. Środowisko makroekonomiczne (stabilność cen i kursów walutowych) jest niewątpliwie jednym z nich. Innowacje i produktywność na poziomie przedsiębiorstw również napędzają konkurencyjność kraju, co skutkuje wzrostem konkurencyjności eksportu. Ramy instytucjonalne (prawne i ekonomiczne) również decydują o konkurencyjności firm i kraju w

skali międzynarodowej. Badania ekonometryczne wskazują, że konkurencyjność pozytywnie wpływa na wzrost gospodarczy (Skare M. i in., 2022, s. 147-148).

W tym zakresie SSE i PT odgrywają istotną rolę w kształtowaniu krajobrazu gospodarczego, przyczyniając się do stymulowania wzrostu ekonomicznego, przyciągania inwestycji oraz wspierania innowacji.

SSE mają ciekawą historię swojego wpływu na rozwój gospodarczy. Ich koncepcja ewoluowała od prostych enklaw eksportowych do kompleksowych narzędzi polityki gospodarczej. W latach 70. i 80. XX wieku SSE były często postrzegane przez naukowców społecznych jako nowy wzorzec zachodniego imperializmu, służący eksploatacji krajów Trzeciego Świata przez korporacje międzynarodowe (Neveling, 2015, s. 1). Jednak z biegiem czasu oraz wraz z dynamicznymi zmianami w globalnej gospodarce, ta krytyczna perspektywa uległa transformacji, ukazując SSE jako skuteczny mechanizm wspierający rozwój gospodarczy, zwłaszcza w krajach rozwijających się.

Niektóre kraje, szczególnie w Azji Wschodniej, odniosły znaczące sukcesy w wykorzystaniu SSE do stymulowania wzrostu gospodarczego i transformacji przemysłowej. Na przykład, w Chinach SSE odegrały kluczową rolę w przyciąganiu inwestycji zagranicznych i promowaniu eksportu, przyczyniając się do szybkiego wzrostu gospodarczego kraju (Zeng, 2015, s. 6). Jednakże w innych regionach, np. w Dominikanie, rezultaty są mniej jednoznaczne. Wyzwania związane z implementacją SSE w tych regionach obejmują m.in. słabą infrastrukturę, niestabilność polityczną czy brak wykwalifikowanej siły roboczej (Zeng, 2021, s. 10).

W skali ponadnarodowej SSE są uznawane za istotne narzędzie promowania industrializacji i transformacji gospodarczej w wielu krajach rozwijających się (Zeng, 2021, s. 1). Ich wpływ na gospodarkę jest wielowymiarowy i obejmuje zarówno bezpośrednie korzyści ekonomiczne, takie jak tworzenie miejsc pracy i generowanie dochodów z eksportu, jak i bardziej nieuchwytnie korzyści pośrednie (Miształ & Kulakov, 2024, s. 302). Do tych ostatnich można zaliczyć:

- Podnoszenie kwalifikacji pracowników,
- Transfer technologii i innowacje,
- Dywersyfikacja gospodarki,
- Zwiększenie produktywności lokalnych firm (Zeng, 2013, s. 3).

Wyniki badań potwierdzają tezę, że sukces programów SSE przyspiesza wzrost gospodarczy oraz wspiera jego strukturalną transformację. Kluczowe dla ich powodzenia są

odpowiednia lokalizacja stref, integracja strategii stref z krajową strategią rozwoju, dogłębne zrozumienie rynku oraz wykorzystanie przewag komparatywnych. Ponadto, stworzenie przyjaznego środowiska biznesowego stanowi fundament, który umożliwia inwestorom skuteczne działanie w ramach SSE (Zeng, 2021, s. 1).

Zmiany te są widoczne również w kontekście Polski, gdzie po ponad dwóch dekadach funkcjonowania SSE wprowadzono istotne reformy w systemie wspierania nowych inwestycji. Kluczową rolę w tym względzie miała ustawa z dnia 10 maja 2018 r., która zmieniła zasady zwolnień podatkowych, rozszerzając możliwości korzystania z ulg na całe terytorium kraju. Przepisy te otworzyły nowe możliwości dla przedsiębiorców, pozwalając im realizować inwestycje zarówno na terenach publicznych, jak i prywatnych, choć z pewnymi zastrzeżeniami, takimi jak tereny z niezagospodarowanymi złożami kopalin.

Analizując te reformy, nowelizacja z 31 lipca 2019 r. poszerzyła zakres wsparcia dla inwestycji, uwzględniając także tereny z niezagospodarowanymi złożami kopalin. Tym samym przedsiębiorcy zyskali większą elastyczność w wyborze lokalizacji dla swoich inwestycji. Dalsze zmiany zostały wprowadzone 1 stycznia 2022 r., kiedy to nowelizacja ustawy wpłynęła na mapę pomocy regionalnej, co miało na celu jeszcze lepsze dostosowanie systemu wsparcia do aktualnych warunków ekonomicznych i priorytetów rozwojowych kraju (Polska Strefa Inwestycji, 2024).

Spółki zarządzające SSE, mimo zmian wprowadzonych przez ustawę o wspieraniu nowych inwestycji, nadal odgrywają kluczową rolę w systemie wsparcia inwestycji w Polsce. Ich głównym zadaniem jest wydawanie, w imieniu ministra gospodarki, decyzji o wsparciu nowych inwestycji w ramach programu „Polska Strefa Inwestycji”, a następnie monitorowanie realizacji warunków określonych w tych decyzjach. Ważnym elementem ich działalności jest również promocja przedsiębiorczości oraz nowych inwestycji. Spółki zarządzające aktywnie wspierają współpracę między przedsiębiorcami, społecznością lokalną i partnerami społecznymi, a także angażują się w dostosowywanie edukacji do potrzeb rynku pracy poprzez współpracę z instytucjami edukacyjnymi. Dodatkowo, tworzą narzędzia wspierające rozwój innowacyjnej gospodarki. Jednym z istotnych zadań SSE jest również doradztwo lokalizacyjne – rekomendują przedsiębiorcom optymalne miejsca dla nowych inwestycji, uwzględniając specyfikę regionu oraz potrzeby inwestora (Specjalne Strefy Ekonomiczne, 2019).

Realizując te zadania, w Polsce SSE odegrały znaczącą rolę w procesie transformacji gospodarczej kraju. Pierwotnym celem ich utworzenia było wyrównywanie poziomów rozwoju regionalnego i łagodzenie negatywnych skutków przemian gospodarczych, w tym wysokiego bezrobocia strukturalnego (Dorożyński & Świerkocki, 2022, s. 25). Z biegiem czasu, SSE stały

się ważnym narzędziem przyciągania inwestycji zagranicznych i stymulowania rozwoju lokalnego przemysłu.

Efekty działania SSE w Polsce są widoczne w różnych obszarach gospodarki. Obejmują one zmiany w wartości inwestycji, liczbie miejsc pracy i przedsiębiorstw, wielkości produkcji i eksportu, stanie środowiska naturalnego oraz sytuacji finansów publicznych. Co więcej, wpływ tych stref wykracza poza ich bezpośrednie granice, obejmując także otaczające regiony i generując efekty pośrednie oraz indukowane, które wspierają dalszy rozwój gospodarczy (Dorożyński & Świerkocki, 2022, s. 71).

Jednym z najbardziej znaczących aspektów wpływu SSE na gospodarkę Polski jest ich rola w przyciąganiu bezpośrednich inwestycji zagranicznych (BIZ). W tym względzie SSE są często postrzegane jako „przestrzenne maszyny akumulacji kapitału”, stworzone przez państwa w celu ułatwienia napływu kapitału zagranicznego. Oferując korzystne warunki regulacyjne oraz nowoczesną infrastrukturę, strefy te stają się szczególnie atrakcyjne dla zagranicznych inwestorów (Kleibert, 2018, s. 473). Ich zdolność do przyciągania kapitału ma bezpośredni wpływ na rozwój gospodarczy kraju, a wzrost napływu BIZ do Polski stanowi kluczowy element tego procesu.

Jednakże wpływ SSE na gospodarkę nie jest jednoznaczny i może różnić się w zależności od przyjętego kontekstu. Są bowiem badania, które wskazują na potrzebę bardziej zrównoważonego podejścia do rozwoju regionalnego (Piontek, 2020, s. 210). Tego typu zjawisko może ograniczać długoterminowy, zrównoważony rozwój regionów, gdzie funkcjonują SSE, co rodzi potrzebę integracji stref z otaczającymi je obszarami gospodarczymi, aby maksymalizować ich pozytywny wpływ na całą gospodarkę (Zeng, 2015, s. 3).

W kontekście innowacyjności i transferu technologii, PT pełni odmienną, choć komplementarną rolę w porównaniu do SSE. Ich wpływ na rozwój gospodarczy jest szczególnie silny, ponieważ tworzą ekosystem sprzyjający innowacjom, w którym przedsiębiorcy, naukowcy i instytucje edukacyjne mogą współpracować na rzecz tworzenia nowych technologii i rozwiązań.

Realizując tę rolę, wpływ PT na gospodarkę kraju jest wielowymiarowy. Przede wszystkim, parki te tworzą środowisko sprzyjające powstawaniu i rozwojowi innowacyjnych firm. Oferują one nie tylko infrastrukturę techniczną, ale również szereg usług wspierających, takich jak doradztwo biznesowe, pomoc w pozyskiwaniu finansowania czy wsparcie w zakresie ochrony własności intelektualnej (Krzemiński, 2010, s. 40). Dzięki temu firmy mają możliwość rozwijać innowacyjne produkty i usługi w sprzyjających warunkach, co przyczynia się do

wzrostu ich konkurencyjności Kolejnym istotnym aspektem działalności PT jest ich rola w transferze wiedzy i technologii między sferą nauki, a biznesem (Makieła, 2011, s. 27-28).

Odzwierciedlając te wielowymiarowe wpływy, według raportu IASP (2022), głównymi sektorami technologicznymi parków są:

- ICT (63,70%),
- biotechnologia (36,30%),
- inżynieria oprogramowania (28,30%),
- energetyka (26,50%),
- sztuczna inteligencja (21,20%) (Brzezicki, 2023, s. 158).

Biorąc pod uwagę różnorodność wymienionych sektorów technologicznych, PT mogą przyczyniać się do zwiększenia konkurencyjności regionalnej gospodarki poprzez:

- Stymulowanie powstawania i rozwoju innowacyjnych przedsiębiorstw,
- Przyciąganie inwestycji w sektory wysokich technologii,
- Tworzenie wysokiej jakości miejsc pracy,
- Wspieranie transferu technologii i komercjalizacji badań naukowych,
- Budowanie powiązań sieciowych między różnymi aktorami systemu innowacji (Makieła, 2011, s. 27-28).

Dokonując analizy komparatywnej wpływu SSE i PT na rozwój gospodarczy kraju na uwagę zasługuje fakt, że wpływ ten jest zróżnicowany. Wyniki badań pokazują, że SSE mogą przyczyniać się do tworzenia nowych miejsc pracy, zarówno bezpośrednio w strefach ekonomicznych, jak i pośrednio w otaczających regionach (Zeng, 2021, s. 12). W przypadku PT ich wpływ na rynek pracy jest często związany z tworzeniem wysokiej jakości miejsc pracy w sektorach zaawansowanych technologicznie. Parki te mogą przyczyniać się do rozwoju kapitału ludzkiego poprzez wspieranie kształcenia i szkolenia w obszarach związanych z nowoczesnymi technologiami (Makieła, 2011, s. 27-28).

Kolejnym aspektem jest innowacyjność, która odgrywa kluczową rolę w wpływie SSE oraz PT na gospodarkę. W SSE innowacyjność może być stymulowana zarówno przez transfer technologii od zagranicznych firm do lokalnych przedsiębiorstw, jak i przez presję konkurencyjną, która motywuje firmy do wprowadzania nowych rozwiązań. Co więcej transfer technologii oraz podnoszenie kwalifikacji pracowników w strefach znacząco wpłynęły na wzrost umiejętności i innowacyjności w lokalnych firmach, co przyczynia się do ich dalszego rozwoju (Zeng, 2021, s. 11-12). Parki technologiczne z kolei, ze względu na swoją naturę, są

bardziej bezpośrednio ukierunkowane na wspieranie innowacyjności. Ich wpływ na innowacyjność gospodarki może obejmować:

- Wspieranie powstawania i rozwoju start-upów technologicznych
- Ułatwianie komercjalizacji wyników badań naukowych
- Tworzenie platform współpracy między nauką, a biznesem
- Przyciąganie inwestycji w działalność badawczo-rozwojową
- Stymulowanie rozwoju klastrów technologicznych (Makieła, 2011, s. 27-28).

Dodatkowo czynniki takie jak jakość systemu edukacji, która kształtuje przyszłych pracowników, dostępność finansowania dla innowacyjnych przedsięwzięć, ochrona praw własności intelektualnej oraz ogólny klimat biznesowy mają kluczowe znaczenie dla zdolności tych narzędzi do generowania innowacji. Bez odpowiedniego wsparcia z tych obszarów nawet najbardziej zaawansowane struktury SSE i parków technologicznych mogą nie osiągnąć pełni swojego potencjału (Zeng, 2021, s. 1).

Wpływ SSE i PT na rozwój regionalny jest kolejnym aspektem ich oddziaływania na gospodarkę. W wielu przypadkach, narzędzia te są wykorzystywane jako instrumenty polityki rozwoju regionalnego, mające na celu zmniejszanie dysproporcji w rozwoju między różnymi regionami kraju (Dorożyński & Świerkocki, 2022, s. 33). Jednakże ich skuteczność w tym zakresie może być zróżnicowana. SSE mogą przyczyniać się do pogłębiania nierówności regionalnych, koncentrując rozwój w wybranych obszarach uprzywilejowanych, co często prowadzi do marginalizacji innych, słabiej rozwiniętych regionów (Piontek, 2020, s. 210). Z kolei w przypadku PT, ich wpływ na rozwój regionalny jest często związany z tworzeniem lokalnych ekosystemów innowacji i wspieraniem rozwoju klastrów technologicznych. Mogą one przyczyniać się do zwiększenia atrakcyjności regionu dla inwestorów, przyciągania wykwalifikowanych pracowników oraz stymulowania współpracy między lokalnymi przedsiębiorstwami, instytucjami naukowymi i władzami samorządowymi.

Wpływ SSE i PT na eksport jest kolejnym ważnym aspektem ich oddziaływania na gospodarkę. W przypadku SSE, jednym z głównych celów ich tworzenia jest często stymulowanie eksportu (Dorożyński & Świerkocki, 2022, s. 25). Badania przeprowadzone w Polsce wskazują na pozytywny związek między funkcjonowaniem firm w ramach SSE, a ich eksportem. Jednakże, skuteczność SSE w promowaniu eksportu może różnić się w zależności od kraju i kontekstu gospodarczego. Na przykład, w Dominikanie, Nikaragui czy Hondurasie mimo utworzenia SSE, nie zaobserwowano znaczącego pozytywnego wpływu na eksport ze względu na utrzymywanie polityki substytucji importu i barier handlowych (Zeng, 2021, s. 10).

PT choć nie są bezpośrednio ukierunkowane na promocję eksportu, mogą przyczyniać się do zwiększenia konkurencyjności międzynarodowej firm poprzez wspieranie innowacji i rozwoju zaawansowanych technologii. Mogą one pomagać firmom w dostępie do globalnych rynków i ułatwiać nawiązywanie międzynarodowych partnerstw biznesowych i technologicznych.

Należy zauważyć, że istotnym aspektem wpływu SSE i PT na gospodarkę kraju jest ich zdolność do przyciągania BIZ (Zeng, 2021, s. 1). Oferują one szereg zachęt dla inwestorów zagranicznych, takich jak ulgi podatkowe, uproszczone procedury administracyjne czy dostęp do infrastruktury (Zeng, 2021, s. 7-8). Jednakże, skuteczność SSE w przyciąganiu BIZ może zależeć od szeregu czynników, w tym od ogólnego klimatu inwestycyjnego w kraju, jakości infrastruktury czy stabilności politycznej i ekonomicznej (Zeng, 2021, s. 2-3). PT choć nie są tak bezpośrednio ukierunkowane na przyciąganie BIZ jak SSE, mogą również odgrywać istotną rolę w tym zakresie. Oferując dostęp do wykwalifikowanej kadry, infrastruktury badawczej oraz współpracy z lokalnymi instytucjami naukowymi, mogą przyciągać inwestycje w zaawansowane sektory technologiczne.

Istotnym elementem oddziaływania SSE i PT na gospodarkę kraju jest transfer technologii i wiedzy. SSE sprzyjają transferowi technologii poprzez interakcje między firmami zagranicznymi, a lokalnymi przedsiębiorstwami, organizację szkoleń dla pracowników oraz demonstrację nowych technologii. Skala tego transferu jednak może różnić się w zależności od lokalnych uwarunkowań. Badania nad efektywnością SSE w tym zakresie wskazują zarówno na znaczący wzrost umiejętności i transferu technologii, jak i na ograniczenia w realizacji tych korzyści w niektórych przypadkach (Zeng, 2021, s. 11-12). W przeciwieństwie do SSE, PT są bardziej bezpośrednio ukierunkowane na wspieranie transferu technologii i wiedzy. Odgrywają one kluczową rolę w budowaniu mostów między nauką, a biznesem, ułatwiając komercjalizację wyników badań naukowych i wspierając współpracę między uczelniami, a przedsiębiorstwami. Ta współpraca sprzyja wymianie wiedzy i doświadczeń pomiędzy różnorodnymi firmami oraz instytucjami działającymi w ramach parku technologicznego, co dodatkowo wzmacnia efektywność tego modelu.

Poza transferem technologii i wiedzy, wpływ SSE i PT na rozwój kapitału ludzkiego jest istotnym aspektem ich oddziaływania na gospodarkę kraju. SSE mogą przyczyniać się do rozwoju umiejętności pracowników poprzez szkolenia, transfer wiedzy od firm zagranicznych czy ekspozycję na nowe technologie (Zeng, 2015, s. 7-8). Jednakże, skala tego wpływu może być zróżnicowana i może zależeć od charakteru inwestycji przyciąganych do strefy. PT odgrywają szczególnie istotną rolę w rozwoju kapitału ludzkiego w obszarze zaawansowanych technologii. Poprzez bliską współpracę z uczelniami i instytutami badawczymi, mogą wspierać

kształcenie specjalistów w dziedzinach high-tech, oferować programy stażowe i praktyki dla studentów, a także ułatwiać przepływ wiedzy między sferą nauki, a biznesem.

Oprócz wpływu na konkurencyjność, oddziaływanie SSE i PT na finanse publiczne jest kolejnym ważnym aspektem ich roli w gospodarce. SSE mają dwojaki wpływ na finanse publiczne, zależny od perspektywy czasowej. W krótkim okresie, oferowane przez SSE ulgi podatkowe i inne zachęty finansowe mogą prowadzić do zmniejszenia wpływów do budżetu państwa. Te preferencyjne warunki, choć kluczowe dla przyciągnięcia inwestorów, początkowo skutkują niższymi wpłatami podatkowymi od firm działających w strefach. Jednakże w dłuższej perspektywie, SSE mogą pozytywnie wpłynąć na finanse publiczne. Przyciągając inwestycje i stymulując rozwój gospodarczy, strefy przyczyniają się do tworzenia nowych miejsc pracy, powstawania firm w regionie oraz rozwoju lokalnych łańcuchów dostaw. Te zjawiska prowadzą do poszerzenia bazy podatkowej poprzez zwiększenie liczby podatników i ogólnego poziomu aktywności gospodarczej. W rezultacie, mimo początkowego spadku, w długim okresie SSE mogą przyczynić się do wzrostu wpływów budżetowych, zarówno na poziomie lokalnym, jak i krajowym (Pastusiak i in., 2018, s. 273).

Podsumowując, wpływ SSE i PT na rozwój gospodarczy kraju jest złożony i wielowymiarowy. Obejmuje on aspekty takie jak przyciąganie inwestycji, tworzenie miejsc pracy, stymulowanie eksportu, wspieranie innowacji, transfer technologii, rozwój kapitału ludzkiego czy wpływ na konkurencyjność gospodarki. Jednakże, skuteczność tych narzędzi może się różnić w zależności od kontekstu gospodarczego, instytucjonalnego i społecznego. Doświadczenia różnych krajów pokazują, że SSE i PT mogą być skutecznymi instrumentami polityki gospodarczej, ale ich sukces zależy od wielu czynników. Kluczowe znaczenie ma integracja tych narzędzi z szerszą strategią rozwoju gospodarczego, zapewnienie odpowiedniego otoczenia instytucjonalnego i infrastrukturalnego, a także zdolność do adaptacji do zmieniających się warunków gospodarczych i technologicznych. W kontekście polskim, zarówno SSE, jak i PT odegrały istotną rolę w procesie transformacji gospodarczej i wspieraniu rozwoju innowacyjności. Niemniej skuteczność SSE i PT w stymulowaniu rozwoju gospodarczego i innowacyjności będzie zależeć od zdolności do tworzenia dynamicznych ekosystemów innowacji, łączących różnych aktorów - przedsiębiorstwa, instytucje naukowe, władze publiczne i społeczeństwo. W erze gospodarki opartej na wiedzy, to właśnie takie ekosystemy będą kluczowe dla długoterminowego wzrostu gospodarczego i konkurencyjności.

3.4. Mechanizmy wsparcia przedsiębiorczości i inwestycji w ramach specjalnych stref ekonomicznych i parków technologicznych

Mechanizmy wsparcia przedsiębiorczości i inwestycji w ramach SSE i PT stanowią ważny element polityki gospodarczej kraju. Narzędzia te mają za zadanie stymulowanie wzrostu gospodarczego, przyciąganie inwestycji oraz wspieranie innowacyjności, tworząc korzystne warunki dla przedsiębiorców i inwestorów, którzy chcą rozwijać swoje projekty w kraju. Ich działanie opiera się na zintegrowanych mechanizmach, które skutecznie wspierają przedsiębiorczość i wzrost gospodarczy, wpływając na rozwój kluczowych sektorów gospodarki.

Analizując ten aspekt z perspektywy SSE wskazuje się, że oferują one szereg narzędzi wsparcia, które koncentrują się na przyciąganiu inwestorów oraz stymulowaniu rozwoju przedsiębiorczości. Jednym z najważniejszych instrumentów są ulgi podatkowe. Na mocy przepisów o specjalnych strefach ekonomicznych, przedsiębiorcy działający w SSE mogą korzystać ze zwolnień z podatku dochodowego, co stanowi istotną ulgę finansową. W Polsce, na początku funkcjonowania SSE, przedsiębiorcy posiadający zezwolenie strefowe byli uprawnieni do całkowitego zwolnienia z podatku dochodowego przez pierwsze 10 lat działalności, a następnie korzystali z 50% ulgi przez kolejne lata, aż do zakończenia funkcjonowania strefy. Te preferencje podatkowe znacznie zmniejszyły koszty prowadzenia działalności, co sprawiało, że inwestycje w SSE były szczególnie atrakcyjne dla firm planujących rozwój na polskim rynku (Piontek, 2020, s. 213).

Oprócz ulg podatkowych, istotnym mechanizmem wsparcia oferowanym w ramach SSE jest dostęp do infrastruktury, co odgrywa kluczową rolę w ułatwieniu inwestorom rozpoczęcia działalności gospodarczej (Krzemiński, 2010, s. 38-39). SSE często zapewniają inwestorom dostęp do uzbrojonych terenów inwestycyjnych, które są w pełni wyposażone w niezbędne udogodnienia infrastrukturalne. Tereny te obejmują drogi dojazdowe, sieci energetyczne, wodociągowe, kanalizacyjne oraz łącza telekomunikacyjne, co znacznie przyspiesza proces inwestycyjny i obniża koszty związane z budową infrastruktury. Dostępność takich rozwiązań stanowi istotną zachętę dla przedsiębiorców, zwłaszcza tych, którzy realizują projekty w wymagających sektorach technologicznych.

SSE oferują również wsparcie administracyjne dla inwestorów. Zarządy SSE często oferują pomoc w procesie inwestycyjnym, ułatwiając kontakty z władzami lokalnymi oraz administracją centralną (Krzemiński, 2010, s. 38-39). Może to obejmować pomoc w uzyskaniu niezbędnych pozwoleń, interpretacji przepisów prawnych czy w rozwiązywaniu problemów

administracyjnych. Takie wsparcie jest szczególnie cenne dla inwestorów zagranicznych, którzy mogą nie znać dobrze lokalnych uwarunkowań prawnych i administracyjnych, co czyni ten mechanizm kluczowym elementem skutecznej działalności SSE.

Przechodząc do PT, mechanizmy wsparcia przedsiębiorczości i inwestycji są nieco odmienne. Jednym z kluczowych mechanizmów wsparcia w PT jest dostęp do specjalistycznej infrastruktury badawczej i technologicznej. Parki często oferują przedsiębiorcom dostęp do zaawansowanych laboratoriów, sprzętu badawczego i innych zasobów technicznych, które mogą być trudno dostępne lub zbyt kosztowne dla pojedynczych firm, szczególnie tych na wczesnym etapie rozwoju (Krzemiński, 2010, s. 40).

Oprócz dostępu do specjalistycznej infrastruktury, PT oferują wsparcie w postaci dostępu do wiedzy i ekspertyz. Parki technologiczne często współpracują z uczelniami wyższymi i instytutami badawczymi, co umożliwia przedsiębiorcom korzystanie z najnowszej wiedzy naukowej i technologicznej (Makieła, 2011, s. 27-28). Wsparcie to może obejmować dostęp do wyników badań naukowych, konsultacje z ekspertami akademickimi oraz możliwość współpracy w ramach projektów badawczo-rozwojowych, co sprzyja wprowadzaniu nowoczesnych rozwiązań technologicznych na rynek i zwiększa konkurencyjność firm działających w parkach.

PT oferują także szerokie wsparcie w zakresie inkubacji i akceleracji przedsiębiorstw, co stanowi kolejny istotny mechanizm wsparcia. Wiele parków prowadzi inkubatory przedsiębiorczości lub inkubatory technologiczne, które zapewniają kompleksową pomoc dla start-upów oraz młodych firm technologicznych (Makieła, 2011, s. 27). Inkubatory te oferują przedsiębiorcom preferencyjne warunki wynajmu przestrzeni biurowej, doradztwo biznesowe, wsparcie w pozyskiwaniu finansowania oraz mentoring ze strony doświadczonych przedsiębiorców. Dzięki temu młode firmy mogą nie tylko rozwijać swoje innowacyjne pomysły, ale także uzyskać wsparcie w zakresie rozwijania swojej działalności na rynku.

Istotnym mechanizmem wsparcia w PT jest ułatwianie networkingu i tworzenia powiązań biznesowych, co jest kluczowe dla dynamicznego rozwoju firm technologicznych. PT regularnie organizują wydarzenia networkingowe, konferencje branżowe oraz warsztaty, które stwarzają przedsiębiorcom możliwość nawiązywania kontaktów z potencjalnymi partnerami biznesowymi, inwestorami oraz klientami. Tego typu spotkania umożliwiają wymianę doświadczeń, identyfikację nowych szans rynkowych oraz zacieśnianie relacji biznesowych, co przekłada się na wzrost efektywności działalności firm działających w parkach (Makieła, 2011, s. 27-28).

Przechodząc do przedstawienia różnic między SSE i PT w zakresie mechanizmów wsparcia przedsiębiorczości i inwestycji, na uwagę zasługuje wsparcie dotyczące pozyskiwania finansowania dla przedsiębiorstw i inwestycji. W SSE, mechanizmy wsparcia finansowego mogą obejmować pomoc w uzyskaniu dotacji z funduszy unijnych lub innych publicznych źródeł finansowania, co przyczynia się do realizacji strategicznych inwestycji (Piszczek-Kaiser, 2012, s. 97). Z kolei PT, działające w środowisku innowacyjnym, często współpracują z funduszami venture capital, aniołami biznesu oraz instytucjami finansowymi, ułatwiając przedsiębiorcom dostęp do kapitału potrzebnego na rozwój nowych technologii i produktów. Dzięki temu, przedsiębiorcy mogą uzyskać finansowanie nie tylko na rozwój, ale także na skalowanie swojej działalności (Grzegorzczak, 2019, s. 13).

Biorąc pod uwagę doświadczenia międzynarodowe warto zauważyć, że mechanizmy wsparcia w SSE i PT różnią się w zależności od kraju i specyfiki lokalnej gospodarki. Na przykład, w Chinach, które odniosły znaczący sukces w wykorzystaniu SSE do stymulowania wzrostu gospodarczego, kluczowe elementy wsparcia obejmowały:

- Silne zaangażowanie i wsparcie rządu w pilotowanie reform rynkowych,
- Decentralizację władzy i tworzenie otwartego i sprzyjającego otoczenia prawnego i politycznego dla SSE,
- Znaczące inwestycje w infrastrukturę, w tym drogi, wodę, elektryczność, gaz, kanalizację, telefony i porty,
- Oferowanie różnorodnych usług biznesowych, w tym księgowości, doradztwa prawnego, planowania biznesowego, marketingu czy pomocy w imporcie i eksporcie (Zeng, 2015, s. 6).

Doświadczenia chińskie pokazują, że skuteczne mechanizmy wsparcia wymagają kompleksowego podejścia, łączącego zachęty fiskalne z inwestycjami w infrastrukturę i rozwojem kapitału ludzkiego.

Warto również zwrócić uwagę na rolę SSE i PT w realizacji strategii inteligentnych specjalizacji. Koncepcja ta, promowana przez Unię Europejską, zakłada koncentrację zasobów na wybranych obszarach gospodarki, w których dany region ma największy potencjał konkurencyjny (Witczyńska, 2018, s. 675-676).

Podsumowując, mechanizmy wsparcia przedsiębiorczości i inwestycji w ramach SSE i PT obejmują one szeroki zakres instrumentów - od zachęt fiskalnych, przez wsparcie infrastrukturalne, po programy rozwoju kompetencji i ułatwiania współpracy między różnymi podmiotami. Skuteczność tych mechanizmów zależy od ich dostosowania do lokalnych

warunków gospodarczych, potrzeb przedsiębiorców i inwestorów oraz globalnych trendów technologicznych i ekonomicznych. Kluczowe znaczenie ma elastyczność i zdolność adaptacji tych mechanizmów do zmieniających się warunków. W erze szybkich zmian technologicznych i gospodarczych, SSE i PT muszą stale ewoluować, aby pozostać skutecznymi narzędziami wspierania przedsiębiorczości i innowacji. Jednocześnie, ważne jest zapewnienie, że korzyści płynące z tych mechanizmów są szeroko dystrybuowane i przyczyniają się do zrównoważonego rozwoju gospodarczego całych regionów i kraju. Wyzwaniem na przyszłość będzie znalezienie odpowiedniej równowagi między koncentracją zasobów, a ich rozproszeniem, między wsparciem dla wybranych sektorów, a tworzeniem warunków dla szerokiej przedsiębiorczości, między przyciąganiem inwestycji zagranicznych, a wspieraniem rozwoju lokalnych firm.

Rozdział IV

Strategiczne zastosowania AI w optymalizacji procesów ekonomicznych przedsiębiorstw

4.1. Automatyzacja procesów ekonomicznych za pomocą AI

W obecnej erze cyfrowej transformacji rozwój sztucznej inteligencji stanowi rewolucyjny przełom porównywalny do wynalezienia komputera, otwierając nowe horyzonty w procesie automatyzacji. Ciągłe postępy zachodzące w sferze SI mogą radykalnie zmienić sposób wykonywania pracy, prowadząc jednocześnie do dewaluacji niektórych ludzkich kompetencji (Figiel, 2022, s. 18). Jednym ze skutków rozwoju technologii informacyjno-komunikacyjnych (ICT), w tym SI, jest znaczący wzrost automatyzacji procesów w wielu sektorach gospodarki, szczególnie w usługach biznesowych i konsumenckich (Symela & Stępnikowski, 2021, s. 24).

Wyniki badań przeprowadzonych z 2023 roku pokazują, że przedsiębiorstwa na całym świecie najczęściej wykorzystują sztuczną inteligencję (AI) w automatyzacji procesów IT (33%) oraz w bezpieczeństwie i wykrywaniu zagrożeń (26%). Istotne znaczenie ma również monitorowanie AI (25%), a także analiza biznesowa i automatyzacja dokumentów (po 24%). Inne kluczowe obszary to automatyzacja procesów ekonomicznych, sieciowych, cyfrowa praca, marketing, sprzedaż i wykrywanie oszustw (po 22%). Wyniki te podkreślają szerokie zastosowanie AI w różnych aspektach działalności firm, z naciskiem na optymalizację operacji i bezpieczeństwo.

Tabela 14. Obszary działalności biznesowej wykorzystujące AI w firmach w 2023 roku

Obszar działalności biznesowej	Wartość
Automatyzacja procesów IT	33%
Bezpieczeństwo i wykrywanie zagrożeń	26%
Monitorowanie AI	25%
Analiza biznesowa lub wywiad gospodarczy	24%
Automatyzacja przetwarzania, rozumienia i przepływu dokumentów	24%
Automatyzacja odpowiedzi i działań samoobsługowych dla klientów lub pracowników	23%
Automatyzacja procesów biznesowych	22%
Automatyzacja procesów sieciowych	22%
Cyfrowa praca (digital labor)	22%
Marketing i sprzedaż	22%

Wykrywanie oszustw	22%
Wyszukiwanie i odkrywanie wiedzy	21%
Zasoby ludzkie i pozyskiwanie talentów	19%
Planowanie finansowe i analiza	18%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: (Business departments exploring artificial intelligence (AI) use cases in companies in 2023, Statista 2023).

Czwarta rewolucja przemysłowa, znana również jako rewolucja cyfrowa, różni się od poprzednich etapów industrializacji w kilku kluczowych aspektach:

- Innowacje mogą być rozwijane i rozpowszechniane szybciej niż kiedykolwiek wcześniej,
- Malejące koszty krańcowe produkcji i rosnące znaczenie platform cyfrowych prowadzą do zwiększenia rentowności w wielu sektorach,
- Globalna rewolucja cyfrowa ma wpływ na wszystkie kraje, niezależnie od ich położenia geograficznego,
- Nowe technologie integrują świat fizyczny, cyfrowy i biologiczny, fundamentalnie zmieniając funkcjonowanie współczesnego społeczeństwa (Golinowski, 2022, s. 66).

W centrum technologicznej rewolucji leży wspomniana wcześniej koncepcja Przemysłu 4.0, która w tym miejscu zasługuje na pogłębioną analizę. Jej celem jest wyjaśnienie, w jaki sposób cyfryzacja i automatyzacja mogą przekształcić organizację globalnych łańcuchów wartości. Kluczowe technologie tworzące czwartą rewolucję przemysłową obejmują Internet rzeczy, sztuczną inteligencję, analizę danych, uczenie maszynowe, przetwarzanie w chmurze, rozszerzoną i wirtualną rzeczywistość, druk 3D oraz inteligentną robotykę (Nosalska & Rządca, 2023, s. 70-71).

W ramach innowacji oferowanych przez Przemysł 4.0, szczególną rolę odgrywają coboty (roboty współpracujące z człowiekiem) oraz hiperautomatyzacja - zaawansowana forma automatyzacji wykorzystująca SI i big data oraz inteligentne roboty.

Doskonałym przykładem korzystania z robotów jest firma Amazon, która zrewolucjonizowała swoje centra logistyczne poprzez wdrożenie robotów KIVA opartych na AI. Efekty tej implementacji są niezwykle imponujące: dzienny poziom obsługi wzrósł z 700 tysięcy do 1,5 miliona produktów. Co więcej, wydajność pojedynczego pracownika uległa drastycznej poprawie - obecnie może on przygotować do wysyłki 300 wyrobów na godzinę, co stanowi trzykrotny wzrost w porównaniu do poprzedniego stanu. Warto podkreślić, że ta zwiększona wydajność nie odbywa się kosztem dokładności - system utrzymuje niezwykle precyzyjną precyzję na poziomie 99,99% (Pawlicka & Bał, 2021, s. 31-32). Ten przykład jasno pokazuje,

jak AI może transformować operacje logistyczne, przynosząc wymierne korzyści w zakresie wydajności i dokładności.

Przemysł produkcyjny również doświadcza znaczących korzyści dzięki automatyzacji i AI. Zastosowanie zaawansowanych systemów monitorowania i diagnozowania maszyn, wykorzystujących uczenie maszynowe i AI, umożliwia predykcyjne utrzymanie ruchu. Systemy te analizują ogromne ilości danych w czasie rzeczywistym, pozwalając na precyzyjne przewidywanie potencjalnych awarii i planowanie konserwacji z wyprzedzeniem. W praktyce przekłada się to na redukcję nieplanowanych przestojów nawet o 30-50% (Korbiel i in., 2023, s. 145-146). Ponadto, pełna automatyzacja procesów produkcyjnych nie tylko zwiększa wydajność, ale także elastyczność produkcji. Przykładowo, producenci samochodów implementujący zaawansowane rozwiązania AI są w stanie zwiększyć możliwości personalizacji pojazdów o około 50%, jednocześnie skracając czas produkcji o 20% (Radziejewicz, 2021, s. 251).

W obszarze zarządzania zapasami, systemy oparte na AI, takie jak zaawansowane Warehouse Management Systems (WMS), istotnie zmieniają sposób, w jaki firmy kontrolują swoje zasoby. Systemy te umożliwiają automatyczne zarządzanie stanem magazynowym, precyzyjne śledzenie ruchu towarów oraz dynamiczne dostosowywanie poziomów zapasów do aktualnych potrzeb rynku. Praktyczne zastosowanie tych rozwiązań w dużych sieciach handlowych przynosi imponujące rezultaty - redukcję nadmiernych zapasów o 20-30%, przy jednoczesnym zmniejszeniu przypadków braku towaru o 50% (Korbiel i in., 2023, s. 147-148). Te statystyki jasno pokazują, jak AI może optymalizować zarządzanie łańcuchem dostaw, minimalizując koszty związane z przechowywaniem nadmiernych zapasów, a jednocześnie zapewniając wysoką dostępność produktów dla klientów.

Bezpieczeństwo pracy to kolejny kluczowy obszar, w którym AI i automatyzacja przynoszą wymierne korzyści. W zakładach przemysłowych, wykorzystanie inteligentnych czujników i zaawansowanych systemów monitorowania opartych na AI może zmniejszyć ryzyko wypadków nawet o 40%. Te systemy są w stanie wykrywać potencjalne zagrożenia w czasie rzeczywistym, informować pracowników i podejmować działania prewencyjne w sposób automatyczny. Dodatkowo, innowacyjne zastosowanie technologii wirtualnej rzeczywistości (VR) do szkolenia pracowników w realistycznych, ale bezpiecznych warunkach symulowanych scenariuszy awaryjnych, może przyczynić się do redukcji liczby wypadków przy pracy o około 30% (Korbiel i in., 2023, s. 147). Te przykłady jasno ilustrują, jak technologie AI mogą znacząco podnieść poziom bezpieczeństwa w miejscu pracy, chroniąc

zdrowie i życie pracowników, a jednocześnie minimalizując koszty związane z wypadkami i przestojami produkcyjnymi.

W sferze obsługi klienta, implementacja zaawansowanych chatbotów i asystentów wirtualnych opartych na AI również przynosi istotne zmiany. Banki i instytucje finansowe wdrażające takie rozwiązania są w stanie obsłużyć nawet 70% zapytań klientów bez interwencji człowieka. Przekłada się to na imponującą 30% redukcję kosztów obsługi klienta, przy jednoczesnym znaczącym skróceniu czasu oczekiwania na odpowiedź (Garbarski & Tkaczyk, 2023, s. 113). Co więcej, dzięki zdolnościom uczenia się i ciągłego doskonalenia, systemy AI są w stanie zapewnić spersonalizowaną i coraz bardziej efektywną obsługę, co prowadzi do zwiększenia satysfakcji klientów. Ten przykład pokazuje, jak AI może jednocześnie poprawić jakość obsługi klienta i obniżyć koszty operacyjne, co stanowi kluczowy czynnik konkurencyjności w sektorze usług.

W dziedzinie optymalizacji łańcucha dostaw, wykorzystanie AI i zaawansowanych algorytmów uczenia maszynowego otwiera nowe możliwości. Systemy te są w stanie analizować ogromne ilości danych, uwzględniając takie czynniki jak historyczne wzorce sprzedaży, trendy rynkowe, warunki pogodowe czy wydarzenia społeczno-ekonomiczne, aby precyzyjnie prognozować zapotrzebowanie na produkty. Dodatkowo, AI umożliwia dynamiczną optymalizację tras transportu, uwzględniając w czasie rzeczywistym takie zmienne jak natężenie ruchu, warunki drogowe czy dostępność pojazdów. Firmy logistyczne implementujące te zaawansowane rozwiązania mogą osiągnąć redukcję kosztów transportu o 15-20% i skrócić czas dostawy nawet o 25% (Korbiel i in., 2023, s. 147-148). Te wyniki pokazują, jak AI może przyczynić się do znacznego zwiększenia efektywności całego łańcucha dostaw, co przekłada się na lepszą obsługę klientów i zwiększoną rentowność operacji logistycznych.

Warto podkreślić, że skuteczne wdrożenie tych innowacyjnych rozwiązań wymaga starannego planowania i systematycznego podejścia. Kluczowe etapy tego procesu obejmują:

- Opracowanie szczegółowego uzasadnienia biznesowego, które jasno określa cele i oczekiwane korzyści z wdrożenia AI,
- Stworzenie kompleksowej i dobrze zorganizowanej bazy danych, która stanowi fundament dla efektywnego funkcjonowania systemów AI,
- Dokładną ocenę dostępnych zasobów i wybór odpowiedniego modelu wdrażania, który najlepiej odpowiada specyfice danego przedsiębiorstwa,

- Integrację nowych rozwiązań AI ze wszystkimi istniejącymi procesami biznesowymi, co wymaga często gruntownej reorganizacji dotychczasowych praktyk (Pawlicka & Bal, 2021, s. 31).

Ponadto, kluczowym aspektem udanej transformacji cyfrowej jest przygotowanie pracowników do funkcjonowania w nowym, zautomatyzowanym środowisku. Wymaga to często szeroko zakrojonych programów szkoleń i przekwalifikowania, które pozwolą pracownikom na efektywne współdziałanie z systemami AI i koncentrowanie się na zadaniach wymagających kreatywności i umiejętności interpersonalnych.

Automatyzacja procesów ekonomicznych za pomocą AI i zaawansowanych systemów decyzyjnych staje się kluczowym elementem transformacji cyfrowej przedsiębiorstw, odpowiadając na rosnące wyzwania związane z przetwarzaniem ogromnych ilości danych. Menedżerowie, przytłaczani informacjami, coraz częściej sięgają po automatyczne systemy decyzyjne (ADM), które przejmują część procesu decyzyjnego. ADM, będące procesami inżynierii społecznej, delegują część decyzji na systemy informatyczne, często wykorzystując sztuczną inteligencję. Te systemy charakteryzują się różnymi poziomami złożoności, a ich cechą jest zdolność do autonomicznego reagowania na zmiany w środowisku bez ciągłej ingerencji człowieka (Hawranek i in., 2021, s. 75).

W dojrzałych przedsiębiorstwach, wdrożenie cyfrowych technologii prowadzi do automatyzacji czynności operacyjnych w procesie zarządzania zakupami, pozwalając skupić się na działaniach strategicznych. Według raportu firmy Deloitte, zakupy strategiczne stają się bardziej przewidywalne, a operacyjne - bardziej zautomatyzowane. L. Willcocks wskazuje na potencjał zastosowania dziewięciu technologii oznaczonych skrótem SMAC/BRAID w procesie zakupowym¹.

¹ SMAC:

S - Social Media (Media społecznościowe): Wykorzystanie platform społecznościowych do analizy opinii klientów, trendów rynkowych, czy nawet do bezpośrednich interakcji z dostawcami i partnerami.

M - Mobile (Technologie mobilne): Umożliwiają one pracownikom działu zakupów dostęp do systemów i danych z dowolnego miejsca, co wspiera elastyczność i szybsze podejmowanie decyzji.

A - Analytics (Analityka): Zaawansowane narzędzia analityczne, które przetwarzają i interpretują dane, pomagając w podejmowaniu lepszych decyzji zakupowych na podstawie trendów, wydajności dostawców, kosztów itp.

C - Cloud (Chmura obliczeniowa): Technologie chmurowe pozwalają na elastyczne zarządzanie danymi i aplikacjami, ułatwiając współpracę, skalowalność, oraz dostępność informacji w czasie rzeczywistym.

BRAID:

B - Blockchain: Może być wykorzystywany do tworzenia przejrzystych i bezpiecznych rejestrów transakcji zakupowych, poprawiając zaufanie i przejrzystość w relacjach z dostawcami.

R - Robotics (Robotyka): Automatyzacja powtarzalnych zadań w procesie zakupowym, takich jak weryfikacja faktur, monitorowanie zapasów, czy przetwarzanie zamówień.

A - Artificial Intelligence (Sztuczna inteligencja): AI wspiera predykcję zapotrzebowania, optymalizację łańcucha dostaw, a także personalizację zakupów i automatyzację zadań.

I - Internet of Things (Internet Rzeczy): IoT może monitorować zasoby w czasie rzeczywistym, automatycznie generując zamówienia na podstawie bieżącego zużycia lub potrzeb.

Analiza tych technologii pokazuje, że ich wspólnym mianownikiem są dane, traktowane jako aktywo firmy. Integracja różnych technologii cyfrowych prowadzi do powstania inteligentnego procesu automatyzacji (IPA). Media społecznościowe i Internet rzeczy dostarczają danych, technologie mobilne i chmura obliczeniowa usprawniają dostęp do nich, a Big Data, AI i RPA przetwarzają je w użyteczne informacje. Blockchain natomiast zapewnia bezpieczeństwo danych. Wdrożenie tych technologii w procesie zakupowym wymaga nie tylko reorganizacji procesów, ale także nabycia nowych kompetencji przez pracowników. Przewiduje się, że do 2025 roku 95% czynności procesu zakupowego na poziomie operacyjnym będzie można zautomatyzować. To spowoduje, że pracownicy obszaru zakupów będą się koncentrować na działaniach przynoszących największą wartość (Kulikowska, 2023, s. 111).

Biorąc pod uwagę rozwój AI w różnych segmentach (robotyka AI, technologia autonomiczna i sensory, widzenie komputerowe, uczenie maszynowe oraz przetwarzanie języka naturalnego) w latach 2024-2030, na uwagę zasługują szczególnie dwa: uczenie maszynowe oraz robotyka AI. Uczenie maszynowe wykazuje imponujący wzrost, z 79,29 mld USD w 2024 roku do 503,4 mld USD w 2030 roku, co czyni je jednym z kluczowych motorów rozwoju sztucznej inteligencji, mającym szerokie zastosowanie w analizie danych, automatyzacji i predykcji. Robotyka AI, choć nieco mniejsza, również notuje dynamiczny wzrost, osiągając 64,35 mld USD w 2030 roku (z 17,03 mld USD w 2024 roku), co wskazuje na coraz większe zastosowanie inteligentnych robotów w przemyśle i logistyce.

Tabela 15. Wielkość światowego rynku AI w podziale na segmenty. Prognoza na lata 2024-2030

Rysunek	Jednostka	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Wielkość rynku	mld USD	184	243,7	320,1	415,6	529,2	667,7	826,7
Wielkość rynku - Robotyka AI	mld USD	17,03	22,52	29,16	36,78	44,96	54,2	64,35
Wielkość rynku - Technologia autonomiczna i sensory	mld USD	25,51	30,51	35,25	39,77	44,07	49,15	55,25
Wielkość rynku - Widzenie komputerowe	mld USD	25,8	29,27	32,57	35,71	38,7	42,39	46,96
Wielkość rynku - Uczenie maszynowe	mld USD	79,29	113,1	159,8	221,7	298,7	394	503,4
Wielkość rynku - Przetwarzanie języka naturalnego	mld USD	36,42	48,31	63,35	81,67	102,8	128	156,8

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: (Market size and revenue comparison for artificial intelligence worldwide from 2018 to 2030 (in billion U.S. dollars), Statista 2018).

D - Distributed Ledger Technology (Technologie rozproszonego rejestru): Współdzielenie danych między wieloma stronami w sposób bezpieczny i niezmienny, co ma znaczenie np. w monitorowaniu łańcucha dostaw.

Wśród krajów, które wdrażają sztuczną inteligencję w przedsiębiorstwach, na szczególną uwagę zasługują Chiny, które wyróżniają się najwyższym wskaźnikiem wdrożenia AI spośród badanych krajów. W 2022 roku, aż 58% chińskich przedsiębiorstw wdrożyło technologie AI, przy czym jedynie 30% było w fazie eksploracji AI. Oznacza to, że Chiny są liderem w zakresie praktycznego zastosowania sztucznej inteligencji, co może wynikać z intensywnych inwestycji w nowoczesne technologie oraz wsparcia rządowego. Warto zauważyć, że w krajach takich jak Indie i Singapur również istnieje silna adopcja AI, jednak Indie bardziej skupiły się na wdrożeniach (57%), podczas gdy Singapur zanotował większy udział firm eksplorujących AI (46%) w porównaniu do wdrożonych technologii (39%).

Tabela 16. Wdrożenie sztucznej inteligencji w przedsiębiorstwach w wybranych krajach w 2022 roku

Kraj / Region	Eksploracja AI (%)	Wdrożenie AI (%)
Chiny	30	58
Singapur	46	39
Indie	27	57
Włochy	41	42
Zjednoczone Emiraty Arabskie	40	38
Niemcy	44	34
Globalnie	42	34
Hiszpania	45	31
Kanada	48	28
Francja	44	31
Wielka Brytania	47	26
Ameryka Łacińska	43	29
Stany Zjednoczone	43	25
Australia	44	24
Korea Południowa	46	22

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: (Rate of adoption and deployment of artificial intelligence (AI) in enterprise globally and in selected countries in 2022, Statista 2022).

Warto podkreślić, że Polska w porównaniu do sąsiadujących krajów, takich jak Czechy, Węgry czy Słowacja, wolniej wdraża zaawansowane technologie. Przyczyny tego mogą tkwić nie tylko w opóźnieniach technologicznych, ale również w podejściu menedżerów do rozwiązań oferowanych przez Przemysł 4.0 (Nosalska & Rządca, 2023, s. 72).

Niemniej pomimo pozornego opóźnienia, najnowsze badania rzucają nowe światło na potencjał innowacyjny polskich przedsiębiorstw w kontekście adaptacji technologii Przemysłu 4.0. Badanie przeprowadzone w 2022 roku na 400 polskich firmach prowadzi do interesujących wniosków. Badanie objęło zróżnicowaną grupę przedsiębiorstw: produkcyjnych i usługowych,

małych, średnich i dużych, z udziałem kapitału polskiego powyżej 50% i minimum 10% przychodów z rynków zagranicznych. Kluczowe wyniki badania wskazują, że inicjowanie strategicznych zmian, w tym związanych z technologią, jest rozproszone na różnych szczeblach przedsiębiorstw. Ponad 70% przedsiębiorstw angażuje się w te procesy, co oznacza, że potrzeba innowacji i wdrażania nowych technologii jest rozumiana nie tylko przez najwyższe kierownictwo, ale także przez menedżerów średniego szczebla i specjalistów. To może sprzyjać szybszej adaptacji rozwiązań Przemysłu 4.0 w przyszłości. W badaniu wyodrębniono również dwie grupy przedsiębiorstw: 29 firm, które silnie koncentrują się na zarówno eksploracji, jak i eksploatacji nowych technologii, oraz 59 firm, które wykazują niską skłonność do działań w obu tych wymiarach. Wyniki te oznaczają, że chociaż znaczna część firm opóźnia się we wdrażaniu rozwiązań Przemysłu 4.0, istnieje grupa liderów, którzy mogą stać się pionierami w adaptacji zaawansowanych technologii, napędzając tym samym innowacyjność w Polsce (Ciszewska-Mlinariči in., 2023, s. 85-86).

Tabela 17. Innowacje w modelach biznesowych (skala 1-7 gdzie: 1- korzystamy w bardzo małym stopniu, 7-korzystamy w bardzo dużym stopniu)

Kategoria	Przedsiębiorstwa bez jasno sprecyzowanej logiki zmian modelu biznesowego	Przedsiębiorstwa z wysoką dwutorowością organizacyjną	Cała próba
Opracowanie radykalnie nowych produktów i/lub usług	3,03	4,52	6,79
Identyfikacja i obsługa całkowicie nowych rynków i segmentów klientów	4,31	4,77	6,28
Rozwijanie i/lub pozyskiwanie nowych zasobów i kompetencji	3,49	4,92	6,83
Rozwijanie nowych podstawowych procesów i działań	4,24	5,24	6,41
Nawiązywanie relacji z nowymi strategicznymi partnerami biznesowymi	3,76	5,07	6,52
Rozwijanie nowych narzędzi do budowania relacji z klientami	4,27	5,16	6,66
Sprzedż produktów i/lub usług za pomocą nowych kanałów	3,75	4,97	6,48
Wprowadzenie istotnych zmian w strukturze kosztów operacyjnych	3,69	5,12	6,69
Opracowaliśmy nowe sposoby generowania przychodów	3,8	4,61	6,21
Dokonaliśmy lub jesteśmy w trakcie istotnej zmiany podstawowego modelu biznesowego	2,03	2,44	6,03

Źródło: (Ciszewska-Mlinariči in., 2023, s. 87).

Na czele innowacji biznesowych stoi automatyzacja procesów z wykorzystaniem AI, która staje się kluczowym elementem transformacji cyfrowej przedsiębiorstw. Jedną z wiodących technologii w tym obszarze jest wspomniana wcześniej robotyzacja procesów biznesowych, znana również jako zrobotyzowana automatyzacja procesów (RPA), która umożliwia automatyzację powtarzalnych i opartych na regułach procesów gospodarczych (Kulikowska, 2023, s. 102).

Należy podkreślić, że w latach 2025-2030 globalny rynek automatyzacji procesów robotycznych wykazuje dynamiczny wzrost, zwiększając swoją wartość z 7,01 miliarda USD w 2025 roku do 13,39 miliarda USD w 2030 roku.

Tabela 18. Wielkość globalnego rynku automatyzacji procesów robotycznych (RPA). Prognoza na lata 2025-2030

Rok	Wielkość rynku (w miliardach USD)
2025	7,01
2026	8,33
2027	9,66
2028	10,96
2029	12,22
2030	13,39

Zródło: Robotic process automation (RPA) market size worldwide from 2020 to 2030, Statista 2023.

Podsumowując, automatyzacja procesów wykracza poza granice pojedynczych przedsiębiorstw, umożliwiając nowe formy współpracy między firmami. Inteligentne urządzenia są zdolne do bezpośredniej wymiany informacji, co stanowi wyzwanie dla tradycyjnych, hierarchicznych form organizacyjnych (Latusek-Jurczak, 2023, s. 342).

4.2. Analiza danych i predykcja za pomocą narzędzi AI

Analiza danych i predykcja za pomocą narzędzi AI stają się fundamentalnymi elementami w nowoczesnym biznesie i przemyśle, oferując niezrównane możliwości w zakresie optymalizacji procesów, podejmowania decyzji i przewidywania przyszłych trendów. Praktyczne zastosowania tych technologii obejmują szeroki zakres dziedzin, od szczegółowej analizy biznesowej po zaawansowane systemy utrzymania ruchu w zakładach produkcyjnych.

W obszarze analizy biznesowej, narzędzia AI rewolucjonizują sposób, w jaki firmy pozycjonują swoich klientów. Proces ten wykracza poza tradycyjną analizę demograficzną, umożliwiając precyzyjne określanie grup potencjalnych klientów poprzez skrupulatną analizę ich wieku, płci, miejsca zamieszkania i poziomu wykształcenia. Co więcej, zaawansowane

systemy *Business Intelligence* nie tylko tworzą szczegółowe raporty dotyczące decyzji zakupowych, ale także umożliwiają kompleksową analizę finansową firmy, identyfikując potencjalne obszary oszczędności i optymalizacji. Praktycznym przykładem jest możliwość tworzenia scenariuszy „*what if?*”, które pozwalają firmom przewidywać potencjalne zyski i straty różnych strategii biznesowych zmiennymi, która zgodnie z założeniem izomorfizmu odzwierciedla relacje między zmiennymi opisującymi własności świata danego procesu społecznego czy rzeczywistości (Zabroń & Wołoszyn, 2023, s. 187).

Oprogramowanie bazujące na sztucznej inteligencji automatyzuje proces analizy danych, co prowadzi do identyfikacji nowych, często nieoczywistych wzorców i zależności. W praktyce przekłada się to na szereg konkretnych korzyści:

- Błyskawiczne przetwarzanie ogromnych ilości danych, umożliwiające identyfikację ukrytych wzorców, które mogłyby umknąć ludzkiemu analitykowi,
- Tworzenie zaawansowanych prognoz opartych na analizie danych z setek różnych źródeł, co pozwala na precyzyjne przewidywanie trendów rynkowych,
- Pogłębioną analizę preferencji konsumentów, umożliwiającą personalizację oferty i optymalizację kanałów marketingowych,
- Ujednolicanie i integrację danych z różnorodnych źródeł i platform, co daje całościowy obraz sytuacji biznesowej,
- Przeprowadzanie zaawansowanych analiz predykcyjnych i normatywnych, które wykraczają poza proste analizy diagnostyczne (Zabroń & Wołoszyn, 2023, s. 191-192).

W sektorze przemysłowym, technologie predykcyjne oparte na AI i uczeniu maszynowym znajdują praktyczne zastosowanie. Systemy te są w stanie przewidywać potencjalne awarie maszyn z imponującą dokładnością. Pozwala to na planowanie konserwacji z wyprzedzeniem, co w praktyce przekłada się na znaczące zmniejszenie nieplanowanych przestoju i redukcję kosztów napraw. Dodatkowo, automatyzacja procesów serwisowych, wykorzystująca zaawansowane roboty do wykonywania rutynowych czynności konserwacyjnych, nie tylko skraca czas przestoju, ale także umożliwia pracownikom skupienie się na bardziej złożonych i strategicznych zadaniach (Korbiel i in., 2023, s. 145-146).

Zastosowanie zaawansowanych algorytmów uczenia maszynowego do przewidywania zachowań konsumentów oferuje przedsiębiorstwom liczne korzyści, w tym precyzyjną segmentację odbiorców. Dzięki temu można łatwo zidentyfikować grupy docelowe, które mają wysokie prawdopodobieństwo podjęcia pożądanego działania, takich jak otwieranie wiadomości e-mail, dokonywanie zakupów w określonych kategoriach czy powrót do porzuconych

koszyków. Prognozy oparte na sztucznej inteligencji poprawiają również skuteczność kampanii marketingowych, zwłaszcza poprzez udoskonalone targetowanie w narzędziach takich jak Facebook Ads i Google Ads, co bezpośrednio przekłada się na lepsze wyniki kampanii. Dodatkowo, AI umożliwia optymalizację kosztów komunikacji, pozwalając skupić zasoby na odbiorcach o największym potencjale odpowiedzi, co ogranicza zbędne wydatki i zwiększa zwrot z inwestycji. Personalizacja doświadczeń klientów to kolejna zaleta, ponieważ AI pozwala na precyzyjne dostosowanie komunikatów do preferencji użytkowników, jednocześnie eliminując nieskuteczne próby zachęcania do działań, które nie odpowiadają ich oczekiwaniom. Co więcej, sztuczna inteligencja wspiera podejmowanie decyzji biznesowych w czasie rzeczywistym, dostarczając regularnie aktualizowane prognozy, które uwzględniają bieżące zmiany rynkowe. Kluczowym elementem tej technologii jest również elastyczność w rekaliibracji modeli predykcyjnych, które mogą być dostosowywane do zmieniających się trendów i struktur danych, zapewniając przedsiębiorstwom możliwość reagowania na dynamiczne zmiany rynkowe w odpowiednim momencie (Predictions, 2024).

W obszarze zaawansowanej analityki dotyczącej klientów, predefiniowane scenariusze są skutecznym narzędziem do tworzenia prognoz wspierających kluczowe cele biznesowe, takie jak identyfikacja klientów zagrożonych odejściem, przewidywanie potencjalnych nabywców oraz prognozowanie zachowań zakupowych. Scenariusze w zaawansowanej analityce klientów można podzielić na kilka kluczowych kategorii. Pierwszą z nich jest redukcja odpływu klientów. Skupia się na identyfikacji klientów z wysokim ryzykiem zakończenia współpracy z firmą. Modele te analizują wzorce zachowań, historię transakcji i interakcje klientów, aby wychwycić sygnały potencjalnego odejścia. Warianty tego scenariusza obejmują przewidywanie, którzy klienci mogą całkowicie zrezygnować z usług firmy, a którzy zrezygnują z konkretnych subskrypcji czy usług cyklicznych. Drugą kategorią jest identyfikacja potencjalnych klientów. Zaawansowane algorytmy pomagają znaleźć osoby, które najprawdopodobniej pozytywnie zareagują na ofertę firmy, co jest szczególnie istotne podczas kampanii rocznych lub sezonowych. Modele te analizują dane demograficzne, behawioralne i kontekstowe, aby precyzyjnie targetować odpowiednich odbiorców, zwiększając tym samym efektywność działań marketingowych. Trzecia kategoria to prognozowanie zachowań zakupowych, stanowiące wieloaspektowy obszar analityki predykcyjnej. Obejmuje ono przewidywanie, którzy klienci są skłonni kupić określone produkty, marki lub kategorie produktowe. Modele te mogą także wskazywać klientów z ogólną tendencją do dokonywania zakupów, niezależnie od konkretnego asortymentu. Ważnym elementem tej kategorii jest prognozowanie preferencji dotyczących kanałów komunikacji i sprzedaży, co umożliwia

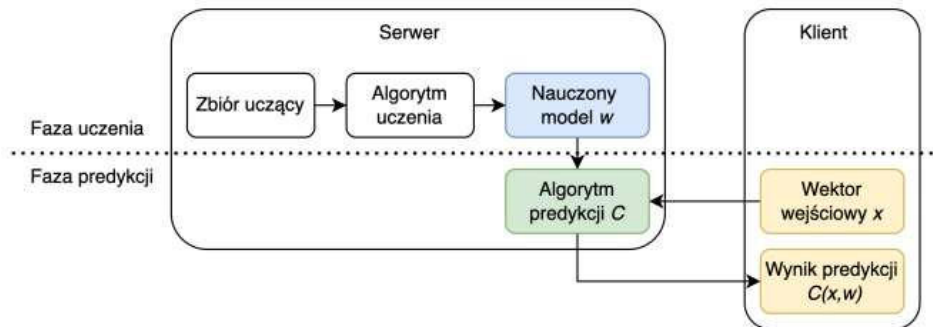
optymalizację strategii omnichannel. Czwartą kategorią jest prognozowanie wartości życiowej klienta (Customer Lifetime Value - CLV), zaawansowana technika analityczna, która pozwala identyfikować klientów o najwyższym potencjalnym długoterminowym wkładzie w firmę. Modele te uwzględniają dane historyczne oraz prognozy przyszłych zachowań zakupowych, lojalność i potencjalny wzrost wartości klienta w czasie. Ostatnią kategorią są scenariusze niestandardowe, które oferują elastyczność w definiowaniu specyficznych celów biznesowych. Mogą one obejmować identyfikację klientów z konkretnych segmentów, co jest przydatne przy targetowaniu niszowych grup odbiorców. Innym przykładem jest wykrywanie klientów generujących najwyższą wartość biznesową, zarówno w kontekście finansowym, jak i behawioralnym, np. częstotliwości interakcji czy zaangażowania w programy lojalnościowe (Predictions, 2024).

W konstruowaniu prognoz biznesowych można wykorzystać różne typy predykcji. Prognozowanie skłonności pozwala ocenić prawdopodobieństwo zakupu produktów o określonych cechach, co ułatwia precyzyjne targetowanie spersonalizowanych ofert. Prognozowanie podobieństw (lookalikes) umożliwia znalezienie klientów o cechach podobnych do określonej grupy, wspierając tym samym rozszerzanie bazy klientów. Przykładowo, może to obejmować identyfikację segmentu klientów skłonnych do konwersji w kampanii marketingowej, najlepszych klientów offline lub w danej lokalizacji. Modele regresji są używane do prognozowania konkretnych wartości lub wyników, takich jak przewidywana liczba interakcji w nadchodzących dniach czy wydatki klientów. Z ich pomocą można przewidywać wskaźniki otwarć (OR), kliknięć (CTR), stosunku kliknięć do otwarć (CTOR), odejścia klientów czy przyszłe wydatki. Z kolei modele klasyfikacji służą do generowania prognoz w formie odpowiedzi typu prawda/fałsz (lub 1/0). Dzięki analizie atrybutów klientów i danych historycznych modele te mogą identyfikować nowe segmenty klientów, które przypominają istniejących klientów o wysokiej wartości. Zastosowania klasyfikacji obejmują przewidywanie wizyt klientów, przynależność do określonych grup, prawdopodobieństwo odejścia w ciągu 30 dni oraz wykrywanie oszustw. Te różnorodne techniki predykcyjne pozwalają na wszechstronne wsparcie decyzji biznesowych, dostosowując działania do potrzeb i zachowań klientów (Predictions, 2024).

Na szczególną uwagę zasługują modele predykcyjne z wykorzystaniem sieci neuronowych. Model biznesowy znany jako „prediction as a service” umożliwia klientom korzystanie z zaawansowanych modeli predykcyjnych bez konieczności inwestowania w kosztowną infrastrukturę i zatrudniania specjalistów. W praktyce oznacza to, że nawet mniejsze firmy mogą korzystać z zaawansowanych narzędzi analitycznych, co wyrównuje szanse na

rynku. Jednocześnie model ten stawia przed usługodawcami wyzwanie w postaci zachowania prywatności danych klienta przy jednoczesnej ochronie własności intelektualnej związanej z modelem predykcyjnym (Barański, 2022, s. 103).

Rysunek 12. Proces wdrażania i korzystania z „predykcji jako usługi” w systemach uczących



Źródło: (Barański, 2022, s. 104).

Uczenie nadzorowane, będące kluczową techniką w predykcji AI, składa się z dwóch fundamentalnych faz: uczenia i predykcji. W fazie uczenia, algorytm analizuje duże zbiory danych historycznych, identyfikując wzorce i zależności. Następnie, w fazie predykcji, model wykorzystuje nabytą wiedzę do przewidywania wartości lub kategorii dla nowych, nieznanych wcześniej danych wejściowych. Ta zdolność do generalizacji na podstawie wcześniejszych doświadczeń stanowi o praktycznej wartości modeli predykcyjnych w różnorodnych zastosowaniach biznesowych (Barański, 2022, s. 104).

Należy podkreślić, że konstrukcja modeli opartych na uczeniu maszynowym opiera się na identyfikacji korelacji i wzorców w danych. Proces ten polega na trenowaniu modelu przy użyciu danych uczących, które zawierają informacje niezbędne do dokonywania predykcji. W fazie treningu algorytm uczy się na podstawie tych danych, aby następnie móc przewidywać wyniki również w innych przypadkach. Ponieważ model po zakończeniu nauki operuje wyłącznie na zasadach wyciągniętych z danych uczących, musi polegać na uogólnieniach, które umożliwiają jego zastosowanie do nowych, nieznanych danych. Jest to kluczowe, aby uniknąć zjawiska przeuczenia, gdzie model nadmiernie dostosowuje się do zbioru uczącego, co sprawia, że jego skuteczność na nowych danych znacząco spada. Przeuczone modele, zamiast uogólniać, zbyt szczegółowo odwzorowują wzorce z danych uczących, przez co stają się nieskuteczne w sytuacjach, które odbiegają od tego zbioru. To ogranicza zdolność modelu do poprawnego działania na innych, odmiennych zestawach danych. Dodatkowo, ograniczona zdolność systemów sztucznej inteligencji do adaptacji do nowych warunków oraz nietypowych sytuacji

zwiększa ich podatność na ataki i błędy. Gdy dane wejściowe różnią się istotnie od danych użytych w treningu, zachowanie modeli może stać się nieprzewidywalne. Innym ograniczeniem jest to, że systemy te przetwarzają informacje w sposób odmienny od ludzkiego postrzegania, co może prowadzić do błędnych klasyfikacji. Przykładem może być obraz, dźwięk lub charakterystyka klienta, które dla człowieka byłyby jednoznaczne, lecz mogą zostać błędnie ocenione przez model. Tego rodzaju podatności, szczególnie w przypadku danych generowanych sztucznie, zwiększają ryzyko ataków na algorytmy i systemy AI (Rafało, 2021, s. 143).

W kontekście modelowania predykcyjnego, eksperci podkreślają znaczenie przestrzegania pewnych kluczowych zasad, które gwarantują wiarygodność i użyteczność modeli:

- Walidacja - każda predykcja powinna być poparta możliwością weryfikacji dowodów ją wspierających, co zapewnia transparentność procesu decyzyjnego,
- Uzasadnienie - konieczne jest zrozumienie wpływu poszczególnych zmiennych na wynik predykcji, co umożliwia interpretację wyników i podejmowanie świadomych decyzji,
- Spekulacja - model powinien umożliwiać analizę wpływu potencjalnych zmian wartości zmiennych na wynik predykcji, co pozwala na testowanie różnych scenariuszy (Żulicki, 2022, s. 244).

Biorąc pod uwagę praktyczne aspekty modeli predykcyjnych na uwagę zasługuje sektor finansowy. Z raportu JP Morgan wynika, że w 2020 roku informacje zwrotne uzyskane dzięki algorytmom AI objęły 60% wszystkich transakcji o wartości 10 mln USD. Co więcej, systemy AI wykazują zdolność do szybkiego uczenia się na własnych błędach, co prowadzi do ciągłego udoskonalania prognoz. Na przykład, w przypadku przewidywania zmian kursu bitcoina, AI może uwzględniać nie tylko dane historyczne, ale także bieżące wydarzenia globalne i sentiment rynkowy, co często wykracza poza możliwości nawet najbardziej doświadczonych traderów. W Polsce można wskazać na działalność Biura Informacji Kredytowej (BIK), które wykorzystuje zaawansowane metody uczenia maszynowego do udoskonalenia scoringu kredytowego. Badania przeprowadzone przez BIK wykazały, że zastosowanie metod uczenia maszynowego, w tym technik takich jak XAI (*explainable artificial intelligence*) i *gradient boosting machine*, znacząco zwiększa skuteczność określania poziomu ryzyka kredytowego. W praktyce przekłada się to na bardziej trafne decyzje kredytowe, ograniczenie ryzyka udzielania kredytów niewypłacalnym klientom, a w konsekwencji na wzrost zysków instytucji finansowych (Ziółkowska, 2023, s. 94-95).

Podsumowując, analiza danych i predykcja za pomocą narzędzi AI oferują niezwykle szerokie spektrum praktycznych zastosowań, od fundamentalnej zmiany w podejmowaniu decyzji finansowych, przez rewolucję w zarządzaniu produkcją przemysłową, aż po redefinicję ścieżek kariery i edukacji. Jednakże, wraz z tymi możliwościami pojawiają się nowe wyzwania. Kluczowe jest zrozumienie ograniczeń tych technologii, takich jak potencjalna podatność na ataki czy trudności w adaptacji do zupełnie nowych, nieprzewidzianych warunków. To wymaga nie tylko ciągłego doskonalenia samych algorytmów, ale także rozwoju nowych kompetencji u specjalistów nadzorujących te systemy.

4.3. Rola sztuczna inteligencja w gospodarowaniu zasobami ludzkimi i zarządzaniem łańcuchem dostaw

Sztuczna inteligencja oferuje rozwiązania, które ułatwiają pracę w wielu obszarach działalności, wspierając pracowników na różnych poziomach przedsiębiorstw. Jednym z kluczowych zadań AI jest wspomaganie procesu podejmowania decyzji, co ma szczególne znaczenie w działaniach menedżerskich. Efektywność pracy menedżerów bezpośrednio wpływa na sukces przedsiębiorstw, dlatego wsparcie sztucznej inteligencji w tym obszarze może znacząco poprawić wyniki i osiągnięcia firmy (Balahurovska, 2022, s. 46).

Tabela 19. Teoretyczne i praktyczne aspekty gospodarowaniu: informacją, innowacjami, projektami, wiedzą, jakością oraz zasobami ludzkimi

Nr	Zarządzanie	Charakterystyka
1	Zarządzanie informacją (Reitz, 2004)	Umiejętne sprawowanie kontroli nad pozyskiwaniem, organizacją, przechowywaniem, bezpieczeństwem, odzyskiwaniem i rozpowszechnianiem zasobów informacyjnych niezbędnych do pomyślnego funkcjonowania firmy, agencji, organizacji lub instytucji, w tym dokumentacji, zarządzania dokumentacją i infrastrukturą techniczną.
2	Zarządzanie innowacjami (Birkinshaw i in., 2005)	Innowacja w zarządzaniu polega na wprowadzeniu nowości w ugruntowanej organizacji i jako taka stanowi szczególną formę zmiany organizacyjnej.
3	Zarządzanie projektami (Munns i Bjerimi, 1996)	Funkcja zarządzania projektami obejmuje określanie wymagań pracy, ustalanie zakresu prac, alokację wymaganych zasobów, planowanie wykonania prac, monitorowanie postępu prac i korygowanie odchyłeń od planu.
4	Zarządzanie wiedzą (Quintas i in., 1997)	Zarządzanie wiedzą to proces ciągłego zarządzania wiedzą wszelkiego rodzaju w celu zaspokojenia istniejących i pojawiających się potrzeb, identyfikowania i wykorzystywania istniejących i nabytych zasobów wiedzy oraz rozwijania nowych możliwości.
5	Zarządzanie jakością (Dean i Bowen, 1994)	Filozofia lub podejście do zarządzania, które można scharakteryzować za pomocą zasad, praktyk i technik. Jego trzy zasady to koncentracja na kliencie, ciągłe doskonalenie i praca zespołowa.

6	Gospodarowaniu zasobami ludzkimi (Opatha, 2021)	Gospodarowaniu zasobami ludzkimi to przyjęcie określonych funkcji i działań w celu sprawnego i efektywnego wykorzystania pracowników w przedsiębiorstwach do osiągnięcia jej celów, do których należy maksymalne zadowolenie klientów przy pozytywnym wkładzie w środowisko naturalne. Obejmuje to różne strategie, takie jak utrzymanie strategii, polityk, procedur, zasad, praktyk rekrutacyjnych, strategicznego, partycypacyjnego i zrównoważonego zarządzania pracownikami.
---	---	---

Źródło: (Balahurovska, 2022, s. 47).

W gospodarowaniu zasobami ludzkimi, AI odgrywa kluczową rolę w wielu aspektach. Są nimi selekcja, weryfikacja i rozmowa kwalifikacyjna personelu, redukcja obciążeń administracyjnych, redukcja dyskryminacji, poprawa efektywności i wzbogacenie szkoleń w miejscu pracy (Balahurovska, 2022, s. 49-50). Te zastosowania pokazują, jak AI może znacząco usprawnić procesy HR, od rekrutacji po rozwój pracowników.

Tabela 20. Relacje między kluczowymi komponentami sztucznej inteligencji, a wybranymi formami zarządzania

Kluczowe elementy sztucznej inteligencji						
Formy zarządzania	Nauczanie maszynowe	Głęboka nauka	Sieć neuronowa	Obliczenia kognitywne	Przetwarzanie języka naturalnego	Wizja komputerowa
Information management	+	+	+	+	+	+
Zarządzanie informacją	+	+	+	+	+	+
Zarządzanie innowacjami	+	+	+	+	+	+
Zarządzanie projektami	+	+	+	+	+	+
Zarządzanie wiedzą	+	+	+	+	+	+
Zarządzanie jakością	+	+	+	+	+	+
Gospodarowanie zasobami ludzkimi						

Źródło: (Balahurovska, 2022, s. 50).

Sztuczna inteligencja odgrywa kluczową rolę w zarządzaniu informacją, wspierając procesy decyzyjne poprzez eksplorację danych i inteligentne przetwarzanie informacji. AI umożliwia analizę ogromnych ilości danych, które są niezbędne w podejmowaniu decyzji w obszarze gospodarowania zasobami ludzkimi (HR), a także optymalizuje zarządzanie wiedzą, pomagając przedsiębiorstwom w gromadzeniu, analizie i dystrybucji wiedzy wewnątrz firm. W kontekście innowacyjnego zarządzania, AI oferuje nowe możliwości, wspierając rozwój

pomysłów oraz pokonując ograniczenia związane z przetwarzaniem informacji. Te funkcje mają duży wpływ na procesy rekrutacji i rozwoju talentów, ponieważ sztuczna inteligencja może generować nowe pomysły i usprawniać ocenę kandydatów czy pracowników. AI znajduje również zastosowanie w zarządzaniu projektami, wspomagając podejmowanie decyzji, rozpoznawanie mowy i języka, a także uczenie się nowych pomysłów projektowych. Umożliwia to lepsze planowanie i rozwiązywanie problemów, co szczególnie przydaje się w optymalizacji procesów związanych z wdrażaniem nowych systemów i programów rozwojowych w HR (Balahurovska, 2022, s. 48-49). Jednakże, wprowadzenie AI w gospodarowanie zasobami ludzkimi niesie ze sobą również wyzwania. Automatyzacja zadań i zastępowanie pracowników przez maszyny, które mogą pracować szybciej i dokładniej, rodzi obawy o przyszłość pracy i konieczność przekwalifikowania pracowników. Wpływ AI na rynek pracy wywołuje dyskusje o tym, jak zrównoważyć korzyści z innowacji z dbałością o ludzi i ich kariery w zmieniającym się środowisku pracy (Klamerek & Semeniuk, 2021, s. 54).

W szerszym kontekście, gospodarowanie zasobami ludzkimi musi adaptować się do zmieniającego się otoczenia biznesowego. Gospodarowanie zasobami ludzkimi pozostaje pod wpływem zmienności, niepewności, złożoności oraz niejednoznaczności otoczenia, co określane jest mianem VUCA (volatility, uncertainty, complexity, ambiguity) (Bednarkiewicz & Warwas, 2022, s. 27). AI może pomóc przedsiębiorstwom w nawigowaniu przez te wyzwania, dostarczając narzędzi do analizy danych i podejmowania decyzji w złożonym środowisku.

W zarządzaniu łańcuchem dostaw sztuczna inteligencja odgrywa kluczową rolę, oferując innowacyjne rozwiązania dla złożonych wyzwań logistycznych. Dzięki automatyzacji i optymalizacji procesów, AI umożliwia firmom precyzyjne prognozowanie popytu, co pozwala na lepsze planowanie zapasów oraz unikanie braków lub nadmiaru towarów (Mroczko, 2023, s. 51). Dodatkowo, sztuczna inteligencja wspiera podejmowanie szybszych i trafniejszych decyzji w dynamicznie zmieniających się warunkach rynkowych, co znacząco podnosi efektywność operacyjną. Zastosowanie narzędzi predykcyjnych pozwala na płynniejsze zarządzanie przepływem towarów i surowców, zwiększając elastyczność łańcucha dostaw i wzmacniając konkurencyjność przedsiębiorstw (Pawlicka & Bał, 2021, s. 29).

Konkretne zastosowania AI w logistyce obejmują planowanie tras transportowych, co pozwala na optymalizację kosztów i skrócenie czasu dostaw. W zarządzaniu magazynem, sztuczna inteligencja usprawnia procesy przemieszczania, przyjmowania i wydawania towarów, zwiększając efektywność operacyjną. Analiza dużych zbiorów danych logistycznych za pomocą AI umożliwia identyfikację kluczowych trendów i wzorców, co wspiera

podejmowanie trafniejszych decyzji biznesowych. Ponadto, monitorowanie łańcucha dostaw w czasie rzeczywistym z wykorzystaniem AI pozwala na szybką reakcję na potencjalne problemy, minimalizując ryzyko zakłóceń (Mroczko, 2023, s. 51).

Wpływ AI na logistykę wykracza poza optymalizację procesów, wspierając również rozwój kompetencji pracowników poprzez zaawansowane systemy szkoleniowe i narzędzia wspomagające podejmowanie decyzji (Pawlicka & Bal, 2021, s. 28-29). Współpraca ludzi z maszynami w zarządzaniu łańcuchem dostaw dynamicznie się rozwija, czego przykładem jest coraz szersze zastosowanie cobotów – robotów współpracujących z człowiekiem (Pawlicka & Bal, 2021, s. 29). Ta tendencja idealnie wpisuje się w koncepcję Przemysłu 5.0, gdzie kluczowy nacisk kładzie się na synergię między ludzkimi umiejętnościami, a możliwościami maszyn, co zwiększa efektywność operacji i sprzyja innowacjom w logistyce.

Podsumowując, sztuczna inteligencja w gospodarowaniu zasobami ludzkimi i łańcuchem dostaw oferuje ogromne możliwości optymalizacji procesów i finansów przedsiębiorstw. Wymaga jednak ostrożnego i przemyślanego podejścia. Przedsiębiorstwa muszą znaleźć równowagę między wykorzystaniem potencjału AI, a zachowaniem ludzkiego aspektu zarządzania. Przyszłość tych obszarów będzie opierać się na efektywnej współpracy między ludźmi, a systemami AI, gdzie technologia wspiera, ale nie zastępuje ludzkiego osądu. Integracja AI w gospodarowanie zasobami ludzkimi i łańcuchem dostaw może znacząco poprawić efektywność kosztową, optymalizując procesy rekrutacji, rozwoju pracowników, logistyki i zarządzania zapasami. To przekłada się bezpośrednio na wyniki finansowe przedsiębiorstw. Jednocześnie, wdrażanie AI wymaga kompleksowego podejścia, uwzględniającego aspekty technologiczne, etyczne i prawne. Kluczowe jest, aby rozwój AI w tych obszarach prowadził do utworzenia bardziej efektywnych i zrównoważonych finansowo przedsiębiorstw, gdzie technologia wspiera ludzi w tworzeniu wartości dodanej i optymalizacji kosztów operacyjnych.

Rozdział V

Komparatywna analiza implementacji AI w optymalizacji procesów ekonomicznych: przypadek przedsiębiorstw ze specjalnych stref ekonomicznych i parków technologicznych

5.1. Metodyka badań

Problematyka zastosowania sztucznej inteligencji w optymalizacji procesów w przedsiębiorstwach zlokalizowanych w specjalnych strefach ekonomicznych i parkach technologicznych w Polsce stanowi aktualny i niezbadany dotąd obszar badawczy. AI, będąc jedną z najszybciej rozwijających się technologii, oferuje szerokie możliwości w zakresie optymalizacji i automatyzacji procesów ekonomicznych, co może znacząco podnieść efektywność operacyjną i konkurencyjność firm.

Główne ramy teoretyczne badania opierają się na teorii kosztów transakcyjnych, która stanowi fundament analizy wpływu AI na efektywność ekonomiczną przedsiębiorstw. Teoria ta umożliwia zrozumienie, w jaki sposób zmniejszenie kosztów transakcyjnych poprzez zastosowanie AI może przyczynić się do lepszej optymalizacji procesów ekonomicznych i alokacji zasobów w badanych przedsiębiorstwach.

Optymalizację procesów ekonomicznych potraktowano jako „narzędzie” analizy efektywności wdrożeń AI w przedsiębiorstwach. W efekcie badanie koncentruje się na porównaniu stopnia wdrożenia i wykorzystania AI w optymalizacji procesów ekonomicznych w różnych środowiskach instytucjonalnych, takich jak specjalne strefy ekonomiczne i parki technologiczne. Dodatkowo, osadzenie analizy w kontekście Przemysłu 4.0 pozwala nie tylko zrozumieć znaczenie sztucznej inteligencji w optymalizację kosztów i procesów ekonomicznych, ale także wyciągnąć wnioski dotyczące długoterminowego wpływu AI na konkurencyjność firm w dynamicznie rozwijającej się gospodarce opartej na innowacjach technologicznych.

Praca ma charakter teoretyczno-empiryczny, co znajduje odzwierciedlenie w jej strukturze. Ramy teoretyczne zostały wyznaczone przez teorię i metodologię nowej ekonomii instytucjonalnej, w tym teorię kosztów transakcyjnych. Aby osiągnąć założone cele, zastosowano zróżnicowany warsztat badawczy. W pracy wykorzystano zarówno model hipotetyczno-dedukcyjny, jak i model indukcyjny, co świadczy o przyjęciu podejścia pluralistycznego w metodologii.

Jak wspomniano we wstępie, **podstawowym celem pracy** jest zbadanie możliwości i zakresu wykorzystania sztucznej inteligencji w optymalizacji procesów ekonomicznych przez przedsiębiorstwa zlokalizowane w specjalnych strefach ekonomicznych oraz parkach technologicznych w Polsce. Szczególny nacisk położono na analizę wpływu AI na optymalizację kosztów, efektywność procesów finansowych oraz skuteczność realizacji zadań zarządczych. Dodatkowo, praca ma na celu określenie zależności między lokalizacją przedsiębiorstwa, a stopniem i charakterem wdrożenia narzędzi AI w kluczowych obszarach działalności biznesowej.

Celowi głównemu podporządkowane zostały następujące **cele cząstkowe**:

- Identyfikacja różnic w stopniu oraz metodach wykorzystania narzędzi AI do analizy finansowej i optymalizacji kosztów pomiędzy firmami zlokalizowanymi w specjalnych strefach ekonomicznych, a firmami zlokalizowanymi w parkach technologicznych,
- Analiza zależności między lokalizacją przedsiębiorstwa (specjalna strefa ekonomiczna, a park technologiczny), a stosowaniem zaawansowanych narzędzi zarządzania finansowego, takich jak mapowanie strumienia wartości finansowej i Lean Financial Management,
- Ocena wpływu AI na skuteczność realizacji zadań optymalizacji procesów ekonomicznych, ze szczególnym uwzględnieniem kosztów związanych ze zmianami w przedsiębiorstwach zlokalizowanych w specjalnych strefach ekonomicznych oraz przedsiębiorstwach zlokalizowanych w parkach technologicznych,
- Zbadanie roli AI w minimalizowaniu kosztów realizacji procesów ekonomicznych w przedsiębiorstwach zlokalizowanych w specjalnych strefach ekonomicznych oraz w parkach technologicznych,
- Zbadanie związku między lokalizacją przedsiębiorstwa (przedsiębiorstwa zlokalizowane w specjalnych strefach ekonomicznych, a przedsiębiorstwa zlokalizowane w parkach technologicznych), a stopniem wykorzystania AI do predykcji wyników finansowych i optymalizacji budżetowania.

Efektem tak określonego celu empirycznego jest przedstawienie **głównej hipotezy badawczej** pracy:

Wykorzystanie sztucznej inteligencji (AI) w optymalizacji procesów ekonomicznych prowadzi do obniżenia kosztów transakcyjnych oraz poprawy efektywności operacyjnej przedsiębiorstw, przy czym efekt ten jest silniejszy w firmach zlokalizowanych w parkach technologicznych niż w specjalnych strefach ekonomicznych.

W ramach sformułowanej głównej hipotezy badawczej oraz przeprowadzonych badań empirycznych w pracy postawiono 6 pytań badawczych oraz 6 hipotez badawczych.

Pytania badawcze:

- Czy firmy zlokalizowane w specjalnych strefach ekonomicznych różnią się od firm zlokalizowanych w parkach technologicznych pod względem stosowania narzędzi wspieranych przez sztuczną inteligencję (AI) do analizy finansowej i optymalizacji kosztów, takich jak zaawansowane systemy budżetowania i prognozowania?
- Czy istnieje związek między stosowaniem narzędzia mapowanie strumienia wartości finansowej, a lokalizacją przedsiębiorstwa (przedsiębiorstwa zlokalizowane w specjalnych strefach ekonomicznych vs. przedsiębiorstwa zlokalizowane w parkach technologicznych)?
- Czy istnieje związek między stosowaniem narzędzia Lean Financial Management (optymalizacja procesów finansowych), a lokalizacją przedsiębiorstwa (przedsiębiorstwa zlokalizowane w specjalnych strefach ekonomicznych vs. przedsiębiorstwa zlokalizowane w parkach technologicznych)?
- Czy wykonywanie zadań optymalizacji procesów ekonomicznych z wykorzystaniem narzędzi AI wpływa na wysokość kosztów związanych ze zmianami w procesach gospodarczych?
- Czy wykonywanie zadań optymalizacji procesów ekonomicznych z wykorzystaniem narzędzi AI determinuje wysokość kosztów związanych z realizacją procesów gospodarczych?
- Czy istnieje związek między stosowaniem narzędzi AI do predykcji wyników finansowych i optymalizacji budżetowania, a lokalizacją przedsiębiorstwa (przedsiębiorstwa zlokalizowane w Specjalnej Strefie Ekonomicznej, a przedsiębiorstwa zlokalizowane w Parku Technologicznym)?

Hipotezy badawcze:

- Firmy zlokalizowane w parkach technologicznych częściej stosują narzędzia wspierane przez sztuczną inteligencję (AI) do analizy finansowej i optymalizacji kosztów niż firmy zlokalizowane w specjalnych strefach ekonomicznych.
- Istnieje istotny statystycznie związek między stosowaniem narzędzia mapowania strumienia wartości finansowej, a lokalizacją przedsiębiorstwa, przy czym przedsiębiorstwa zlokalizowane w parkach technologicznych częściej stosują to narzędzie niż przedsiębiorstwa zlokalizowane w specjalnych strefach ekonomicznych.

- Występuje istotna statystycznie zależność między stosowaniem narzędzia Lean Financial Management, a lokalizacją przedsiębiorstwa, przy czym przedsiębiorstwa zlokalizowane w parkach technologicznych częściej stosują to narzędzie niż przedsiębiorstwa zlokalizowane w specjalnych strefach ekonomicznych.
- Optymalizacja procesów ekonomicznych z wykorzystaniem narzędzi AI przyczynia się do redukcji kosztów procesów gospodarczych.
- Skuteczność optymalizacji procesów ekonomicznych z wykorzystaniem narzędzi AI jest zdeterminowana możliwością minimalizacji kosztów wykonania procesów biznesowych.
- Istnieje istotny statystycznie związek między stosowaniem narzędzi AI do predykcji wyników finansowych i optymalizacji budżetowania, a lokalizacją przedsiębiorstwa, przy czym przedsiębiorstwa zlokalizowane w parkach technologicznych wykazują wyższy stopień stosowania tych narzędzi niż przedsiębiorstwa zlokalizowane w specjalnych strefach ekonomicznych.

Zastosowana metodyka badawcza obejmowała sekwencję różnych etapów analizy.

Zastosowany cykl postępowania badawczego uwzględniał następujące etapy analityczne:

1. Diagnoza poziomu wykorzystania sztucznej inteligencji (AI) w optymalizacji procesów ekonomicznych – analiza globalnych trendów z szczególnym uwzględnieniem Polski, pozwalająca na ocenę aktualnego stanu wdrożeń AI w przedsiębiorstwach, służących optymalizacji procesów gospodarczych.
2. Analiza zakresu i intensywności stosowania narzędzi AI w optymalizacji procesów ekonomicznych – ocena stopnia zaawansowania w implementacji narzędzi AI w przedsiębiorstwach na świecie i w Polsce.
3. Identyfikacja zmian w otoczeniu biznesowym wpływających na stosowanie AI – rozpoznanie kluczowych czynników, które mają wpływ na wdrażanie AI w przedsiębiorstwach w celu optymalizacji procesów ekonomicznych.
4. Ocena wpływu AI na efektywność operacyjną i konkurencyjność przedsiębiorstw – zbadanie, jak zastosowanie AI do optymalizacji procesów ekonomicznych wpływa na poprawę wydajności oraz konkurencyjność przedsiębiorstw w specjalnych strefach ekonomicznych i parkach technologicznych.
5. Weryfikacja statystyczna zależności między lokalizacją przedsiębiorstwa, a stopniem i charakterem wykorzystania AI – przeprowadzenie analizy statystycznej w celu zidentyfikowania zależności między lokalizacją firmy (SSE vs. PT), a stopniem

zaawansowania w wykorzystaniu AI w kluczowych obszarach optymalizacji procesów ekonomicznych.

6. Formułowanie konkluzji i rekomendacji – sformułowanie wniosków dotyczących dalszego rozwoju oraz optymalizacji zastosowania AI w optymalizacji procesów ekonomicznych, z naciskiem na przedsiębiorstwa zlokalizowane w SSE i PT w Polsce.

W badaniach posłużono się metodą sondażu diagnostycznego, techniką ankiety i kwestionariuszem ankiety jako narzędziem badawczym.

W ramach przeprowadzonych badań zebrano dane kontaktowe przedsiębiorstw działających w SSE oraz w PT. Proces pozyskiwania danych odbył się poprzez indywidualne odwiedzanie stron internetowych każdej z tych instytucji, co pozwoliło na zebranie 1129 adresów e-mail firm z SSE oraz 1291 adresów firm z PT. Na tej podstawie wysłano ankiety, na które odpowiedziało 208 przedsiębiorstw z SSE (18,42% zwrotu) oraz 167 przedsiębiorstw z PT (12,93% zwrotu). Struktura respondentów pod względem branży oraz wielkości przedsiębiorstw została uwzględniona w dalszej części pracy, pozwalając na lepsze zrozumienie kontekstu funkcjonowania firm w SSE i PT.

Badania zostały zrealizowane w okresie luty-czerwiec 2024 roku.

W analizach statystycznych zastosowano różnorodne metody statystyczne w celu dokładnego zbadania zależności i różnic w danych. Wykorzystano test niezależności chi-kwadrat do oceny związku pomiędzy zmiennymi jakościowymi. Test t-Studenta został użyty do porównania średnich w dwóch grupach. W celu analizy różnic między grupami niezależnymi, gdzie założenia o normalności rozkładu nie były spełnione, zastosowano test U Manna-Whitneya. Dodatkowo, do modelowania zależności między zmienną zależną, a zestawem zmiennych niezależnych wykorzystano model regresji liniowej wielorakiej, co pozwoliło na identyfikację istotnych predyktorów i określenie siły ich wpływu na wynik.

Analizy statystyczne przeprowadzono z zastosowaniem pakietów obliczeniowych SPSS, środowiska programistycznego RStudio, oraz arkusza kalkulacyjnego MS EXCEL.

5.2 Analiza efektywności wdrażania rozwiązań AI w przedsiębiorstwach zlokalizowanych w specjalnych strefach ekonomicznych i parkach technologicznych

W tej części pracy przeprowadzono analizę porównawczą przedsiębiorstw zlokalizowanych w specjalnych strefach ekonomicznych oraz w parkach technologicznych w Polsce. Badanie skupia się na roli sztucznej inteligencji (AI) jako narzędzia wspierającego

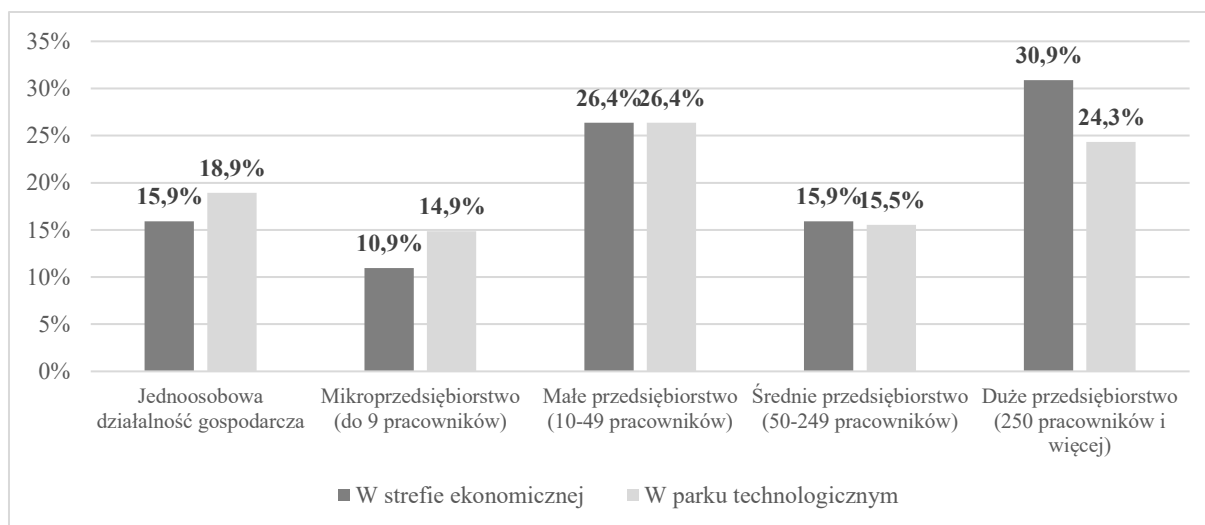
optymalizację procesów ekonomicznych, uwzględniając przy tym kontekst kosztów transakcyjnych, które są kluczowym elementem nowej ekonomii instytucjonalnej. Celem analizy jest nie tylko porównanie stopnia adopcji i wykorzystania AI w obu typach lokalizacji biznesowych, ale także zbadanie, jak implementacja tych technologii wpływa na efektywność operacyjną przedsiębiorstw ze szczególnym naciskiem na redukcję kosztów transakcyjnych.

Teoria kosztów transakcyjnych, rozwinięta przez O. Williamsona, wskazuje, że przedsiębiorstwa dążą do minimalizacji kosztów związanych z wymianą gospodarczą, co można osiągnąć poprzez odpowiedni dobór struktur zarządzania i narzędzi, takich jak AI. W tym kontekście AI może wspierać przedsiębiorstwa w optymalizacji procesów ekonomicznych, co przyczynia się do redukcji kosztów transakcyjnych i zwiększenia konkurencyjności.

Analiza komparatywna ma na celu zbadanie potencjalnych różnic w podejściu do AI między firmami zlokalizowanymi w specjalnych strefach ekonomicznych, a przedsiębiorstwami z parków technologicznych. Badanie analizuje nie tylko stopień implementacji tych technologii, ale także percepcję ich wpływu na różne aspekty działalności przedsiębiorstw, w tym na optymalizację procesów, redukcję kosztów oraz poprawę konkurencyjności. Poprzez to porównanie, badanie ma na celu lepsze zrozumienie roli kontekstu instytucjonalnego – reprezentowanego przez różne lokalizacje biznesowe (SSE vs. PT) – w kształtowaniu strategii adopcji i wykorzystania zaawansowanych technologii, takich jak AI, w optymalizacji procesów ekonomicznych.

Przechodząc do wyników badań, pierwsze pytanie dotyczyło wielkości badanych przedsiębiorstw. Wśród respondentów ze specjalnych stref ekonomicznych, 30,9% reprezentowało duże przedsiębiorstwa (250+ pracowników), podczas gdy wśród ankietowanych z parków technologicznych odsetek ten wyniósł 24,3%. Z kolei wśród respondentów z parków technologicznych odnotowano wyższy odsetek mikroprzedsiębiorstw (do 9 pracowników) - 14,9%, w porównaniu do 10,9% wśród ankietowanych ze stref ekonomicznych. Podobnie, jednoosobowe działalności gospodarcze stanowiły większy odsetek wśród badanych z parków technologicznych (18,9%) niż ze stref ekonomicznych (15,9%). Interesujące jest, że odsetek respondentów reprezentujących małe przedsiębiorstwa (10-49 pracowników) był identyczny w obu grupach (26,4%), co może sugerować podobną reprezentację tej kategorii firm w obu typach lokalizacji. Respondenci reprezentujący średnie przedsiębiorstwa (50-249 pracowników) stanowili zbliżony odsetek w obu grupach (15,9% w strefach ekonomicznych i 15,5% w parkach technologicznych).

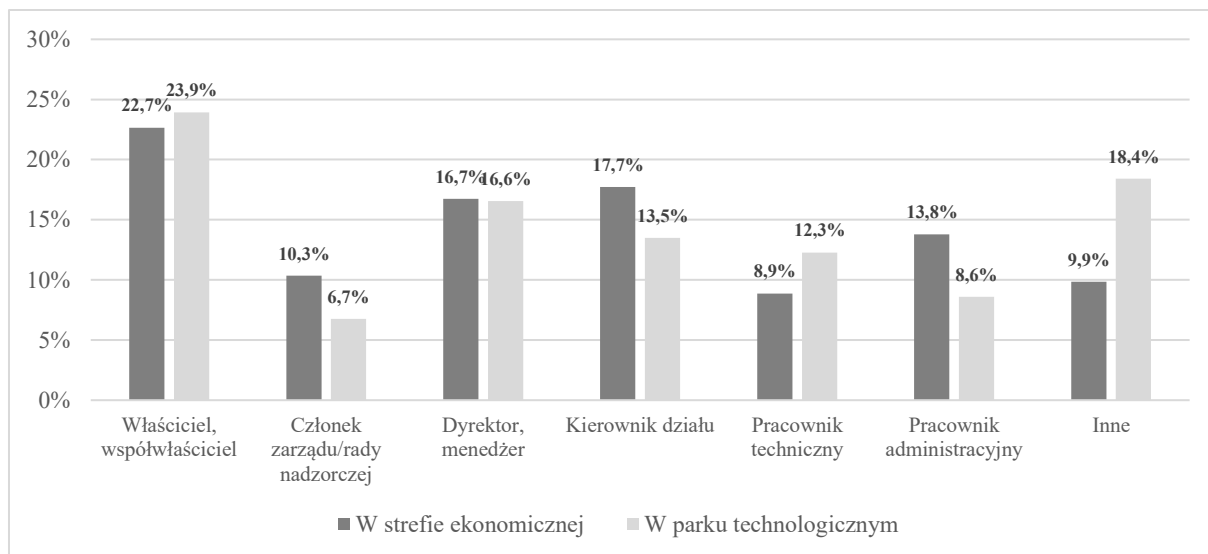
Rysunek 13. Wielkość przedsiębiorstw



Źródło: Badania własne.

Kolejne pytanie dotyczyło zajmowanych przez respondentów stanowisk. Wśród respondentów z obu grup, największy odsetek stanowili właściciele lub współwłaściciele firm, z niemal identycznym udziałem: 22,7% w strefach ekonomicznych i 23,9% w parkach technologicznych. Znaczącą różnicę można zaobserwować w kategorii członków zarządu/rady nadzorczej. W strefach ekonomicznych stanowili oni 10,3% respondentów, podczas gdy w parkach technologicznych tylko 6,7%. To może wskazywać na bardziej rozbudowane struktury zarządcze w firmach zlokalizowanych w strefach ekonomicznych. Odsetek dyrektorów i menedżerów był prawie identyczny w obu grupach (16,7% w strefach ekonomicznych i 16,6% w parkach technologicznych), co sugeruje podobną strukturę zarządzania na tym poziomie. Kierownicy działów stanowili większy odsetek respondentów w strefach ekonomicznych (17,7%) niż w parkach technologicznych (13,5%). Ta różnica może wynikać z bardziej rozbudowanej struktury organizacyjnej firm w strefach ekonomicznych. Interesująca różnica pojawia się w kategoriach pracowników technicznych i administracyjnych. W parkach technologicznych odnotowano wyższy odsetek pracowników technicznych (12,3%) niż w strefach ekonomicznych (8,9%), co może odzwierciedlać bardziej technologiczny profil firm w parkach. Z kolei pracownicy administracyjni stanowili większy odsetek w strefach ekonomicznych (13,8%) niż w parkach technologicznych (8,6%). Warto zauważyć, że kategoria „Inne” stanowiła znacznie większy odsetek respondentów w parkach technologicznych (18,4%) niż w strefach ekonomicznych (9,9%).

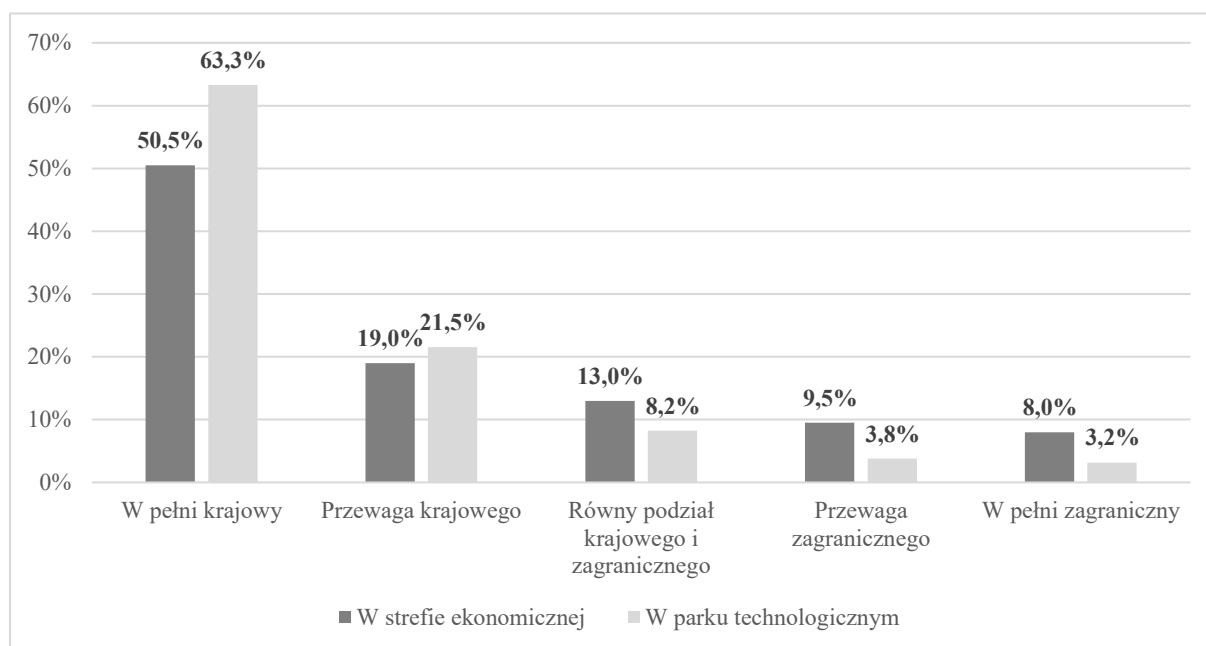
Rysunek 14. Struktura stanowisk zajmowanych przez respondentów



Źródło: Badania własne.

Następne pytanie dotyczyło źródeł kapitału właścicielskiego. W obu grupach dominuje kapitał krajowy, jednak jego przewaga jest wyraźnie większa w parkach technologicznych. W tej „grupie” 63,3% respondentów zadeklarowało, że ich firma ma w pełni krajowy kapitał, podczas gdy w strefach ekonomicznych odsetek ten wyniósł 50,5%. Firmy z przewagą kapitału krajowego stanowiły podobny odsetek w obu lokalizacjach: 19,0% w strefach ekonomicznych i 21,5% w parkach technologicznych. Większe różnice można zaobserwować w kategoriach firm z udziałem kapitału zagranicznego. W strefach ekonomicznych 13,0% respondentów zadeklarowało równy podział kapitału krajowego i zagranicznego, podczas gdy w parkach technologicznych było to tylko 8,2%. Jeszcze wyraźniejsza różnica widoczna jest w przypadku firm z przewagą kapitału zagranicznego: 9,5% w strefach ekonomicznych wobec 3,8% w parkach technologicznych. Podobnie, firmy w pełni zagraniczne stanowiły 8,0% w strefach ekonomicznych, a tylko 3,2% w parkach technologicznych.

Rysunek 15. Źródło kapitału właścicielskiego



Źródło: Badania własne.

Kolejne pytanie dotyczyło oceny badanych przedsiębiorstw pod względem efektywności operacyjnej, innowacyjności i konkurencyjności. W kwestii efektywności operacyjnej, firmy ze stref ekonomicznych oceniają się pozytywniej niż firmy z PT. Łącznie 67,5% respondentów ze stref ekonomicznych ocenia swoje firmy jako efektywne operacyjnie (61,2% „Tak” i 6,3% „Zdecydowanie tak”), podczas gdy w parkach technologicznych odsetek ten wynosi 46,5% (39,6% „Tak” i 6,9% „Zdecydowanie tak”). Warto zauważyć, że w parkach technologicznych znacznie więcej respondentów (27,1%) ma trudności z jednoznaczną oceną, w porównaniu do 16,5% w strefach ekonomicznych. W zakresie innowacyjności można zaobserwować interesujące różnice. Firmy ze stref ekonomicznych oceniają się jako bardziej innowacyjne: 65,2% pozytywnych odpowiedzi (42,5% „Tak” i 22,7% „Zdecydowanie tak”), w porównaniu do 42,9% w parkach technologicznych (32,9% „Tak” i 10,0% „Zdecydowanie tak”). Co ciekawe, w parkach technologicznych aż 42,1% respondentów ma trudności z jednoznaczną oceną innowacyjności swojej firmy, podczas gdy w strefach ekonomicznych odsetek ten wynosi 25,4%. W kwestii konkurencyjności, rozkład odpowiedzi jest bardziej zbliżony między obiema „grupami”. W strefach ekonomicznych 76% firm ocenia się jako konkurencyjne (67,2% „Tak” i 8,8% „Zdecydowanie tak”), a w parkach technologicznych 79,5% (71,2% „Tak” i 8,3% „Zdecydowanie tak”). Warto zauważyć, że w parkach technologicznych mniej respondentów ma trudności z oceną konkurencyjności (12,8%) w porównaniu do stref ekonomicznych (17,6%).

Tabela 21. Ocena efektywności operacyjnej, innowacyjności i konkurencyjności przedsiębiorstw

		Zdecydowanie nie	Nie	Trudno powiedzieć	Tak	Zdecydowanie tak
Efektywne pod względem operacyjnym	W strefie ekonomicznej	9,20%	6,80%	16,50%	61,20%	6,30%
	W parku technologicznym	13,9%	12,5%	27,1%	39,6%	6,9%
Innowacyjne	W strefie ekonomicznej	2,20%	7,20%	25,40%	42,50%	22,70%
	W parku technologicznym	2,9%	12,1%	42,1%	32,9%	10,0%
Konkurencyjne	W strefie ekonomicznej	3,00%	3,40%	17,60%	67,20%	8,80%
	W parku technologicznym	5,1%	2,6%	12,8%	71,2%	8,3%

Źródło: Badania własne.

W tym kontekście przeprowadzono² analizę wielowymiarowej analizy wariancji (MANOVA), aby ocenić, czy istnieją istotne różnice w kombinacji zmiennych „efektywne pod względem operacyjnym”, „innowacyjne” oraz „konkurencyjne” w zależności od lokalizacji przedsiębiorstwa. Wyniki MANOVA wykazały, że różnice te są istotne. Główny efekt dla zmiennej „przedsiębiorstwo jest zlokalizowane (w strefie ekonomicznej vs. w parku technologicznym)” był statystycznie istotny ($F(3, 289) = 5.89, p < .001, \eta^2_p = 0.06$), co sugeruje, że liniowa kombinacja ocen dotyczących efektywności operacyjnej, innowacyjności oraz konkurencyjności przedsiębiorstwa różniła się istotnie pomiędzy poziomami tej zmiennej. Wyniki analizy MANOVA przedstawiono w Tabeli 22.

Tabela 22. Wyniki analizy MANOVA dla zmiennych: „Efektywne pod względem operacyjnym”, „Innowacyjne” oraz „Konkurencyjne” vs. „Przedsiębiorstwo jest zlokalizowane (w specjalnej strefie ekonomicznej vs. w parku technologicznym)”

Variable	Pillai	F	df	Residual df	p	η_p^2
Przedsiębiorstwo jest zlokalizowane (w strefie ekonomicznej vs. w parku technologicznym)	0.06	5.89	3	289	< .001	0.06

Źródło: Badania własne.

W pierwszej analizie wariancji (ANOVA) zbadano różnice w ocenie zmiennej „Efektywne pod względem operacyjnym”. Wyniki wykazały istotność statystyczną ($F(1, 348) = 8.95, p = .003$), co oznacza, że lokalizacja przedsiębiorstwa znacząco wpływa na ocenę efektywności operacyjnej. Wskaźnik eta kwadrat wyniósł 0,03, co sugeruje, że lokalizacja wyjaśnia około 3% wariancji tej zmiennej. Średnia ocena efektywności operacyjnej była

² Czy lokalizacja przedsiębiorstwa wpływa na jego efektywność operacyjną, innowacyjność oraz konkurencyjność?”

wyższa w strefie ekonomicznej ($M = 3.49$, $SD = 1.03$) niż w parku technologicznym ($M = 3.13$, $SD = 1.16$).

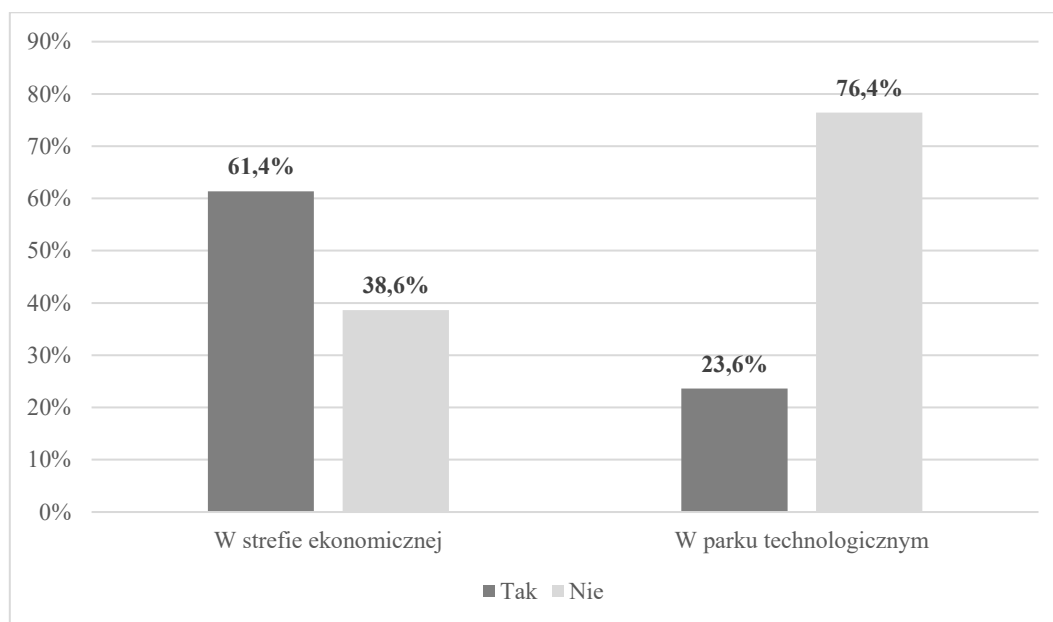
W drugiej analizie wariancji (ANOVA) zbadano różnice w ocenie zmiennej „innovacyjne”. Wyniki również były istotne ($F(1, 319) = 15.16$, $p < .001$), co wskazuje, że lokalizacja przedsiębiorstwa wpływa na poziom innowacyjności. Wskaźnik eta kwadrat wyniósł 0,05, co oznacza, że lokalizacja wyjaśnia około 5% wariancji w ocenach innowacyjności. Średnia ocena innowacyjności była wyższa w strefie ekonomicznej ($M = 3.76$, $SD = 0.96$) niż w parku technologicznym ($M = 3.35$, $SD = 0.92$).

Trzecia analiza wariancji (ANOVA) dotyczyła zmiennej „konkurencyjne”. Wyniki nie wykazały istotności statystycznej ($F(1, 358) = 0.00$, $p = .955$), co oznacza, że lokalizacja przedsiębiorstwa nie ma znaczącego wpływu na ocenę konkurencyjności. Wartość eta kwadrat wyniosła 0,00, co wskazuje na brak wyjaśnionej wariancji przez lokalizację. Średnie poziomy konkurencyjności były identyczne w obu lokalizacjach ($M = 3.75$, $SD = 0.78$ w strefie ekonomicznej oraz $M = 3.75$, $SD = 0.85$ w parku technologicznym).

Podsumowując, analiza wykazała istotne różnice w ocenach efektywności operacyjnej i innowacyjności w zależności od lokalizacji przedsiębiorstwa, przy czym wyższe wyniki osiągały przedsiębiorstwa zlokalizowane w strefach ekonomicznych. Nie stwierdzono natomiast różnic w ocenach konkurencyjności między przedsiębiorstwami zlokalizowanymi w strefach ekonomicznych, a tymi w parkach technologicznych.

Kolejne pytanie dotyczyło stosowania (narzędzi) optymalizacji procesów ekonomicznych przez badane firmy. W specjalnych strefach ekonomicznych większość respondentów (61,4%) deklaruje, że w ich przedsiębiorstwach stosowana jest optymalizacja procesów ekonomicznych. Natomiast tylko 38,6% firm z tej lokalizacji nie stosuje tego podejścia. Sytuacja w parkach technologicznych jest odwrotna. Zdecydowana większość respondentów (76,4%) wskazuje, że w ich firmach nie stosuje się optymalizacji procesów ekonomicznych. Tylko 23,6% przedsiębiorstw z parków technologicznych deklaruje wykorzystywanie tego podejścia.

Rysunek 16. Stosowanie optymalizacji procesów ekonomicznych w badanych przedsiębiorstwach



Źródło: Badania własne.

Uszczegóławiając analizę w tym aspekcie³ przeprowadzono test niezależności chi-kwadrat, aby zbadać, czy zmienne “przedsiębiorstwo jest zlokalizowane” i “czy w przedsiębiorstwie stosowane jest optymalizacja procesów ekonomicznych” są ze sobą powiązane. Wyniki testu chi-kwadrat były istotne przy poziomie alfa 0,05, $\chi^2(1) = 52,18$, $p < 0,001$, co oznacza, że zmienne są ze sobą powiązane. Na podstawie powyższych wyników można wnioskować, że lokalizacja przedsiębiorstwa (w strefie ekonomicznej vs. w parku technologicznym) jest istotnie związana z praktyką stosowania optymalizacji procesów ekonomicznych. Przedsiębiorstwa w strefach ekonomicznych częściej wdrażają optymalizację procesów ekonomicznych niż te w parkach technologicznych.

Tabela 23. Wyniki testu chi-kwadrat dotyczącego zależności między lokalizacją przedsiębiorstwa, a stosowaniem optymalizacji procesów ekonomicznych

Przedsiębiorstwo jest zlokalizowane	Czy w przedsiębiorstwie stosowane jest optymalizacja procesów ekonomicznych		χ^2	df	p
	Tak	Nie			
W strefie ekonomicznej	127[92.81]	80[114.19]	52.18	1	< .001
W parku technologicznym	38[72.19]	123[88.81]			

Źródło: Badania własne.

³ Czy istnieje związek między lokalizacją przedsiębiorstwa, a stosowaniem przez nie optymalizacji procesów ekonomicznych?

Kolejne pytanie dotyczyło powodów niestosowania optymalizacji procesów ekonomicznych przez badane firmy, które zaznaczyły brak stosowania optymalizacji procesów ekonomicznych. Wszystkie badane firmy wskazały jako przyczynę „ograniczenia zasobów czasowych, finansowych i ludzkich”. Wśród firm działających w ramach stref ekonomicznych, odpowiedź tę zaznaczyło 14,9% respondentów, natomiast wśród firm działających w parkach technologicznych odsetek ten wyniósł 38,3%.

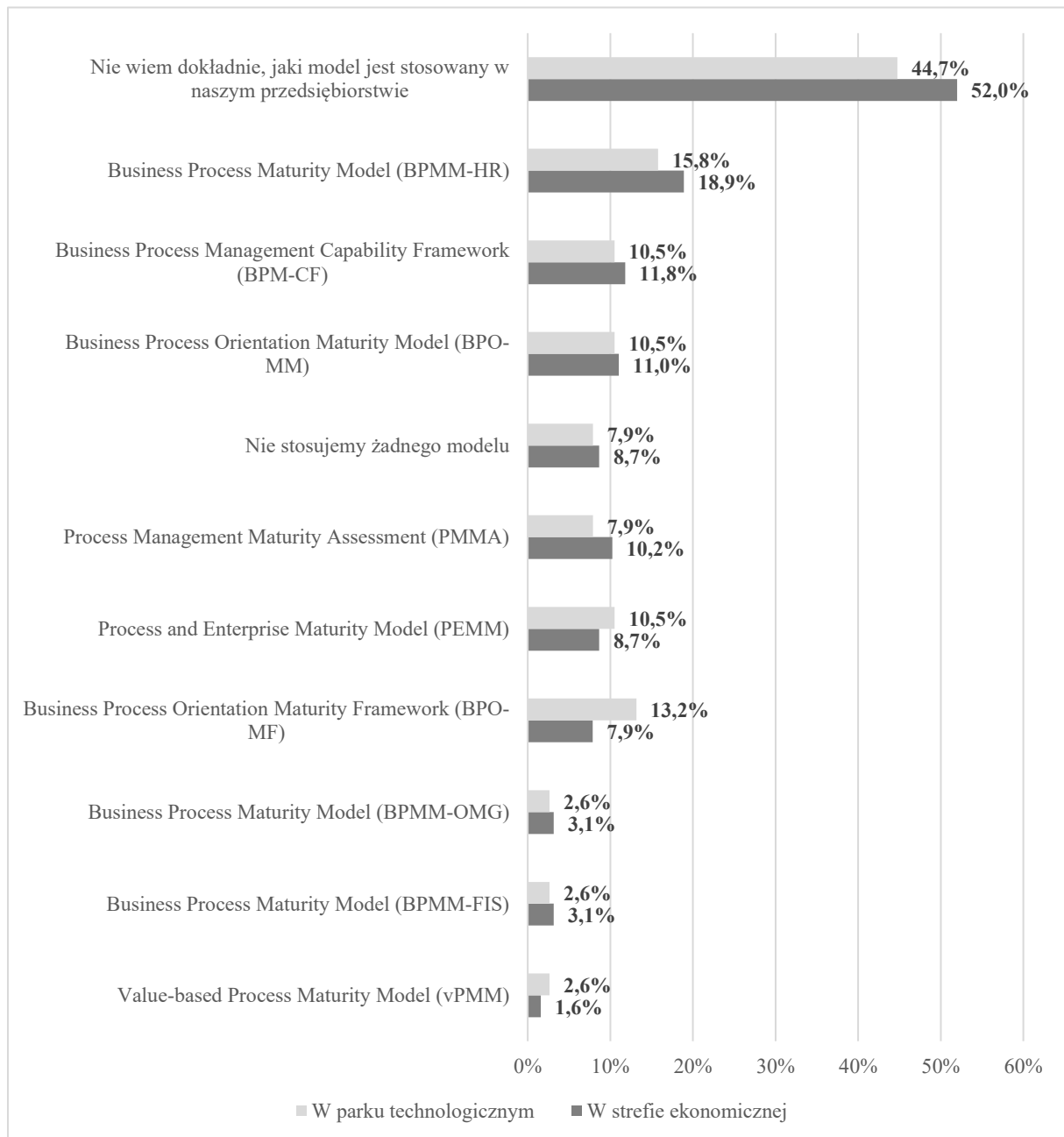
Odpowiedzi respondentów o stosowane modele dojrzałości procesowej nie były zróżnicowane w grupie przedsiębiorstw ze specjalnych stref ekonomicznych i grupie przedsiębiorstw z parków technologicznych. Najczęstszą odpowiedzią w obu grupach było „nie wiem dokładnie, jaki model jest stosowany w naszym przedsiębiorstwie”, z 52,0% w strefach ekonomicznych i 44,7% w parkach technologicznych. Ta wysoka niepewność może oznaczać, że w wielu firmach wiedza o konkretnych modelach dojrzałości procesowej nie jest powszechna wśród pracowników. Wśród zidentyfikowanych modeli, *Business Process Maturity Model* (BPMM-HR) był najczęściej wskazywany w obu lokalizacjach, z 18,9% w strefach ekonomicznych i 15,8% w parkach technologicznych.

Interesujące różnice można zaobserwować w przypadku niektórych modeli:

- *Business Process Management Capability Framework* (BPM-CF) i *Business Process Orientation Maturity Model* (BPO-MM) były częściej wskazywane w strefach ekonomicznych (11,8% i 11,0%) niż w parkach technologicznych (obie po 10,5%).
- *Business Process Orientation Maturity Framework* (BPO-MF) był częściej wskazywany w parkach technologicznych (13,2%) niż w strefach ekonomicznych (7,9%).
- *Process Management Maturity Assessment* (PMMA) był częściej stosowany w strefach ekonomicznych (10,2%) niż w parkach technologicznych (7,9%).

Odsetek firm, które nie stosują żadnego modelu, był podobny w obu lokalizacjach: 8,7% w strefach ekonomicznych i 7,9% w parkach technologicznych. Mniej popularne modele, takie jak *Value-based Process Maturity Model* (vPMM), *Business Process Maturity Model* (BPMM-FIS) i *Business Process Maturity Model* (BPMM-OMG), miały podobnie niskie wskazania w obu lokalizacjach.

Rysunek 17. Modele dojrzałości procesowej stosowane w badanych przedsiębiorstwach



Źródło: Badania własne.

Następne pytanie dotyczyło stopnia stosowania optymalizacji procesów ekonomicznych w różnych działach przedsiębiorstw. W dziale sprzedaży 54,6% firm w specjalnych strefach ekonomicznych stosuje się optymalizację procesów ekonomicznych w znacznym stopniu, w porównaniu do 44,8% w parkach technologicznych. Dział operacyjny/produkcyjny wykazuje jeszcze większe zróżnicowanie - 31,5% firm w strefach ekonomicznych stosuje optymalizację procesów ekonomicznych w bardzo dużym stopniu, podczas gdy w parkach technologicznych odsetek ten wynosi jedynie 10%. W Dziale

Badań/Rozwoju/Innowacji (R&D&I) więcej firm z parków technologicznych stosuje optymalizację procesów ekonomicznych w znacznym stopniu (33,3% vs 24,5% w strefach ekonomicznych). Dział marketingu w parkach technologicznych wykazuje wyższy odsetek firm stosujących optymalizację procesów ekonomicznych w bardzo dużym stopniu (32,3% vs 19,4% w strefach ekonomicznych). Dział IT/technologii Informacyjnej wykazuje mniejsze, ale zauważalne różnice, z nieco wyższym odsetkiem firm stosujących optymalizację procesów ekonomicznych w bardzo dużym stopniu w parkach technologicznych (28,1% vs 25,9%).

Tabela 24. Zakres stosowania optymalizacji procesów ekonomicznych w poszczególnych działach badanych przedsiębiorstw

		W niewielkim stopniu	W umiarkowanym stopniu	W znacznym stopniu	W bardzo dużym stopniu	W ogóle nie stosujemy/lub nie mamy takiego działu
Dział Biura Zarządu/ Administracyjny	W strefie ekonomicznej	25,9%	25,0%	30,6%	11,1%	7,4%
	W parku technologicznym	21,4%	32,1%	35,7%	7,2%	3,6%
Dział Księgowości/Finansów	W strefie ekonomicznej	14,2%	25,5%	36,8%	15,0%	8,5%
	W parku technologicznym	19,4%	12,9%	32,3%	32,3%	14,3%
Dział Prawny	W strefie ekonomicznej	17,0%	11,3%	42,5%	14,2%	15,0%
	W parku technologicznym	7,2%	10,7%	57,1%	10,7%	14,3%
Dział Sprzedaży	W strefie ekonomicznej	3,7%	12,0%	54,6%	3,7%	26,0%
	W parku technologicznym	6,9%	13,8%	44,8%	13,8%	20,7%
Dział Obsługi Klienta	W strefie ekonomicznej	32,1%	11,9%	39,5%	11,9%	4,6%
	W parku technologicznym	38,5%	11,5%	30,8%	11,5%	7,7%
Dział Zakupów/ Łańcucha Dostaw	W strefie ekonomicznej	8,5%	28,3%	37,7%	16,0%	9,5%
	W parku technologicznym	6,2%	21,9%	53,1%	9,4%	9,4%
Dział Badań / Rozwoju / Innowacji (R&D&I)	W strefie ekonomicznej	3,6%	10,0%	24,5%	27,4%	34,5%
	W parku technologicznym	3,4%	10,0%	33,3%	20,0%	33,3%
Dział Zasobów Ludzkich (HR)	W strefie ekonomicznej	26,9%	13,4%	48,1%	5,8%	5,8%
	W parku technologicznym	12,5%	20,8%	50,0%	12,5%	4,2%
Dział Marketingu	W strefie ekonomicznej	14,0%	12,0%	42,6%	19,4%	12,0%
	W parku technologicznym	3,1%	6,5%	45,2%	32,3%	12,9%
Dział Operacyjny/Produkcyjny	W strefie ekonomicznej	6,4%	14,4%	39,6%	31,5%	8,1%
	W parku technologicznym	10,0%	33,3%	43,3%	10,0%	3,3%
Dział Kontroli Jakości	W strefie ekonomicznej	20,3%	11,5%	39,4%	16,3%	12,5%

	W parku technologicznym	7,7%	26,9%	30,8%	26,9%	7,7%
Dział IT/Technologii Informacyjnej	W strefie ekonomicznej	8,0%	11,6%	37,5%	25,9%	17,0%
	W parku technologicznym	9,4%	18,8%	28,1%	28,1%	15,6%

Źródło: Badania własne.

Analiza etapów stosowania narzędzi optymalizacji procesów ekonomicznych pokazuje istotne różnice między firmami ze specjalnych stref ekonomicznych, a tymi z parków technologicznych. W przypadku modelowania procesów biznesowych (BPMN), firmy w strefach ekonomicznych częściej stosują to narzędzie na etapie planowania i projektowania (21% vs 14,3%), podczas gdy firmy w parkach technologicznych preferują etap modelowania (14,3% vs 4,8%). Analiza luki finansowej jest częściej stosowana na etapie monitorowania w parkach technologicznych (32,3% vs 25%), ale rzadziej na etapie wykonania (6,4% vs 17,6%). *Lean Financial Management* wykazuje znaczące różnice - tylko 10,3% firm w parkach technologicznych nie stosuje tego narzędzia, w porównaniu do 27% w strefach ekonomicznych. Systemy Workflow są częściej wykorzystywane na etapie monitorowania w parkach technologicznych (42,4% vs 23,5%). Automatyzacja procesów (RPA) jest rzadziej stosowana w parkach technologicznych (34,4% firm nie korzysta z RPA vs 21,1% w strefach ekonomicznych). Integracja Systemów jest z kolei częściej stosowana na etapie monitorowania w parkach technologicznych (34,4% vs 17%), ale rzadziej na etapie wykonania (3,1% vs 15%).

Tabela 25. Etapy stosowania narzędzi optymalizacji procesów ekonomicznych w badanych przedsiębiorstwach

		Planowanie i projektowanie (Design and Planning)	Modelowanie (Modelling)	Wykonanie (Execution)	Monitorowanie (Monitoring)	Optymalizacja (Optimization)	Nie stosujemy tego narzędzia
Modelowanie Procesów Biznesowych: BPMN (<i>Business Process Model and Notation</i>): Standard do graficznego przedstawienia procesów ekonomicznych.	W strefie ekonomicznej	21,0%	4,8%	14,2%	17,1%	21,9%	21,0%
	W parku technologicznym	14,3%	14,3%	17,9%	14,3%	17,9%	21,3%
Modelowanie Procesów Biznesowych: EPC (<i>Event-driven Process Chain</i>): Metoda modelowania procesów skoncentrowana na zdarzeniach i funkcjach.	W strefie ekonomicznej	8,8%	9,8%	17,6%	23,5%	19,6%	20,7%
	W parku technologicznym	9,7%	3,2%	22,6%	25,8%	25,8%	12,9%
Analiza Luki Finansowej: Identyfikacja obszarów optymalizacji kosztów i przychodów	W strefie ekonomicznej	24,1%	15,7%	17,6%	25,0%	11,1%	6,5%
	W parku technologicznym	29,0%	9,7%	6,4%	32,3%	9,7%	12,9%

Mapowanie Strumienia Wartości Finansowej: Identyfikacja i eliminacja kosztów nieprzynoszących wartości	W strefie ekonomicznej	21,5%	15,9%	9,3%	29,9%	15,9%	7,5%
	W parku technologicznym	13,3%	13,3%	26,7%	23,3%	13,3%	10,1%
Optymalizacja i Reengineering Procesów: BPR (<i>Business Process Reengineering</i>): Radykalne przemysłenie i przeprojektowanie procesów ekonomicznych.	W strefie ekonomicznej	8,5%	9,3%	16,1%	30,5%	11,0%	24,6%
	W parku technologicznym	9,1%	6,1%	12,1%	27,3%	21,2%	24,2%
<i>Lean Financial Management</i> : Optymalizacja procesów finansowych	W strefie ekonomicznej	1,0%	7,0%	13,0%	33,0%	19,0%	27,0%
	W parku technologicznym	10,3%	6,9%	13,8%	31,0%	27,7%	10,3%
Zarządzanie Procesami Biznesowymi (BPM): Cykl Życia BPM: Systematyczne podejście do zarządzania procesami, obejmujące fazy od projektowania po monitorowanie i optymalizację.	W strefie ekonomicznej	4,7%	1,9%	10,3%	30,8%	15,9%	36,4%
	W parku technologicznym	3,4%	6,9%	10,4%	31,0%	6,9%	41,4%
Systemy BPMS (<i>Business Process Management Systems</i>): Oprogramowanie do modelowania procesów biznesowych: Narzędzia takie jak Signavio, Bizagi, ARIS.	W strefie ekonomicznej	15,5%	8,2%	12,7%	32,7%	17,3%	13,6%
	W parku technologicznym	10,3%	6,9%	17,2%	20,7%	27,6%	17,3%
Systemy BPMS (<i>Business Process Management Systems</i>): Systemy Workflow: Automatyzują przepływ zadań i informacji, np. Camunda, Bonita BPM.	W strefie ekonomicznej	13,7%	12,7%	17,6%	23,5%	10,8%	21,7%
	W parku technologicznym	3,0%	12,1%	12,1%	42,4%	9,2%	21,2%
Narzędzia do Analizy Procesów: Oprogramowanie do symulacji procesów: Narzędzia takie jak AnyLogic czy Simul8, umożliwiające symulację i analizę procesów.	W strefie ekonomicznej	17,5%	4,9%	7,8%	25,2%	21,4%	23,2%
	W parku technologicznym	10,7%	14,3%	14,3%	10,7%	17,9%	32,1%
Narzędzia do Analizy Procesów: Narzędzia do analizy danych procesowych: Takie jak <i>Power BI</i> czy Tableau do analizy i wizualizacji danych procesowych.	W strefie ekonomicznej	13,9%	10,9%	8,9%	31,6%	22,8%	11,9%
	W parku technologicznym	6,9%	13,8%	13,8%	31,0%	20,7%	13,8%
	W strefie ekonomicznej	4,6%	4,6%	11,9%	35,8%	22,0%	21,1%

Automatyzacja Procesów (RPA): Narzędzia RPA: Takie jak UiPath, Blue Prism, umożliwiające automatyzację rutynowych zadań.	W parku technologicznym	6,3%	6,3%	15,5%	21,9%	15,6%	34,4%
Integracja Systemów: Middleware i ESB (<i>Enterprise Service Bus</i>): Ułatwiają integrację różnych systemów IT w przedsiębiorstwie.	W strefie ekonomicznej	23,0%	22,0%	15,0%	17,0%	15,0%	8,0%
	W parku technologicznym	18,8%	12,5%	3,1%	34,4%	15,6%	15,6%

Źródło: Badania własne.

W odniesieniu do wymienionych wyżej narzędzi optymalizacji procesów ekonomicznych na uwagę zasługuje zmienna „Analiza luki finansowej: Identyfikacja obszarów optymalizacji kosztów i przychodów”⁴. W tym względzie przeprowadzono test niezależności Chi-kwadrat, aby zbadać, czy istnieje związek między stosowaniem „Analizy luki finansowej (identyfikacja obszarów optymalizacji kosztów i przychodów)”, a lokalizacją przedsiębiorstwa (w specjalnej strefie ekonomicznej vs. w parku technologicznym).

Wyniki testu Chi-kwadrat nie były istotne statystycznie przy poziomie alfa 0,05 ($\chi^2(4) = 3,29$, $p = 0,511$), co oznacza brak istotnego związku między lokalizacją przedsiębiorstwa, a stosowaniem narzędzia „Analiza luki finansowej”. Wyniki wskazują, że stosowanie narzędzia „Analiza luki finansowej” do identyfikacji obszarów optymalizacji kosztów i przychodów jest podobne w przedsiębiorstwach zlokalizowanych w specjalnych strefach ekonomicznych i parkach technologicznych, bez wyraźnych preferencji dla któregośkolwiek etapu procesu w zależności od lokalizacji.

Tabela 26. Wyniki testu chi-kwadrat dla zależności między lokalizacją przedsiębiorstwa, a stosowaniem narzędzi analizy luki finansowej

Analiza Luki Finansowej: Identyfikacja obszarów optymalizacji kosztów i przychodów	Przedsiębiorstwo jest zlokalizowane		χ^2	df	p
	W strefie ekonomicznej	W parku technologicznym			
Planowanie i projektowanie	26[26.62]	9[8.38]	3.29	4	.511
Modelowanie	18[15.97]	3[5.03]			
Wykonanie	19[18.25]	5[5.75]			
Monitorowanie	30[33.46]	14[10.54]			
Optymalizacja	15[13.69]	3[4.31]			

Źródło: Badania własne.

⁴ Czy istnieje związek między stosowaniem narzędzia Analizy Luki Finansowej (identyfikacja obszarów optymalizacji kosztów i przychodów), a lokalizacją przedsiębiorstwa (w Specjalnej Strefie Ekonomicznej lub Parku Technologicznym)?

Przeprowadzono także test niezależności Chi-kwadrat w celu zbadania związku między stosowaniem narzędzia „Mapowanie strumienia wartości finansowej: Identyfikacja i eliminacja kosztów nieprzynoszących wartości”, a lokalizacją przedsiębiorstwa⁵. Wyniki testu Chi-kwadrat były istotne statystycznie przy poziomie alfa 0,05 ($\chi^2(4) = 10,81$, $p = 0,029$), co wskazuje na istnienie znaczącego związku między lokalizacją przedsiębiorstwa, a stosowaniem narzędzia „Mapowanie strumienia wartości finansowej”. Analiza ta pokazuje, że sposób wykorzystania narzędzia „Mapowanie strumienia wartości finansowej” różni się istotnie między przedsiębiorstwami zlokalizowanymi w specjalnych strefach ekonomicznych, a tymi w parkach technologicznych. Przedsiębiorstwa zlokalizowane w specjalnych strefach ekonomicznych kładą większy nacisk na wczesne etapy procesu, takie jak planowanie, projektowanie i modelowanie. Z kolei przedsiębiorstwa zlokalizowane w parkach technologicznych wykazują znacząco wyższe wykorzystanie narzędzia na etapie wykonania.

Tabela 27. Wyniki testu chi-kwadrat dla zależności między lokalizacją przedsiębiorstwa, a stosowaniem narzędzi mapowania strumienia wartości finansowej

Mapowanie Strumienia Wartości Finansowej: Identyfikacja i eliminacja kosztów nieprzynoszących wartości	Przedsiębiorstwo_jest_zlokalizowane		χ^2	df	p
	W strefie ekonomicznej	W parku technologicznym			
Planowanie i projektowanie	23[20.11]	4[6.89]	10.81	4	.029
Modelowanie	17[15.64]	4[5.36]			
Wykonanie	13[19.37]	13[6.63]			
Monitorowanie	41[40.23]	13[13.77]			
Optymalizacja	17[15.64]	4[5.36]			

Note. Values formatted as Observed [Expected].

Źródło: Badania własne.

W ramach pogłębionej analizy dotyczącej narzędzi optymalizacji procesów ekonomicznych, które odnoszą się do problematyki kosztów transakcyjnych przeprowadzono test niezależności Chi-kwadrat w celu zbadania, czy istnieje związek między etapem stosowania narzędzia „Lean Financial Management (optymalizacja procesów finansowych)”, a lokalizacją przedsiębiorstwa (w specjalnej strefie ekonomicznej vs. w parku technologicznym)⁶. Wyniki testu Chi-kwadrat nie były istotne statystycznie przy poziomie alfa

⁵ Czy istnieje związek między stosowaniem narzędzia Mapowania Strumienia Wartości Finansowej (Identyfikacja i eliminacja kosztów nieprzynoszących wartości), a lokalizacją przedsiębiorstwa (w Specjalnej Strefie Ekonomicznej lub Parku Technologicznym)?

⁶ Czy istnieje związek między stosowaniem narzędzia Lean Financial Management (optymalizacja procesów finansowych), a lokalizacją przedsiębiorstwa (w Specjalnej Strefie Ekonomicznej lub Parku Technologicznym)?

0,05 ($\chi^2(4) = 5,99$, $p = 0,200$), co wskazuje na brak istotnego związku między lokalizacją przedsiębiorstwa, a etapem stosowania narzędzia „Lean Financial Management”.

Tabela 28. Wyniki testu chi-kwadrat dla zależności między lokalizacją przedsiębiorstwa, a stosowaniem Lean Financial Management w optymalizacji procesów finansowych

Lean Financial Management: Optymalizacja procesów finansowych	Przedsiębiorstwo jest zlokalizowane		χ^2	df	p
	W strefie ekonomicznej	W parku technologicznym			
Planowanie i projektowanie	1[3.40]	4[1.60]	5.99	4	.200
Modelowanie	7[6.12]	2[2.88]			
Wykonanie	13[12.25]	5[5.75]			
Monitorowanie	42[42.18]	20[19.82]			
Optymalizacja	20[19.05]	8[8.95]			

Note. Values formatted as Observed [Expected].

Źródło: Badania własne.

W kontekście badań nad praktykami optymalizacji procesów ekonomicznych, respondentom zadano pytanie dotyczące stopnia stosowania różnorodnych narzędzi w tym obszarze. Diagramy przepływów są częściej stosowane w znacznym stopniu w parkach technologicznych (41,4% vs 30,6% w strefach ekonomicznych). Analiza przyczynowo-skutkowa (diagram Ishikawy) jest częściej stosowana w strefach ekonomicznych (44,1% vs 25,8% w parkach technologicznych). W kontekście benchmarkingu, firmy z parków technologicznych częściej stosują to narzędzie w umiarkowanym i znacznym stopniu (łącznie 56,7% vs 50% w strefach ekonomicznych). Szkolenia i rozwój pracowników wykazują istotną różnicę w poziomie integracji - w parkach technologicznych są one częściej w pełni zintegrowane (21,4% vs 10,7% w strefach ekonomicznych).

Tabela 29. Zakres stosowania narzędzi optymalizacji procesów ekonomicznych w badanych przedsiębiorstwach

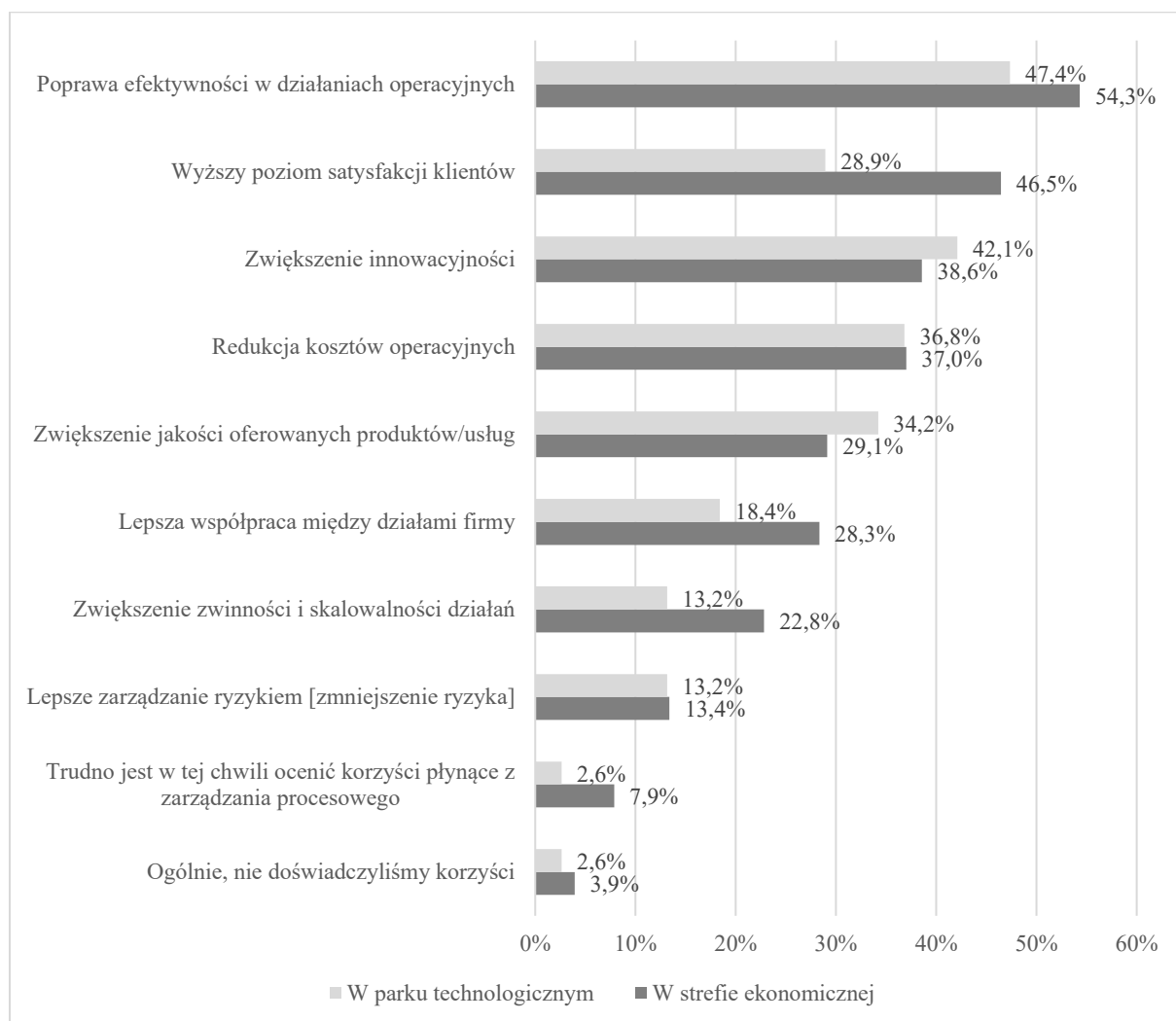
	W niewielkim stopniu (narzędzia optymalizacji procesów ekonomicznych są używane sporadycznie i mają ograniczone zastosowanie)	W umiarkowanym stopniu (narzędzia optymalizacji procesów ekonomicznych są stosowane regularnie, ale nie są jeszcze w pełni zintegrowane z wszystkimi procesami)	W znacznym stopniu (narzędzia optymalizacji procesów ekonomicznych są integralną częścią wielu procesów, choć nie wszystkich)	W bardzo dużym stopniu (narzędzia optymalizacji procesów ekonomicznych są szeroko stosowane i mają duży wpływ na większość procesów ekonomicznych)	W pełni zintegrowane (narzędzia optymalizacji procesów ekonomicznych są w pełni zintegrowane z działalnością firmy, odgrywając kluczową rolę we wszystkich procesach ekonomicznych)	Nie stosuję tego narzędzia
W strefie ekonomicznej	35,4%	11,5%	35,3%	8,0%	8,0%	1,8%

Narzędzia graficzne – mapa procesów	W parku technologicznym	34,4%	9,4%	37,5%	12,5%	3,1%	3,1%
Narzędzia graficzne - diagram przepływów	W strefie ekonomicznej	1,9%	12,0%	30,6%	14,8%	12,0%	28,7%
	W parku technologicznym	3,4%	6,9%	41,4%	20,7%	10,3%	17,3%
Narzędzia analityczne - analiza przyczynowo-skutkowa [diagram Ishikawy]	W strefie ekonomicznej	30,6%	7,2%	44,1%	7,2%	4,5%	6,4%
	W parku technologicznym	29,0%	25,8%	25,8%	13,0%	3,2%	3,2%
Narzędzia analityczne – benchmarking	W strefie ekonomicznej	11,8%	26,5%	23,5%	15,7%	9,8%	12,7%
	W parku technologicznym	3,3%	30,0%	26,7%	20,0%	6,7%	13,3%
Narzędzia statystyczne – wskaźniki jakości	W strefie ekonomicznej	4,5%	8,0%	13,3%	29,5%	27,7%	17,0%
	W parku technologicznym	9,7%	6,5%	12,9%	32,3%	19,4%	19,4%
Narzędzia statystyczne – Six Sigma	W strefie ekonomicznej	12,5%	12,5%	26,8%	14,2%	15,2%	18,8%
	W parku technologicznym	9,7%	12,9%	32,3%	12,9%	16,1%	16,1%
Narzędzia organizacyjne - systemy informatyczne	W strefie ekonomicznej	37,7%	18,4%	24,6%	11,4%	7,0%	0,9%
	W parku technologicznym	20,0%	26,7%	30,0%	16,7%	6,6%	
Narzędzia organizacyjne – szkolenia i rozwój pracowników	W strefie ekonomicznej	14,6%	20,4%	18,4%	27,2%	10,7%	8,7%
	W parku technologicznym	14,3%	10,7%	25,0%	17,9%	21,4%	10,7%

Zródło: Badania własne.

Analiza korzyści wynikających ze stosowania optymalizacji procesów ekonomicznych uwydatnia różnice między firmami w specjalnych strefach ekonomicznych, a tymi z parków technologicznych. Firmy ze stref ekonomicznych częściej wskazują na poprawę efektywności w działaniach operacyjnych (54,3% vs 47,4%) oraz wyższy poziom satysfakcji klientów (46,5% vs 28,9%). Natomiast przedsiębiorstwa z parków technologicznych częściej wymieniają zwiększenie innowacyjności (42,1% vs 38,6%) i jakości oferowanych produktów/usług (34,2% vs 29,1%). Dodatkowo, lepsza współpraca między działami firmy jest częściej podkreślana przez firmy ze stref ekonomicznych (28,3% vs 18,4%).

Rysunek 18. Korzyści osiągnięte przez badane przedsiębiorstwa dzięki stosowaniu optymalizacji procesów ekonomicznych



Źródło: Badania własne.

Kolejne pytanie ankiety koncentrowało się na trudnościach napotykanym przez przedsiębiorstwa w zakresie wdrażania optymalizacji procesów ekonomicznych. Opór pracowników przed zmianami jest postrzegany jako bardziej istotny problem w parkach technologicznych (46,4% vs 41,1% w strefach ekonomicznych). Trudności w mierzeniu efektów są częściej uznawane za istotny problem w parkach technologicznych (27,7% vs 12,7%). Brak odpowiednich narzędzi i technologii jest oceniany jako bardziej istotny w parkach technologicznych (23,5% vs 20,6%). Problemy z zarządzaniem zmianą są nieco bardziej istotne w parkach technologicznych (50% vs 46,7%). Budżetowe i finansowe ograniczenia są postrzegane jako bardziej znaczący problem w parkach technologicznych (26,5% vs 17,3%).

Tabela 30. Trudności napotykanne przez przedsiębiorstwa w zakresie wdrażania optymalizacji procesów ekonomicznych

		1 – mało istotny	2 – niewielka istotność	3 – średnio istotny	4 – wysoka istotność	5 – zdecydowanie istotny
Opór pracowników przed zmianami [Napotykaemy opór wśród pracowników wobec nowych metod optymalizacji procesów ekonomicznych]	W strefie ekonomicznej	15,2%	10,7%	33,0%	27,7%	13,4%
	W parku technologicznym	14,3%	17,9%	21,4%	25,0%	21,4%
Trudności w mierzeniu efektów [Mamy problem z oceną i mierzeniem efektywności wdrożonych zmian]	W strefie ekonomicznej	22,7%	27,3%	37,3%	10,0%	2,7%
	W parku technologicznym	17,2%	17,2%	37,9%	17,2%	10,5%
Brak odpowiednich narzędzi i technologii [Brakuje nam odpowiednich narzędzi i technologii do efektywnej optymalizacji procesów ekonomicznych]	W strefie ekonomicznej	22,4%	29,0%	28,0%	10,3%	10,3%
	W parku technologicznym	20,6%	11,8%	44,1%	17,6%	5,9%
Komplikacje w integracji procesów [Mamy problem z integracją i koordynacją procesów między różnymi działami]	W strefie ekonomicznej	9,2%	24,8%	40,4%	10,0%	15,6%
	W parku technologicznym	9,7%	16,1%	61,3%	9,7%	3,2%
Problemy z zarządzaniem zmianą [Mamy trudności w zarządzaniu zmianą i jej wdrażaniem]	W strefie ekonomicznej	9,5%	14,3%	29,5%	20,0%	26,7%
	W parku technologicznym	3,3%	16,7%	30,0%	36,7%	13,3%
Niedostateczne zrozumienie i szkolenia [Pracownicy nie mają wystarczającej wiedzy lub szkoleń z zakresu optymalizacji procesów ekonomicznych]	W strefie ekonomicznej	29,1%	8,2%	29,1%	30,9%	2,7%
	W parku technologicznym	23,3%	3,3%	40,0%	26,7%	6,7%
Budżetowe i finansowe ograniczenia [Mamy ograniczenia budżetowe, które hamują rozwój i wdrażanie optymalizacji procesów ekonomicznych]	W strefie ekonomicznej	36,2%	8,6%	37,9%	12,9%	4,4%
	W parku technologicznym	23,5%	5,9%	44,1%	11,8%	14,7%
Brak wyraźnej wizji i strategii [Brak jest jasno określonej wizji lub strategii dotyczącej optymalizacji procesów ekonomicznych]	W strefie ekonomicznej	17,2%	21,9%	41,9%	11,4%	17,1%
	W parku technologicznym	9,4%	18,8%	53,1%	6,3%	12,4%

Źródło: Badania własne.

Następny aspekt podjęty w badaniu dotyczył częstotliwości stosowania narzędzi wspieranych przez sztuczną inteligencję (AI). *Machine Learning* jest częściej stosowane regularnie w parkach technologicznych (31,3% vs 29,1%), ale więcej firm w strefach ekonomicznych nie stosuje go wcale (36,4% vs 21,9%). *Deep Learning* wykazuje znaczącą różnicę w codziennym użyciu (20% w parkach technologicznych vs 5,5% w strefach

ekonomicznych). IoT jest częściej stosowane regularnie w parkach technologicznych (30% vs 25%), ale również częściej nie jest stosowane wcale (33,3% vs 28,8%). Generatywne AI i LLM są częściej używane codziennie w parkach technologicznych (19,4% vs 12,1%). NLP Tools są częściej stosowane regularnie w parkach technologicznych (35,5% vs 22,7%). Natomiast narzędzia do analizy finansowej i optymalizacji kosztów są częściej używane regularnie w strefach ekonomicznych (39% vs 31%).

Tabela 31. Częstotliwość stosowania narzędzi wspieranych przez sztuczną inteligencję (AI) w badanych przedsiębiorstwach

		Incydentalnie, bardzo rzadko	Rzadko, ale regularnie	Okazjonalnie – od czasu do czasu	Regularnie – kilka razy w tygodniu	Codziennie – są integralną częścią naszych operacji biznesowych	Nie stosujemy tego narzędzia
Machine Learning (np. scikit-learn, TensorFlow)	W strefie ekonomicznej	7,3%	4,5%	11,8%	29,1%	10,9%	36,4%
	W parku technologicznym	6,0%	18,8%	12,5%	31,3%	9,4%	21,9%
Deep Learning (np. Keras, PyTorch)	W strefie ekonomicznej	14,5%	9,1%	10,9%	19,1%	5,5%	40,9%
	W parku technologicznym	6,7%	13,3%	10,0%	16,7%	20,0%	33,3%
IoT (Internet of Things) (np. AWS IoT Core)	W strefie ekonomicznej	11,5%	11,5%	14,5%	25,0%	8,7%	28,8%
	W parku technologicznym	6,7%	3,3%	20,0%	30,0%	6,7%	33,3%
Blockchain (np. Ethereum, IBM Blockchain)	W strefie ekonomicznej	14,2%	12,3%	15,0%	25,5%	11,3%	21,7%
	W parku technologicznym	25,0%	3,6%	10,7%	21,4%	3,6%	35,7%
Generatywne AI i LLM (np. GPT-3/GPT-4 (OpenAI))	W strefie ekonomicznej	24,3%	6,5%	26,2%	17,8%	12,1%	13,1%
	W parku technologicznym	16,1%	19,4%	12,9%	16,1%	19,4%	16,1%
Natural Language Processing (NLP) Tools (np. NLTK, spaCy)	W strefie ekonomicznej	14,5%	7,4%	23,6%	22,7%	10,0%	21,8%
	W parku technologicznym	16,1%	9,7%	16,1%	35,5%	6,5%	16,1%
Computer Vision Tools (np. OpenCV, TensorFlow)	W strefie ekonomicznej	6,2%	8,0%	13,3%	29,2%	10,6%	32,7%
	W parku technologicznym	13,8%	24,1%	6,9%	13,8%	13,8%	27,6%

Object Detection API)							
Narzędzia do Symulacji i Optymalizacji (np. MATLAB, Simulink)	W strefie ekonomicznej	25,0%	17,6%	16,7%	22,2%	6,5%	12,0%
	W parku technologicznym	3,7%	3,7%	5,6%	7,4%	4,6%	25,0%
Narzędzia do Analizy Finansowej i Optymalizacji Kosztów (np. zaawansowane systemy budżetowania i prognozowania)	W strefie ekonomicznej	27,0%	7,0%	12,0%	39,0%	14,0%	1,0%
	W parku technologicznym	31,0%	3,6%	17,2%	31,0%	10,3%	6,9%

Źródło: Badania własne.

W kontekście stosowanych w firmach narzędzi wspieranych przez sztuczną inteligencję (AI), szczególną uwagę zwrócono na zmienną „Narzędzia do analizy finansowej i optymalizacji kosztów (np. zaawansowane systemy budżetowania i prognozowania)”⁷. Aby zbadać, czy istnieją istotne różnice w stosowaniu tych narzędzi między przedsiębiorstwami zlokalizowanymi w specjalnych strefach ekonomicznych, a tymi w parkach technologicznych, przeprowadzono test rang Manna-Whitneya dla dwóch prób niezależnych. Wynik testu U Manna-Whitneya nie był istotny statystycznie przy poziomie alfa 0,05 ($U = 1714$, $z = -0,09$, $p = 0,924$). Wyniki te oznaczają, że rozkład stosowania wspieranych przez AI „Narzędzi do analizy finansowej i optymalizacji kosztów” nie różnił się istotnie między przedsiębiorstwami zlokalizowanymi w strefach ekonomicznych (Mediana = 94,00), a tymi w parkach technologicznych (Mediana = 77,00).

Tabela 32. Wyniki testu U Manna-Whitneya dla narzędzi do analizy finansowej i optymalizacji kosztów w zależności od lokalizacji przedsiębiorstwa

Variable	W strefie ekonomicznej		W parku technologicznym		U	z	p
	Mean Rank	n	Mean Rank	n			
Narzędzia do Analizy Finansowej i Optymalizacji Kosztów, np. zaawansowane systemy budżetowania i prognozowania	69.67	106	68.94	32	1,714.00	-0.09	.924

Źródło: Badania własne.

⁷ Czy istnieje związek między stosowaniem wspieranych przez sztuczną inteligencję (AI) Narzędzi do Analizy Finansowej i Optymalizacji Kosztów (np. zaawansowanych systemów budżetowania i prognozowania), a lokalizacją przedsiębiorstwa (w Specjalnej Strefie Ekonomicznej lub Parku Technologicznym)?

Dodatkowo, aby sprawdzić, czy firmy funkcjonujące w ramach specjalnych stref ekonomicznych różnią się od firm działających w ramach parków technologicznych pod względem stosowania wspieranych przez sztuczną inteligencję (AI) „Narzędzi do analizy finansowej i optymalizacji kosztów, takich jak zaawansowane systemy budżetowania i prognozowania, przeprowadzono test t-Studenta dla prób niezależnych⁸. Wyniki testu nie wykazały istotnych statystycznie różnic, $t(136) = 0,01$; $p = 0,992$; $d = 0,00$. Oznacza to, że poziom wykorzystania tych narzędzi w przedsiębiorstwach zlokalizowanych w SSE ($M = 2,97$; $SD = 1,50$; $n = 106$) oraz w PT ($M = 2,97$; $SD = 1,49$; $n = 32$) jest praktycznie identyczny.

Tabela 33. Wyniki testu t dla narzędzi analizy finansowej i optymalizacji kosztów w zależności od lokalizacji przedsiębiorstwa

Variable	W strefie ekonomicznej			W parku technologicznym			t	p	d
	M	SD	n	M	SD	n			
Narzędzia do Analizy Finansowej i Optymalizacji Kosztów, np. zaawansowane systemy budżetowania i prognozowania.	2.97	1.50	106	2.97	1.49	32	0.01	.992	0.00

Note. N = 138. Degrees of Freedom for the t-statistic = 136. d represents Cohen's d.

Źródło: Badania własne.

W ramach pogłębionej analizy praktyk biznesowych przedsiębiorstw zlokalizowanych w specjalnych strefach ekonomicznych, przeprowadzono analizę regresji liniowej⁹. Celem tej analizy było sprawdzenie, czy zastosowanie zaawansowanej technologii, takich jak Blockchain (np. IBM Blockchain) oraz generatywna AI i modele językowe dużej skali (np. GPT-3, GPT-4), istotnie wpływa na wykorzystanie narzędzi do analizy finansowej i optymalizacji kosztów (np. zaawansowanych systemów budżetowania i prognozowania) w tych przedsiębiorstwach. Analiza ta ma na celu zidentyfikowanie potencjalnych zależności między adopcją innowacyjnych technologii, a zaawansowaniem praktyk zarządzania finansowego, co może mieć kluczowe znaczenie dla zrozumienia dynamiki rozwoju technologicznego firm w Specjalnych Strefach Ekonomicznych. Do wyboru optymalnej kombinacji predyktorów zastosowano metodę krokowej selekcji zmiennych.

⁸ Czy firmy funkcjonujące w ramach Specjalnych Stref Ekonomicznych (SSE) różnią się od firm funkcjonujących w ramach Parków Technologicznych (PT) pod względem stosowania narzędzi wspieranych przez sztuczną inteligencję (AI) do analizy finansowej i optymalizacji kosztów, takich jak zaawansowane systemy budżetowania i prognozowania?

⁹ Czy stopień wykorzystania zaawansowanych technologii informatycznych istotnie przewiduje poziom adopcji zaawansowanych narzędzi do analizy finansowej i optymalizacji kosztów w przedsiębiorstwach?

Wyniki modelu regresji liniowej okazały się istotne statystycznie ($F(2,72) = 7,01$, $p = 0,002$, $R^2 = 0,16$), co oznacza, że około 16,30% wariacji w wykorzystaniu narzędzi do analizy finansowej i optymalizacji kosztów można wyjaśnić zastosowaniem technologii Blockchain oraz generatywnej AI i modeli językowych. Technologia Blockchain istotnie przewidywała wykorzystanie tych narzędzi ($B = 0,25$, $t(72) = 2,70$, $p = 0,009$), co sugeruje, że każdy jednostkowy wzrost zastosowania Blockchain zwiększa wartość wykorzystania narzędzi do analizy finansowej i optymalizacji kosztów o 0,25 jednostki. Podobnie, generatywne AI i LLM istotnie przewidywały wykorzystanie tych narzędzi ($B = 0,22$, $t(72) = 2,30$, $p = 0,024$), co oznacza, że każdy jednostkowy wzrost zastosowania generatywnego AI i LLM zwiększa wartość wykorzystania tych narzędzi o 0,22 jednostki.

Wyniki te wskazują, że w strefach ekonomicznych zarówno technologia Blockchain, jak i generatywne AI oraz LLM mają pozytywny wpływ na wykorzystanie zaawansowanych narzędzi do analizy finansowej i optymalizacji kosztów, przy czym wpływ Blockchain wydaje się nieco silniejszy. Należy jednak zauważyć, że model wyjaśnia stosunkowo niewielką część wariacji (16,30%), co wskazuje na istnienie innych istotnych czynników wpływających na wykorzystanie tych narzędzi, które nie zostały uwzględnione w tym modelu.

Tabela 34. Wyniki analizy regresji liniowej dla Blockchain i generatywnego AI (np. GPT-3, GPT-4, OpenAI) jako predyktorów wykorzystania narzędzi do analizy finansowej i optymalizacji kosztów

Variable	<i>B</i>	<i>SE</i>	95.00% CI	β	<i>t</i>	<i>p</i>
(Intercept)	1.44	0.45	[0.54, 2.34]	0.00	3.20	.002
Blockchain (np. Ethereum, IBM Blockchain)	0.25	0.09	[0.06, 0.43]	0.29	2.70	.009
Generatywne AI i LLM (np. GPT-3, GPT-4, OpenAI)	0.22	0.09	[0.03, 0.40]	0.25	2.30	.024

Note. Results: $F(2,72) = 7.01$, $p = .002$, $R^2 = .16$

Równanie regresji niestandardyzowanej: Narzędzia do Analizy Finansowej i Optymalizacji Kosztów (np. zaawansowane systemy budżetowania i prognozowania) = $1,44 + 0,25 * \text{Blockchain (np. Ethereum, IBM Blockchain)} + 0,22 * \text{Generatywne AI i LLM (np. GPT-3, GPT-4, OpenAI)}$

Źródło: Badania własne.

Kolejne pytanie w kwestionariuszu skupiało się na stopniu stosowania narzędzi AI w optymalizacji procesów ekonomicznych w różnych działach przedsiębiorstw. W dziale badań/rozwoju/innowacji (R&D&I) 63,4% firm w parkach technologicznych stosuje AI w bardzo dużym stopniu lub całkowicie, w porównaniu do 40% w strefach ekonomicznych. W dziale zasobów ludzkich (HR) 31% firm w parkach technologicznych stosuje AI całkowicie, wobec 12,3% w strefach ekonomicznych. Dział marketingu wykazuje, że 26,7% firm w parkach technologicznych stosuje AI całkowicie, podczas gdy w strefach ekonomicznych odsetek ten

wynosi 10,7%. Dział IT/technologii informacyjnej wykazuje podobny poziom zaawansowanego stosowania AI w obu lokalizacjach (około 45%). W dziale kontroli jakości 24,1% firm w parkach technologicznych stosuje AI całkowicie, w porównaniu do 21,2% w strefach ekonomicznych, ale jednocześnie 31,2% firm w parkach technologicznych w ogóle nie stosuje AI w tym dziale.

Tabela 35. Stopień i zakres stosowania narzędzi AI w optymalizacji procesów ekonomicznych w różnych działach badanych przedsiębiorstw

		W niewielkim stopniu	W umiarkowanym stopniu	W znacznym stopniu	W bardzo dużym stopniu	Całkowicie	W ogóle nie stosujemy/lub nie mamy takiego działu
Dział Biura Zarządu/ Administracyjny	W strefie ekonomicznej	14,0%	13,1%	26,2%	7,5%	8,4%	30,8%
	W parku technologicznym	15,6%	21,9%	12,5%	6,2%	9,4%	34,4%
Dział Księgowości/Finansów	W strefie ekonomicznej	23,1%	26,9%	17,3%	15,4%	7,7%	9,6%
	W parku technologicznym	20,0%	20,0%	30,0%	10,0%	3,3%	16,7%
Dział Prawny	W strefie ekonomicznej	27,2%	6,2%	9,6%	22,8%	20,2%	14,0%
	W parku technologicznym	29,0%	6,5%	3,2%	32,3%	12,9%	16,1%
Dział Sprzedaży	W strefie ekonomicznej	17,8%	15,0%	18,7%	26,2%	13,0%	9,3%
	W parku technologicznym	16,7%	13,3%	13,3%	26,7%	16,7%	13,3%
Dział Obsługi Klienta	W strefie ekonomicznej	14,7%	14,7%	17,6%	15,7%	14,7%	22,6%
	W parku technologicznym	10,7%	14,3%	28,6%	14,3%	7,1%	25,0%
Dział Zakupów/Łańcucha Dostaw	W strefie ekonomicznej	17,7%	15,6%	19,9%	20,6%	9,2%	17,0%
	W parku technologicznym	15,2%	12,1%	24,2%	18,2%	3,0%	27,3%
Dział Badań / Rozwoju / Innowacji (R&D&I)	W strefie ekonomicznej	4,8%	12,4%	18,0%	29,5%	10,5%	24,8%
	W parku technologicznym	6,6%	16,7%	6,7%	36,7%	26,7%	6,6%
Dział Zasobów Ludzkich (HR)	W strefie ekonomicznej	29,2%	14,2%	9,4%	19,8%	12,3%	15,1%

	W parku technologicznym	20,7%	10,3%	27,6%	10,4%	31,0%	
Dział Marketingu	W strefie ekonomicznej	18,8%	28,6%	19,6%	12,5%	10,7%	9,8%
	W parku technologicznym	6,7%	3,3%	16,7%	13,3%	26,7%	33,3%
Dział Operacyjny/Produkcyjny	W strefie ekonomicznej	7,5%	14,2%	13,2%	20,8%	17,0%	27,3%
	W parku technologicznym	6,5%	12,9%	9,7%	25,8%	16,1%	29,0%
Dział Kontroli Jakości	W strefie ekonomicznej	14,2%	9,7%	11,5%	20,4%	21,2%	23,0%
	W parku technologicznym	17,2%	6,9%	3,4%	17,2%	24,1%	31,2%
Dział IT/Technologii Informacyjnej	W strefie ekonomicznej	1,9%	14,8%	25,9%	38,9%	6,5%	12,0%
	W parku technologicznym	11,1%	14,8%	18,5%	37,0%	7,5%	11,1%

Źródło: Badania własne.

Następne zagadnienie poruszone w badaniu dotyczyło poziomu zasobów niematerialnych w kontekście stosowania narzędzi AI. Wiedza technologiczna jest nieco wyżej oceniana w parkach technologicznych (9,4% vs 3,6% na bardzo wysokim poziomie). Kompetencje są częściej oceniane jako średnie w parkach technologicznych (61,8% vs 43,1%), ale więcej firm w strefach ekonomicznych ocenia je jako bardzo wysokie (23,6% vs 17,6%). Doświadczenie jest częściej oceniane jako bardzo wysokie w strefach ekonomicznych (15,6% vs 6,8%). Kultura organizacyjna jest oceniana jako wysoka lub bardzo wysoka przez podobny odsetek firm w obu lokalizacjach (47,2% vs 45,5%), ale w parkach technologicznych więcej firm ocenia ją jako niską (30,3% vs 10,2%). Umiejętności analityczne i decyzyjne są wyżej oceniane w strefach ekonomicznych (51% vs 41,1% jako wysokie lub bardzo wysokie). Zdolność do zarządzania zmianą jest częściej oceniana jako średnia w parkach technologicznych (50% vs 29,2%). Współpraca międzydziałowa jest oceniana jako niska lub bardzo niska przez większy odsetek firm w parkach technologicznych (61,3% vs 47,3%). Innowacyjność i kreatywność są częściej oceniane jako średnie w parkach technologicznych (58,8% vs 48,1%), ale więcej firm w strefach ekonomicznych ocenia je jako bardzo wysokie (15,1% vs 8,8%).

Tabela 36. Ocena poziomu zasobów niematerialnych w badanych przedsiębiorstwach w kontekście stosowania narzędzi AI

		Bardzo niski - Nasze zasoby w zakresie wiedzy, kompetencji i technologii AI są bardzo ograniczone lub nieistniejące	Niski - Mamy pewne podstawowe zasoby, ale są one niewystarczające do efektywnego stosowania narzędzi AI	Średni - Posiadamy umiarkowane zasoby, które pozwalają na stosowanie narzędzi AI w ograniczonym zakresie	Wysoki - Mamy dobre zasoby, które umożliwiają stosowanie narzędzi AI w większości potrzebnych obszarach	Bardzo wysoki - Posiadamy zaawansowane i wszechstronne zasoby umożliwiające efektywne i innowacyjne stosowanie narzędzi AI
Wiedza technologiczna	W strefie ekonomicznej	29,0%	25,5%	26,4%	15,5%	3,6%
	W parku technologiczny m	28,1%	28,1%	18,8%	15,6%	9,4%
Kompetencje	W strefie ekonomicznej	5,9%	12,7%	43,1%	14,7%	23,6%
	W parku technologiczny m	3,0%	8,8%	61,8%	8,8%	17,6%
Doświadczenie	W strefie ekonomicznej	10,1%	20,2%	42,2%	11,9%	15,6%
	W parku technologiczny m	13,3%	23,3%	43,3%	13,3%	6,8%
Kultura organizacyjna	W strefie ekonomicznej	4,6%	10,2%	38,0%	25,0%	22,2%
	W parku technologiczny m	3,0%	30,3%	21,2%	27,3%	18,2%
Wewnętrzne procesy i procedury	W strefie ekonomicznej	10,0%	30,9%	39,1%	8,2%	11,8%
	W parku technologiczny m	14,3%	25,0%	42,9%	7,1%	10,7%
Umiejętności analityczne i decyzyjne	W strefie ekonomicznej	4,7%	9,4%	34,9%	22,6%	28,4%
	W parku technologiczny m	5,9%	11,8%	41,2%	14,7%	26,4%
Zdolność do zarządzania zmianą	W strefie ekonomicznej	20,8%	20,8%	29,2%	16,0%	13,2%
	W parku technologiczny m	6,3%	25,0%	50,0%	6,3%	12,4%
Zasoby informacyjne i dane	W strefie ekonomicznej	15,0%	15,9%	29,2%	25,7%	14,2%
	W parku technologiczny m	10,3%	17,4%	51,7%	10,3%	10,3%
Umiejętności komunikacyjne	W strefie ekonomicznej	20,0%	10,0%	43,0%	18,0%	9,0%
	W parku technologiczny m	23,3%	26,7%	23,3%	6,7%	20,0%
Elastyczność i adaptacyjność	W strefie ekonomicznej	18,5%	11,1%	42,6%	20,4%	7,4%

	W parku technologicznym	10,7%	21,3%	46,4%	10,7%	10,7%
Współpraca międzydziałowa	W strefie ekonomicznej	40,0%	7,3%	29,1%	20,0%	3,6%
	W parku technologicznym	38,7%	22,6%	29,0%	6,5%	3,2%
Inwestycje w rozwój i szkolenia	W strefie ekonomicznej	9,3%	15,7%	32,4%	20,4%	22,2%
	W parku technologicznym	3,6%	17,9%	46,4%	14,2%	17,9%
Innowacyjność i kreatywność	W strefie ekonomicznej	8,5%	12,3%	48,1%	16,0%	15,1%
	W parku technologicznym	3,0%	11,8%	58,8%	17,6%	8,8%

Zródło: Badania własne.

Następny aspekt analizy dotyczy oceny poziomu zasobów materialnych przedsiębiorstw w kontekście wykorzystania narzędzi AI. W przypadku sprzętu i infrastruktury, firmy z obu lokalizacji wykazują podobne tendencje, z nieznacznie wyższym odsetkiem ocen wysokich lub bardzo wysokich w strefach ekonomicznych (37,3% vs 34,4%). Jednakże, więcej firm w parkach technologicznych ocenia ten zasób jako średni (40,6% vs 30,5%). W ocenie narzędzi i oprogramowania obserwujemy znaczące różnice. W strefach ekonomicznych więcej firm ocenia ten zasób jako wysoki lub bardzo wysoki (30,3% vs 22,3%), ale w parkach technologicznych jest wyższy odsetek ocen bardzo wysokich (13,9% vs 3,7%). Jednocześnie, więcej firm w parkach technologicznych ocenia ten zasób jako średni (44,4% vs 28,4%). Ocena przestrzeni roboczej i środowiska pracy jest podobna w obu lokalizacjach, z nieznacznie wyższym odsetkiem ocen wysokich lub bardzo wysokich w parkach technologicznych (25% vs 22,9%). Jednakże, w obu lokalizacjach znaczący odsetek firm ocenia ten zasób jako bardzo niski (35,5% w strefach ekonomicznych i 37,5% w parkach technologicznych).

Tabela 37. Ocena poziomu zasobów materialnych badanych przedsiębiorstw w kontekście stosowania narzędzi AI

		Bardzo niski	Niski	Średni	Wysoki	Bardzo wysoki
Sprzęt i infrastruktura	W strefie ekonomicznej	22,9%	9,3%	30,5%	31,4%	5,9%
	W parku technologicznym	18,8%	6,3%	40,6%	31,3%	3,1%
Narzędzia i oprogramowanie	W strefie ekonomicznej	24,8%	16,5%	28,4%	26,6%	3,7%
	W parku technologicznym	19,4%	13,9%	44,4%	8,4%	13,9%

Przeźren robocza i Źrodowisko pracy	W strefie ekonomicznej	35,5%	8,5%	33,1%	16,1%	6,8%
	W parku technologicznym	37,5%	9,4%	28,1%	18,8%	6,2%

Źródło: Badania własne.

Kolejny element analizy dotyczy skuteczności optymalizacji procesów ekonomicznych przed i po wprowadzeniu narzędzi wspieranych przez sztuczną inteligencję (AI). W tym względie na szczególną uwagę zasługuje minimalizowanie kosztów wykonania procesu ekonomicznego, które wykazuje najbardziej znaczącą poprawę, ze wzrostem średniej oceny z 2,71 do 6,79. Liczba wprowadzanych innowacji w procesach ekonomicznych wzrosła z 4,38 do 6,32. Skuteczność w skracaniu czasu wprowadzania zmian w procesach ekonomicznych poprawiła się z 3,57 do 5,46. Rentowność procesów i utrzymanie niskich kosztów operacyjnych również wykazują tendencje wzrostowe. Jednakże, lojalność klientów i wysoka wydajność pracy w przedsiębiorstwie odnotowały nieznaczny spadek po wprowadzeniu AI.

Tabela 38. Ocena skuteczności optymalizacji procesów ekonomicznych przed i po wdrożeniu narzędzi wspieranych przez sztuczną inteligencję (AI) w badanych przedsiębiorstwach

Zadanie	PRZED Średnia (Odchylenie standardowe)	PO Średnia (Odchylenie standardowe)
Skracanie czasu cyklu procesu ekonomicznego	4,50 (3,21)	4,22 (3,30)
Minimalizowanie kosztów wykonania procesu ekonomicznego	2,71 (2,80)	6,79 (3,64)
Rentowność procesów (marża zysku z procesów)	3,70 (2,93)	5,43 (3,56)
Utrzymanie niskich kosztów operacyjnych	3,68 (2,78)	5,47 (3,92)
Skuteczność w generowaniu wysokich przychodów ze sprzedaży	3,77 (2,81)	4,53 (3,06)
Poziom zadowolenia klientów	5,51 (3,19)	6,11 (3,45)
Lojalność klientów	6,87 (3,40)	5,13 (3,27)
Wysoka wydajność pracy w przedsiębiorstwie	6,24 (2,97)	5,06 (3,34)
Niska fluktuacja pracowników	6,08 (3,04)	5,34 (3,60)
Skuteczność w skracaniu czasu wprowadzania zmian w procesach ekonomicznych	3,57 (2,85)	5,46 (3,63)
Koszty związane ze zmianami w procesach ekonomicznych	6,00 (3,18)	6,22 (3,54)
Liczba wprowadzanych innowacji w procesach ekonomicznych	4,38 (2,90)	6,32 (2,98)
Skuteczność wprowadzanych innowacji w procesach ekonomicznych	5,32 (2,91)	5,45 (3,08)
Poziom przestrzegania wewnętrznych zasad i procedur firmy	4,92 (2,78)	5,14 (3,19)
Zwinne reagowanie na zmiany i skalowalność procesów	5,24 (3,39)	5,71 (3,50)

Źródło: Badania własne.

W ramach pogłębionej analizy skuteczności optymalizacji procesów ekonomicznych przed i po wprowadzeniu narzędzi wspieranych przez sztuczną inteligencję (AI)¹⁰, kolejne pytanie badawcze skupiło się na ocenie wpływu AI na różne aspekty funkcjonowania przedsiębiorstw. Aby lepiej zrozumieć zależności między tymi zmiennymi, przeprowadzono w pierwszej kolejności analizę regresji liniowej dla przedsiębiorstw zlokalizowanych w specjalnych strefach ekonomicznych. Celem tej analizy było określenie, czy wybrane zmienne niezależne istotnie przewidują zmienną zależną „Koszty związane ze zmianami w procesach ekonomicznych”. Ta zmienna została wybrana ze względu na jej kluczowe znaczenie w ocenie efektywności optymalizacji procesów ekonomicznych oraz jej bezpośredni związek z teorią kosztów transakcyjnych. W kontekście tej teorii, koszty związane ze zmianami w procesach ekonomicznych można interpretować jako formę kosztów transakcyjnych, których minimalizacja jest kluczowa dla zwiększenia efektywności ekonomicznej przedsiębiorstw.

Do wyboru optymalnej kombinacji predyktorów zastosowano metodę krokowej selekcji zmiennych. Wyniki modelu regresji liniowej były istotne statystycznie ($F(9,133) = 62,36$, $p < 0,001$, $R^2 = 0,81$), co oznacza, że około 80,84% wariacji w kosztach związanych ze zmianami w procesach ekonomicznych można wyjaśnić badanymi zmiennymi niezależnymi.

Spośród analizowanych zmiennych, pięć okazało się istotnymi predyktorami:

- Utrzymanie niskich kosztów operacyjnych ($B = 0,29$, $p < 0,001$)
- Niska fluktuacja pracowników ($B = 0,24$, $p = 0,001$)
- Lojalność klientów ($B = 0,19$, $p = 0,007$)
- Liczba wprowadzanych innowacji w procesach ekonomicznych ($B = 0,15$, $p = 0,033$)
- Skuteczność w generowaniu wysokich przychodów ze sprzedaży ($B = 0,16$, $p = 0,030$)

Wszystkie te zmienne wykazały pozytywny związek z kosztami zmian w procesach ekonomicznych, co oznacza, że ich wzrost wiąże się ze wzrostem kosztów zmian.

Cztery zmienne nie okazały się istotnymi predyktorami ($p > 0,05$):

- Poziom przestrzegania wewnętrznych zasad i procedur firmy
- Zwinne reagowanie na zmiany i skalowalność procesów
- Minimalizowanie kosztów wykonania procesu ekonomicznego
- Skracanie czasu cyklu procesu ekonomicznego

¹⁰ [Do the independent variable(s) significantly predict the dependent variable?]

Czy skuteczność realizowanych zadań optymalizacji procesów ekonomicznych (po wprowadzeniu narzędzi/aplikacji wspieranych przez AI) istotnie przewiduje koszty związane ze zmianami w procesach biznesowych?

Wyniki te oznaczają, że w strefach ekonomicznych koszty związane ze zmianami w procesach ekonomicznych są bardziej zależne od czynników operacyjnych, pracowniczych i klienckich niż od czynników związanych z efektywnością procesów.

Tabela 39. Wyniki analizy regresji liniowej dla predyktorów kosztów zmian w procesach ekonomicznych (SSE)

Variable	B	SE	95.00% CI	β	t	p
(Intercept)	0.04	0.28	[-0.51, 0.60]	0.00	0.16	.873
Utrzymanie niskich kosztów operacyjnych	0.29	0.09	[0.12, 0.46]	0.30	3.38	< .001
Niska fluktuacja pracowników	0.24	0.07	[0.09, 0.38]	0.23	3.31	.001
Lojalność klientów	0.19	0.07	[0.05, 0.32]	0.17	2.72	.007
Poziom przestrzegania wewnętrznych zasad i procedur firmy	0.11	0.06	[-0.005, 0.23]	0.11	1.89	.061
Liczba wprowadzanych innowacji w procesach ekonomicznych	0.15	0.07	[0.01, 0.30]	0.15	2.16	.033
Zwinne reagowanie na zmiany i skalowalność procesów	-0.10	0.07	[-0.24, 0.04]	-0.10	-1.41	.160
Skuteczność w generowaniu wysokich przychodów ze sprzedaży	0.16	0.07	[0.02, 0.30]	0.13	2.19	.030
Minimalizowanie kosztów wykonania procesu ekonomicznego	0.13	0.08	[-0.02, 0.29]	0.14	1.69	.093
Skracanie czasu cyklu procesu ekonomicznego	-0.11	0.07	[-0.25, 0.02]	-0.11	-1.64	.102

Note. Results: $F(9,133) = 62.36$, $p < .001$, $R^2 = .81$

Równanie regresji niestandardyzowanej: Koszty związane ze zmianami w procesach ekonomicznych = $0,04 + 0,29 * \text{Utrzymanie niskich kosztów operacyjnych} + 0,24 * \text{Niska fluktuacja pracowników} + 0,19 * \text{Lojalność klientów} + 0,11 * \text{Poziom przestrzegania wewnętrznych zasad i procedur firmy} + 0,15 * \text{Liczba wprowadzanych innowacji w procesach ekonomicznych} - 0,10 * \text{Zwinne reagowanie na zmiany i skalowalność procesów} + 0,16 * \text{Skuteczność w generowaniu wysokich przychodów ze sprzedaży} + 0,13 * \text{Minimalizowanie kosztów wykonania procesu ekonomicznego} - 0,11 * \text{Skracanie czasu cyklu procesu ekonomicznego}$

Źródło: Badania własne.

Kontynuując analizę wpływu AI na optymalizację procesów ekonomicznych, przeprowadzono kolejną analizę, tym razem skupiając się na przedsiębiorstwach zlokalizowanych w parkach technologicznych. Przeprowadzono analizę regresji liniowej, aby ocenić, czy zmienne niezależne istotnie przewidują zmienną zależną „Koszty związane ze zmianami w procesach ekonomicznych”. Do wyboru optymalnej kombinacji predyktorów zastosowano metodę krokowej selekcji zmiennych.

Wyniki modelu regresji liniowej były istotne statystycznie ($F(4,65) = 46,14$, $p < 0,001$, $R^2 = 0,74$), co oznacza, że około 73,96% wariancji w kosztach związanych ze zmianami w procesach ekonomicznych można wyjaśnić badanymi zmiennymi niezależnymi.

Spśród analizowanych zmiennych, trzy okazały się istotnymi predyktorami:

- Niska fluktuacja pracowników ($B = 0,39$, $p < 0,001$)

- Skracanie czasu cyklu procesu ekonomicznego ($B = 0,29, p = 0,007$)
- Lojalność klientów ($B = 0,23, p = 0,015$)

Wszystkie te zmienne wykazały pozytywny związek z kosztami zmian w procesach ekonomicznych, co oznacza, że ich wzrost wiąże się ze wzrostem kosztów zmian.

Jedna zmienna nie okazała się istotnym predyktorem ($p > 0,05$):

- Rentowność procesów (marża zysku z procesów) ($B = 0,18, p = 0,104$)

Wyniki te wskazują, że w parkach technologicznych koszty związane ze zmianami w procesach ekonomicznych są bardziej zależne od czynników związanych z pracownikami, efektywnością procesów i lojalnością klientów niż od bezpośredniej rentowności procesów.

W porównaniu z wynikami dla przedsiębiorstw w strefach ekonomicznych, widać, że w parkach technologicznych większe znaczenie ma skracanie czasu cyklu procesu ekonomicznego, podczas gdy w strefach ekonomicznych istotniejsze były czynniki związane z kosztami operacyjnymi i przychodami ze sprzedaży.

Tabela 40. Wyniki regresji liniowej dla predyktorów kosztów zmian w procesach ekonomicznych badanych przedsiębiorstw (PT)

Variable	<i>B</i>	<i>SE</i>	95.00% CI	β	<i>t</i>	<i>p</i>
(Intercept)	0.18	0.34	[-0.49, 0.85]	0.00	0.54	.589
Niska fluktuacja pracowników	0.39	0.10	[0.19, 0.60]	0.37	3.82	< .001
Skracanie czasu cyklu procesu ekonomicznego	0.29	0.10	[0.08, 0.50]	0.25	2.77	.007
Lojalność klientów	0.23	0.09	[0.05, 0.40]	0.25	2.51	.015
Rentowność procesów marża zysku z procesów	0.18	0.11	[-0.04, 0.39]	0.13	1.65	.104

Note. Results: $F(4,65) = 46.14, p < .001, R^2 = .74$

Równanie regresji niestandardyzowanej: Koszty związane ze zmianami w procesach ekonomicznych = $0,18 + 0,39 * \text{Niska fluktuacja pracowników} + 0,29 * \text{Skracanie czasu cyklu procesu ekonomicznego} + 0,23 * \text{Lojalność klientów} + 0,18 * \text{Rentowność procesów (marża zysku z procesów)}$

Źródło: Badania własne.

W następnej kolejności przeprowadzono analizę regresji liniowej dla przedsiębiorstw zlokalizowanych w specjalnych strefach ekonomicznych¹¹, przy czym zmienną zależną było „Minimalizowanie kosztów wykonania procesu ekonomicznego”. Wybór tej zmiennej zależnej jest szczególnie istotny w świetle teorii kosztów transakcyjnych O. Williamsona oraz koncepcji efektywności ekonomicznej. Minimalizacja kosztów wykonania procesu ekonomicznego może być postrzegana jako kluczowy aspekt redukcji kosztów transakcyjnych, co bezpośrednio

¹¹ Czy skuteczność realizowanych zadań optymalizacji procesów ekonomicznych (po wprowadzeniu narzędzi/aplikacji wspieranych przez AI) istotnie przewiduje minimalizowanie kosztów wykonania procesu biznesowego?

przekłada się na zwiększenie efektywności operacyjnej i konkurencyjności przedsiębiorstwa. Do wyboru optymalnej kombinacji predyktorów zastosowano metodę krokowej selekcji zmiennych.

Wyniki modelu regresji liniowej były istotne statystycznie ($F(7,135) = 75,15, p < 0,001, R^2 = 0,80$), co oznacza, że około 79,58% wariacji w minimalizowaniu kosztów wykonania procesu ekonomicznego można wyjaśnić badanymi zmiennymi niezależnymi.

Spośród analizowanych zmiennych, pięć okazało się istotnymi predyktorami:

- Utrzymanie niskich kosztów operacyjnych ($B = 0,29, p = 0,001$)
- Niska fluktuacja pracowników ($B = 0,33, p < 0,001$)
- Wysoka wydajność pracy w przedsiębiorstwie ($B = 0,17, p = 0,016$)
- Koszty związane ze zmianami w procesach ekonomicznych ($B = 0,20, p = 0,024$)
- Skuteczność w generowaniu wysokich przychodów ze sprzedaży ($B = -0,16, p = 0,046$)

Cztery pierwsze zmienne wykazały pozytywny związek z minimalizowaniem kosztów wykonania procesu ekonomicznego, co oznacza, że ich wzrost wiąże się z lepszym minimalizowaniem kosztów. Natomiast skuteczność w generowaniu wysokich przychodów ze sprzedaży wykazała negatywny związek, co sugeruje, że większa skuteczność w generowaniu przychodów może prowadzić do mniejszej skuteczności w minimalizowaniu kosztów.

Dwie zmienne nie okazały się istotnymi predyktorami ($p > 0,05$):

- Skracanie czasu cyklu procesu ekonomicznego ($B = 0,12, p = 0,108$)
- Poziom zadowolenia klientów ($B = 0,10, p = 0,157$)

Wyniki te wskazują, że w strefach ekonomicznych minimalizowanie kosztów wykonania procesu ekonomicznego jest bardziej zależne od czynników związanych z ogólną efektywnością operacyjną, stabilnością zatrudnienia i wydajnością pracy. Interesujące jest to, że koszty związane ze zmianami w procesach ekonomicznych mają pozytywny wpływ na minimalizację kosztów, co może wskazywać na to, że inwestycje w zmiany procesów przynoszą korzyści w postaci większej efektywności kosztowej.

Tabela 41. Wyniki analizy regresji liniowej badającej wpływ kluczowych aspektów optymalizacji procesów ekonomicznych na minimalizowanie kosztów wykonania procesu ekonomicznego po wdrożeniu narzędzi wspieranych przez AI (SSE)

Variable	<i>B</i>	<i>SE</i>	95.00% CI	β	<i>t</i>	<i>p</i>
(Intercept)	0.39	0.30	[-0.20, 0.98]	0.00	1.30	.194
Utrzymanie niskich kosztów operacyjnych	0.29	0.09	[0.12, 0.47]	0.29	3.27	.001
Niska fluktuacja pracowników	0.33	0.08	[0.18, 0.48]	0.30	4.31	< .001
Wysoka wydajność pracy w przedsiębiorstwie	0.17	0.07	[0.03, 0.30]	0.15	2.44	.016

Koszty związane ze zmianami w procesach ekonomicznych	0.20	0.09	[0.03, 0.37]	0.19	2.28	.024
Skuteczność w generowaniu wysokich przychodów ze sprzedaży	-0.16	0.08	[-0.32, -0.003]	-0.13	-2.01	.046
Skracanie czasu cyklu procesu ekonomicznego	0.12	0.07	[-0.03, 0.26]	0.11	1.62	.108
Poziom zadowolenia klientów	0.10	0.07	[-0.04, 0.24]	0.10	1.42	.157

Note. Results: $F(7,135) = 75.15, p < .001, R^2 = .80$

Niestandardyzowane równanie regresji: Minimalizowanie kosztów wykonania procesu ekonomicznego = $0,39 + 0,29$ Utrzymanie niskich kosztów operacyjnych + $0,33$ Niska fluktuacja pracowników + $0,17$ Wysoka wydajność pracy + $0,20$ Koszty zmian w procesach - $0,16$ Skuteczność w generowaniu przychodów + $0,12$ Skracanie czasu cyklu + $0,10$ *Poziom zadowolenia klientów.

Źródło: Badania własne.

Podobnie jak w przypadku przedsiębiorstw zlokalizowanych w specjalnych strefach ekonomicznych, przeprowadzono analizę regresji liniowej dla firm działających w parkach technologicznych. Do wyboru optymalnej kombinacji predyktorów zastosowano metodę krokowej selekcji zmiennych.

Wyniki modelu regresji liniowej były istotne statystycznie ($F(7,57) = 39,72, p < 0,001, R^2 = 0,83$), co oznacza, że około 82,99% wariacji w minimalizowaniu kosztów wykonania procesu ekonomicznego można wyjaśnić badanymi zmiennymi niezależnymi.

Spośród analizowanych zmiennych, sześć okazało się istotnymi predyktorami:

- Liczba wprowadzanych innowacji w procesach ekonomicznych ($B = 0,56, p < 0,001$),
- Rentowność procesów (marża zysku z procesów) ($B = 0,45, p < 0,001$),
- Koszty związane ze zmianami w procesach ekonomicznych ($B = 0,28, p = 0,040$),
- Skuteczność w generowaniu wysokich przychodów ze sprzedaży ($B = -0,82, p < 0,001$),
- Zwinne reagowanie na zmiany i skalowalność procesów ($B = 0,31, p = 0,012$),
- Skuteczność wprowadzanych innowacji w procesach ekonomicznych ($B = 0,36, p = 0,012$).

Pięć z tych zmiennych wykazało pozytywny związek z minimalizowaniem kosztów wykonania procesu ekonomicznego, co oznacza, że ich wzrost wiąże się z lepszym minimalizowaniem kosztów. Natomiast skuteczność w generowaniu wysokich przychodów ze sprzedaży wykazała silny negatywny związek, co sugeruje, że większa skuteczność w generowaniu przychodów może prowadzić do mniejszej skuteczności w minimalizowaniu kosztów.

Jedna zmienna nie okazała się istotnym predyktorem ($p > 0,05$):

- Lojalność klientów ($B = -0,23, p = 0,082$)

Wyniki te oznaczają, że w parkach technologicznych minimalizowanie kosztów wykonania procesu ekonomicznego jest silnie zależne od czynników związanych z

innowacyjnością, rentownością procesów i elastycznością przedsiębiorstwa. Interesujące jest to, że zarówno liczba, jak i skuteczność wprowadzanych innowacji mają pozytywny wpływ na minimalizację kosztów, co może wskazywać na kluczową rolę innowacji w optymalizacji procesów ekonomicznych w parkach technologicznych. Należy dodać, iż w porównaniu z wynikami dla przedsiębiorstw w strefach ekonomicznych, widać pewne różnice. W parkach technologicznych większe znaczenie mają czynniki związane z innowacyjnością i elastycznością, podczas gdy w strefach ekonomicznych istotniejsze były czynniki związane z ogólną efektywnością operacyjną i stabilnością zatrudnienia. W obu przypadkach skuteczność w generowaniu wysokich przychodów ze sprzedaży ma negatywny wpływ na minimalizację kosztów, choć w parkach technologicznych efekt ten jest silniejszy.

Tabela 42. Wyniki analizy regresji liniowej badającej wpływ kluczowych aspektów optymalizacji procesów ekonomicznych na minimalizowanie kosztów wykonania procesu ekonomicznego po wdrożeniu narzędzi wspieranych przez AI (PT)

Variable	<i>B</i>	<i>SE</i>	95.00% CI	β	<i>t</i>	<i>p</i>
(Intercept)	0.52	0.33	[-0.13, 1.18]	0.00	1.59	.117
Liczba wprowadzanych innowacji w procesach biznesowych	0.56	0.12	[0.31, 0.80]	0.50	4.56	< .001
Rentowność procesów (marża zysku z procesów)	0.45	0.11	[0.24, 0.67]	0.39	4.27	< .001
Koszty związane ze zmianami w procesach ekonomicznych	0.28	0.13	[0.01, 0.55]	0.26	2.10	.040
Skuteczność w generowaniu wysokich przychodów ze sprzedaży	-0.82	0.16	[-1.13, -0.50]	-0.60	-5.14	< .001
Zwinne reagowanie na zmiany i skalowalność procesów	0.31	0.12	[0.07, 0.55]	0.28	2.59	.012
Skuteczność wprowadzanych innowacji w procesach ekonomicznych	0.36	0.14	[0.08, 0.63]	0.30	2.60	.012
Lojalność_klientów	-0.23	0.13	[-0.50, 0.03]	-0.18	-1.77	.082

Note. Results: $F(7,57) = 39.72, p < .001, R^2 = .83$

Niestandaryzowane równanie regresji: Minimalizowanie kosztów wykonania procesu ekonomicznego = $0,52 + 0,56$ Liczba innowacji w procesach + $0,45$ Rentowność procesów + $0,28$ Koszty zmian w procesach - $0,82$ Skuteczność w generowaniu przychodów + $0,31$ Zwinne reagowanie na zmiany + $0,36$ Skuteczność innowacji - $0,23$ *Lojalność klientów.

Źródło: Badania własne.

Kolejny aspekt przeprowadzonej analizy odnosi się do wpływu narzędzi AI na optymalizację procesów ekonomicznych. W zakresie automatyzacji rutynowych zadań, firmy w strefach ekonomicznych są znacznie bardziej optymistyczne (47,4% vs 10% w parkach technologicznych uważa, że AI przyczyni się w istotny sposób lub będzie kluczowe). Predykcja wyników finansowych i optymalizacja budżetowania jest postrzegana bardziej pozytywnie w parkach technologicznych (87,5% vs 69,4% firm uważa, że AI przyczyni się co najmniej w

umiarkowany sposób). Personalizacja oferty dla klientów wykazuje znaczące różnice, z większym optymizmem w strefach ekonomicznych (54,3% vs 34,5% firm uważa, że rola AI będzie istotna lub kluczowa). W zakresie rozpoznawania i analizy trendów rynkowych, firmy z parków technologicznych są bardziej optymistyczne (56,7% vs 31,1%). Gospodarowanie zasobami ludzkimi pokazuje odwrotną tendencję, z większym optymizmem w strefach ekonomicznych (20,2% vs 6,2%).

Tabela 43. Wpływ narzędzi opartych na AI na optymalizację procesów ekonomicznych w badanych przedsiębiorstwach

Nazwa procesu		1 – nie przyczyni się	2 – przyczyni się w niewielki sposób	3 – przyczyni się w umiarkowany sposób	4 – przyczyni się w istotny sposób	5 – ich rola będzie kluczowa
Automatyzacja rutynowych zadań	W strefie ekonomicznej	13,2%	4,4%	35,0%	40,4%	7,0%
	W parku technologicznym	20,0%	33,3%	36,7%	10,0%	0,0%
Predykcja wyników finansowych i optymalizacja budżetowania	W strefie ekonomicznej	19,8%	10,8%	40,6%	18,9%	9,9%
	W parku technologicznym	3,1%	9,4%	59,4%	12,5%	15,6%
Dostarczanie zaawansowanych analiz danych	W strefie ekonomicznej	10,3%	10,3%	39,3%	16,8%	23,3%
	W parku technologicznym	3,3%	10,0%	43,3%	26,7%	16,7%
Personalizacja oferty dla klientów	W strefie ekonomicznej	3,7%	8,4%	33,6%	16,8%	37,5%
	W parku technologicznym	20,7%	34,5%	10,3%	34,5%	0,0%
Optymalizacja łańcucha dostaw	W strefie ekonomicznej	7,3%	12,8%	50,5%	13,8%	15,6%
	W parku technologicznym	6,9%	24,1%	58,6%	7,0%	3,4%
Zarządzanie ryzykiem finansowym i optymalizacja struktury kapitałowej	W strefie ekonomicznej	15,6%	9,2%	33,0%	37,6%	4,6%
	W parku technologicznym	17,2%	6,9%	44,8%	24,1%	7,0%
Rozpoznawanie i analiza trendów rynkowych	W strefie ekonomicznej	19,4%	8,7%	40,8%	19,4%	11,7%
	W parku technologicznym	13,3%	6,7%	23,3%	43,3%	13,4%
Usprawnienie obsługi klienta	W strefie ekonomicznej	9,5%	8,5%	39,7%	30,2%	12,1%
	W parku technologicznym	3,4%	6,9%	41,4%	41,4%	6,9%
Zwiększenie bezpieczeństwa danych	W strefie ekonomicznej	15,0%	13,4%	26,5%	41,6%	3,5%

	W parku technologicznym	12,2%	3,0%	42,4%	39,4%	3,0%
Gospodarowanie zasobami ludzkimi	W strefie ekonomicznej	33,9%	12,8%	33,0%	14,7%	5,5%
	W parku technologicznym	21,9%	25,0%	46,9%	3,1%	3,1%
Optymalizacja procesów produkcyjnych	W strefie ekonomicznej	26,3%	4,2%	45,8%	17,8%	5,9%
	W parku technologicznym	18,2%	6,0%	57,6%	18,2%	0,0%

Źródło: Badania własne.

W tym względzie przeprowadzono dwustronny test rang Manna-Whitneya dla dwóch grup niezależnych, aby zbadać, czy istnieją istotne różnice w wykorzystaniu narzędzi AI do predykcji wyników finansowych i optymalizacji budżetowania między przedsiębiorstwami zlokalizowanymi w strefach ekonomicznych, a tymi w parkach technologicznych¹². Wyniki testu Manna-Whitneya nie wykazały istotnych statystycznie różnic przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ ($U = 2303,5$, $z = -1,20$, $p = 0,231$). Wyniki oznaczają, że lokalizacja przedsiębiorstwa (w strefie ekonomicznej lub parku technologicznym) nie ma istotnego wpływu na stopień wykorzystania narzędzi AI do predykcji wyników finansowych i optymalizacji budżetowania. Może to oznaczać, że przedsiębiorstwa w obu typach lokalizacji w podobnym stopniu adoptują te zaawansowane technologie do celów finansowych.

Tabela 44. Dwustronny test Manna-Whitneya dla zmiennej predykcja wyników finansowych i optymalizacja budżetowania w zależności od lokalizacji przedsiębiorstwa

Variable	W strefie ekonomicznej		W parku technologicznym		<i>U</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
	Mean Rank	<i>n</i>	Mean Rank	<i>n</i>			
Predykcja wyników finansowych i optymalizacja budżetowania	80.04	121	89.43	43	2,303.50	-1.20	.231

Źródło: Badania własne.

Kolejne zagadnienie analizowane w badaniu odnosiło się do czynników determinujących stosowanie narzędzi AI w optymalizacji procesów ekonomicznych. Kultura organizacyjna i gotowość do zmian jest najczęściej wskazywanym czynnikiem w obu lokalizacjach, z wyższym odsetkiem w strefach ekonomicznych (55,1% vs 44,7%). Infrastruktura technologiczna jest uznawana za istotną przez 55,1% firm w strefach

¹² Czy istnieje związek między stosowaniem narzędzi/aplikacji opartych na sztucznej inteligencji (AI) do predykcji wyników finansowych i optymalizacji budżetowania, a lokalizacją przedsiębiorstwa (w Specjalnej Strefie Ekonomicznej lub Parku Technologicznym)?

ekonomicznych, w porównaniu do 39,5% w parkach technologicznych. Umiejętności i wiedza pracowników są wyżej cenione w strefach ekonomicznych (52,8% vs 36,8%). Dostępność i jakość danych jest postrzegana jako kluczowa przez 37,8% firm w strefach ekonomicznych, w porównaniu do 15,8% w parkach technologicznych. Wsparcie ze strony zarządu jest uznawane za bardziej istotne w strefach ekonomicznych (48,8% vs 31,6%).

Rysunek 19. Czynniki determinujące stosowanie narzędzi AI w optymalizacji procesów ekonomicznych w badanych przedsiębiorstwach



Źródło: Badania własne.

Kolejny aspekt poddany analizie dotyczy przewidywanych efektów stosowania narzędzi AI w optymalizacji procesów ekonomicznych w nadchodzących latach.

Optimalizacja struktury kosztów jest postrzegana bardziej pozytywnie w strefach ekonomicznych (80,2% vs 50% w parkach technologicznych). Wzrost zysków przedsiębiorstwa jest przewidywany z większym optymizmem w parkach technologicznych (75,9% vs 65,6%). Znacząca różnica pojawia się w oczekiwaniach dotyczących poprawy pozycji na rynku krajowym, z wyższym optymizmem w parkach technologicznych (84,6% vs 60,6%). W kwestii ochrony prywatności klientów, firmy w parkach technologicznych są bardziej optymistyczne (50% vs 40,6%), ale jednocześnie wykazują większą polaryzację opinii.

Tabela 45. Przewidywane efekty stosowania narzędzi AI w optymalizacji procesów ekonomicznych w badanych przedsiębiorstwach

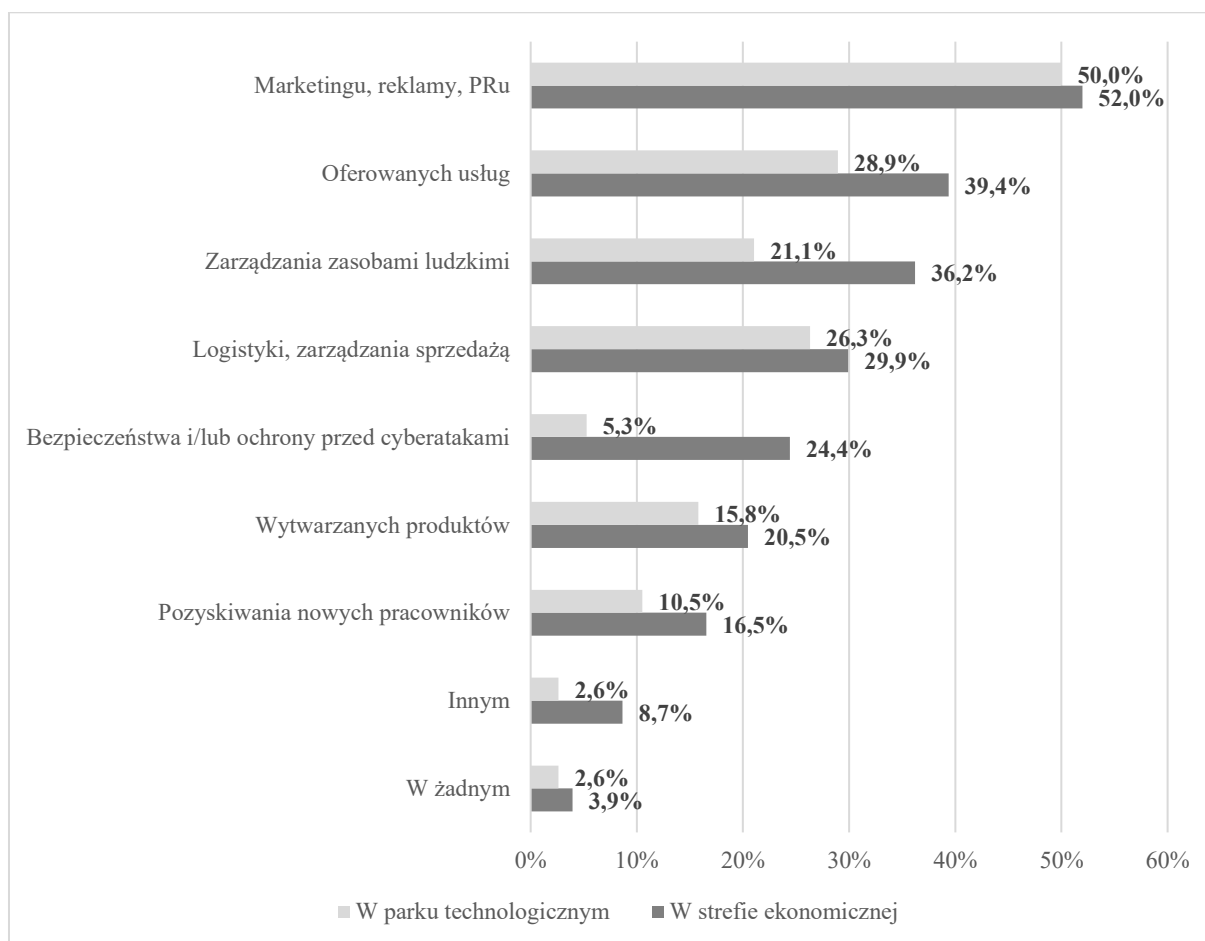
		Zdecydowanie nie	Nie	Trudno powiedzieć	Tak	Zdecydowanie tak	Nie dotyczy
Produkty i/lub usługi będą bardziej spersonalizowane	W strefie ekonomicznej	4,6%	3,8%	34,0%	25,5%	12,3%	19,8%
	W parku technologicznym	3,1%	6,3%	28,1%	28,1%	15,6%	18,8%
Spadnie koszt pozyskania usług i/lub produktów specjalistycznych	W strefie ekonomicznej	10,5%	11,4%	46,5%	22,8%	5,3%	3,5%
	W parku technologicznym	3,6%	7,1%	46,4%	32,2%	3,6%	7,1%
Spadną całkowite koszty powtarzalnych prac	W strefie ekonomicznej	3,9%	2,9%	27,2%	37,9%	11,7%	16,4%
	W parku technologicznym	10,0%	10,0%	23,3%	36,7%	10,0%	10,0%
Wystąpi optymalizacja struktury kosztów, w tym kosztów pracy	W strefie ekonomicznej	1,7%	3,4%	14,7%	62,9%	17,3%	0,0%
	W parku technologicznym	0,0%	6,7%	43,3%	36,7%	13,3%	0,0%
Będzie można świadczyć więcej usług	W strefie ekonomicznej	3,1%	5,1%	24,5%	51,0%	10,2%	6,1%
	W parku technologicznym	0,0%	3,2%	22,6%	61,1%	6,5%	6,5%
Będzie łatwiej znaleźć pracowników do pracy w moim przedsiębiorstwie	W strefie ekonomicznej	11,0%	10,1%	33,0%	31,2%	11,0%	3,7%
	W parku technologicznym	3,0%	9,1%	51,5%	30,3%	6,1%	0,0%
Przedsiębiorstwo będzie wytwarzać więcej produktów	W strefie ekonomicznej	13,9%	8,9%	55,4%	17,8%	4,0%	0,0%
	W parku technologicznym	6,4%	0%	58,1%	22,6%	12,9%	0,0%
Przedsiębiorstwo będzie świadczyć więcej usług	W strefie ekonomicznej	2,7%	4,5%	16,2%	56,8%	9,0%	10,8%
	W parku technologicznym	0%	3,3%	16,7%	43,3%	16,7%	20,0%
Wzrosną obroty przedsiębiorstwa	W strefie ekonomicznej	2,9%	1,9%	26,2%	48,5%	13,7%	6,8%

	W parku technologicznym	0,0%	3,3%	36,7%	46,6%	6,7%	6,7%
Wzrosną zyski przedsiębiorstwa	W strefie ekonomicznej	2,0%	4,0%	22,2%	44,4%	21,2%	6,2%
	W parku technologicznym	0,0%	0,0%	17,2%	62,1%	13,8%	6,9%
Wzrośnie poziom bezpieczeństwa informacji w przedsiębiorstwie	W strefie ekonomicznej	6,4%	10,1%	42,2%	14,7%	14,7%	11,9%
	W parku technologicznym	0,0%	6,9%	58,6%	10,3%	13,9%	10,3%
Wzrośnie poziom ochrony prywatności klientów mojego przedsiębiorstwa	W strefie ekonomicznej	7,9%	8,9%	39,6%	26,7%	13,9%	3,0%
	W parku technologicznym	0,0%	20,0%	30,0%	30,0%	20,0%	0,0%
Przedsiębiorstwo będzie miało lepszą pozycję na rynku krajowym	W strefie ekonomicznej	2,7%	5,4%	17,9%	41,0%	19,6%	13,4%
	W parku technologicznym	0,0%	7,7%	7,7%	50,0%	34,6%	0,0%
Przedsiębiorstwo będzie miało lepszą pozycję na rynku zagranicznym	W strefie ekonomicznej	6,6%	5,7%	16,0%	39,6%	13,2%	18,9%
	W parku technologicznym	4,2%	0%	25,0%	25,0%	20,8%	25,0%
Inne	W strefie ekonomicznej	3,2%	3,2%	9,7%	29,0%	18,3%	36,6%
	W parku technologicznym	9,5%	0%	19,0%	14,3%	23,8%	33,4%

Źródło: Badania własne.

Kolejne pytanie w kwestionariuszu ankiety dotyczyło planowanych obszarów zastosowania technologii AI. Marketing, reklama i PR były najczęściej wskazywanymi obszarami zarówno w przedsiębiorstwach ze stref ekonomicznych, jak i parków technologicznych, z niemal identycznym odsetkiem wskazań (52% vs 50%). Oferowane usługi są częściej wymieniane w strefach ekonomicznych (39,4% vs 28,9%). Gospodarowanie zasobami ludzkimi wykazuje znaczącą różnicę, z większym zainteresowaniem w strefach ekonomicznych (36,2% vs 21,1%). W obszarze bezpieczeństwa i ochrony przed cyberatakami widoczna jest duża dysproporcja (24,4% w strefach ekonomicznych vs 5,3% w parkach technologicznych). Logistyka i zarządzanie sprzedażą wykazują podobny poziom zainteresowania w obu lokalizacjach (29,9% vs 26,3%). Bardzo niewielki odsetek firm w obu lokalizacjach nie planuje stosować AI w żadnym obszarze (3,9% vs 2,6%).

Rysunek 20. Obszary, w których badane przedsiębiorstwa planują stosować rozwiązania oparte na technologii AI



Źródło: Badania własne.

Analiza odpowiedzi dotyczących wpływu stosowania narzędzi AI w optymalizacji procesów ekonomicznych na relacje przedsiębiorstwa z różnymi interesariuszami wskazuje na różnice między firmami działającymi w specjalnych strefach ekonomicznych, a tymi z parków technologicznych. W przypadku relacji z klientami, firmy z obu lokalizacji wykazują podobne, pozytywne podejście (69,4% w strefach ekonomicznych vs 76,5% w parkach technologicznych). Wpływ AI na relacje z dostawcami jest postrzegany nieco bardziej pozytywnie w strefach ekonomicznych (49,5% vs 42%). Znacząca różnica pojawia się w ocenie wpływu AI na relacje z partnerami biznesowymi, z wyraźnie bardziej pozytywnym postrzeganiem w strefach ekonomicznych (46,1% vs 34,4%). W przypadku relacji z instytucjami finansowymi, firmy ze stref ekonomicznych są bardziej optymistyczne (28,2% vs 11,8%).

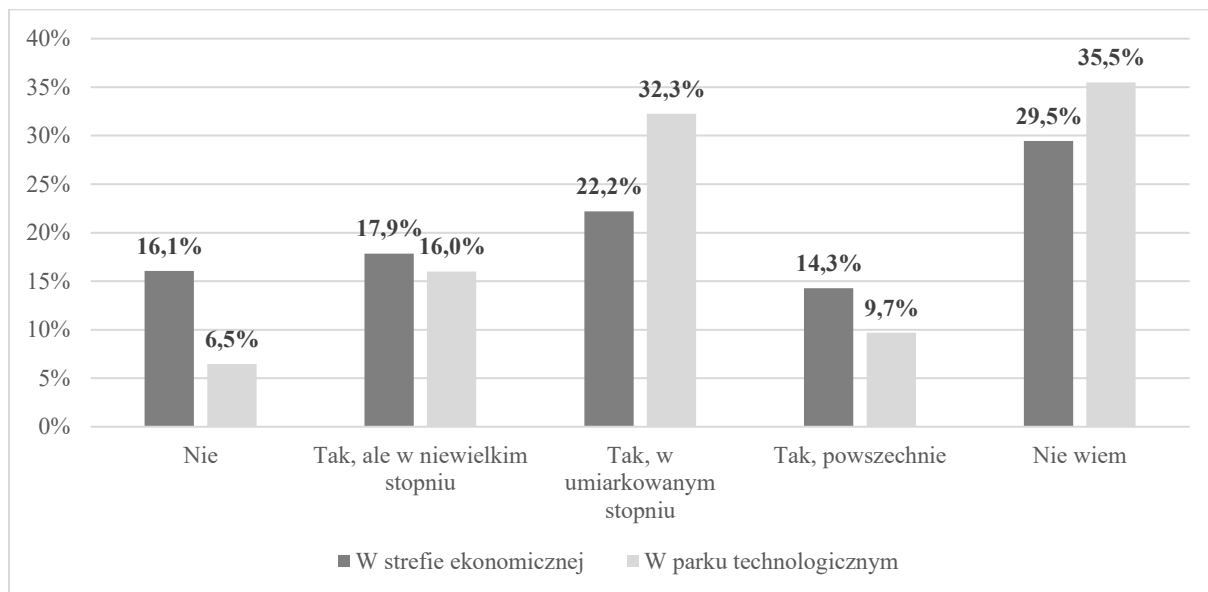
Tabela 46. Wpływ stosowania narzędzi AI w optymalizacji procesów ekonomicznych na relacje badanych przedsiębiorstw z partnerami zewnętrznymi

		Zdecydowanie nie	Nie	Trudno powiedzieć	Tak	Zdecydowanie tak	Nie stosujemy AI w tym zakresie
Klientami	W strefie ekonomicznej	4,6%	3,7%	5,6%	38,9%	30,5%	16,7%
	W strefie ekonomicznej	2,9%	2,9%	5,9%	44,1%	32,4%	11,8%
Dostawcami	W strefie ekonomicznej	19,8%	11,7%	17,2%	40,5%	9,0%	1,8%
	W parku technologicznym	16,1%	12,9%	25,8%	32,3%	9,7%	3,2%
Partnerami biznesowymi	W strefie ekonomicznej	16,8%	15,9%	17,7%	38,1%	8,0%	3,5%
	W parku technologicznym	21,9%	15,6%	28,1%	21,9%	12,5%	0,0%
Instytucjami finansowymi	W strefie ekonomicznej	30,0%	17,3%	19,0%	15,5%	12,7%	5,5%
	W parku technologicznym	35,3%	26,5%	23,5%	11,8%	0,0%	2,9%

Źródło: Badania własne.

Kolejna kwestia dotyczyła stosowania narzędzi AI w optymalizacji procesów ekonomicznych przez konkurencyjne przedsiębiorstwa. W obu lokalizacjach największy odsetek respondentów przyznaje brak wiedzy na temat stosowania AI przez konkurencję, z nieco wyższym odsetkiem w parkach technologicznych (35,5% vs 29,5%). Firmy z parków technologicznych częściej postrzegają umiarkowane stosowanie AI przez konkurentów (32,3% vs 22,2%). W strefach ekonomicznych więcej firm uważa, że ich konkurenci nie stosują AI (16,1% vs 6,5%), ale jednocześnie częściej wskazują na powszechne stosowanie AI przez konkurencję (14,3% vs 9,7%). Odsetek firm twierdzących, że konkurencja stosuje AI w niewielkim stopniu, jest podobny w obu lokalizacjach (17,9% vs 16%).

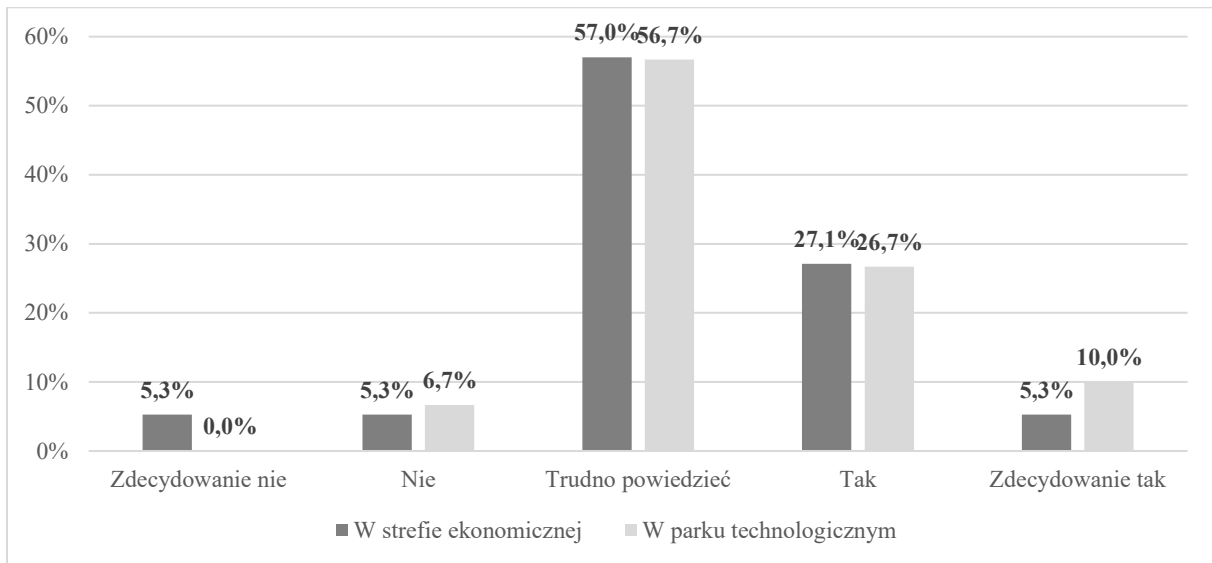
Rysunek 21. Stosowanie narzędzi AI w optymalizacji procesów ekonomicznych przez konkurencyjne przedsiębiorstwa w opinii badanych przedsiębiorców



Źródło: Badania własne.

Następną kwestią, którą poddano analizie, był wpływ stosowania narzędzi AI w optymalizacji procesów ekonomicznych na poprawę konkurencyjności przedsiębiorstw. W obu przypadkach dominującą odpowiedzią było „Trudno powiedzieć”, z niemal identycznym odsetkiem wskazań: 57% w strefach ekonomicznych i 56,7% w parkach technologicznych. Odsetek pozytywnych odpowiedzi („Tak” i „Zdecydowanie tak”) jest nieco wyższy w parkach technologicznych (36,7%) niż w strefach ekonomicznych (32,4%), przy czym różnica w odpowiedziach „Zdecydowanie tak” wynosi 10% w parkach technologicznych i 5,3% w strefach ekonomicznych. W odpowiedziach negatywnych, w strefach ekonomicznych 10,6% firm nie dostrzega poprawy konkurencyjności związanej z AI (po 5,3% dla „Zdecydowanie nie” i „Nie”), podczas gdy w parkach technologicznych tylko 6,7% firm wybrało odpowiedź „Nie”, a żadna nie wybrała „Zdecydowanie nie”.

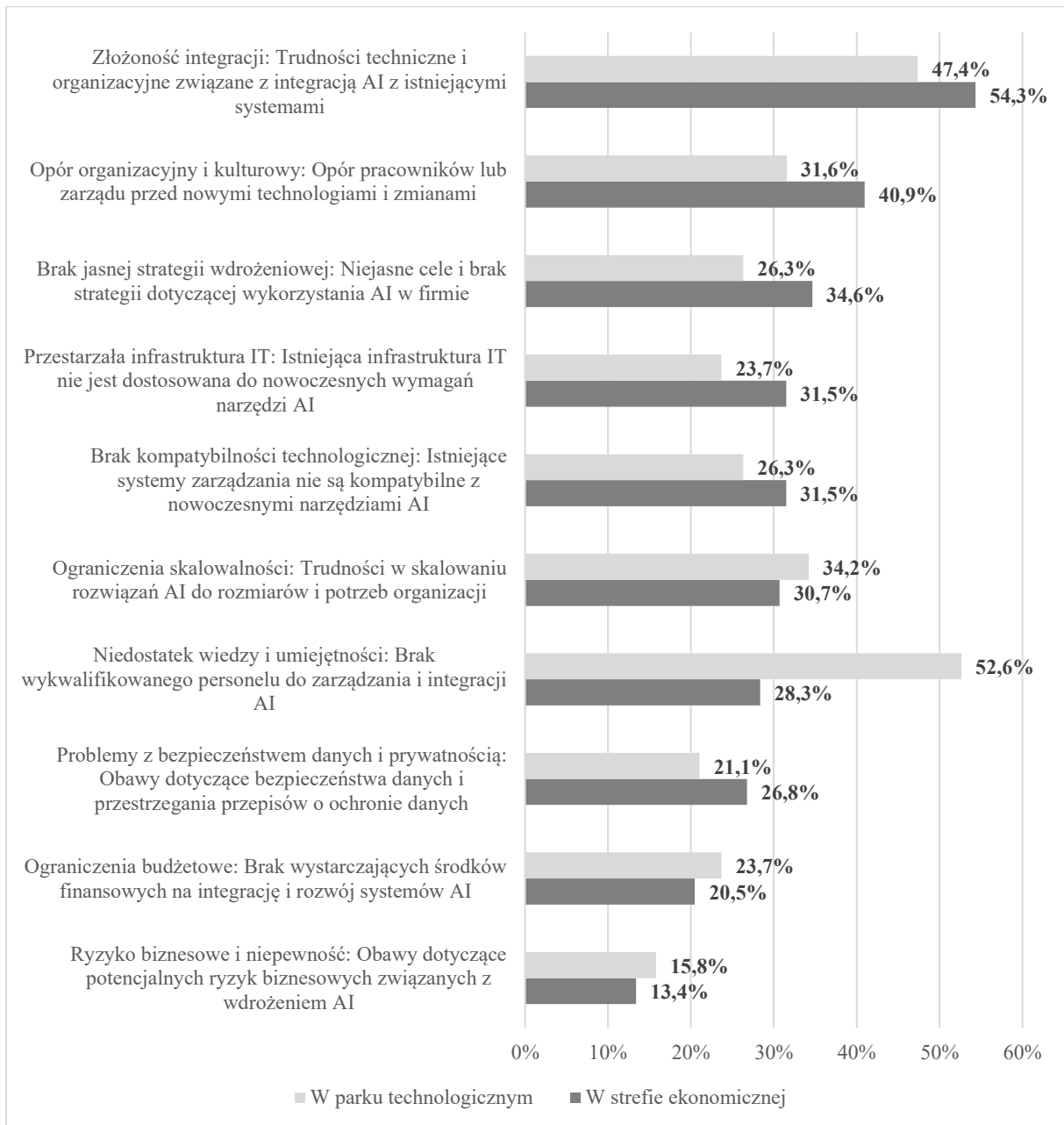
Rysunek 22. Wpływ stosowania narzędzi AI w optymalizacji procesów ekonomicznych na poprawę konkurencyjności badanych przedsiębiorstw



Źródło: Badania własne.

Następna kwestia dotyczyła analizy głównych barier w integracji narzędzi AI z istniejącymi systemami zarządzania. Złożoność integracji jest najczęściej wymienianą barierą w obu lokalizacjach, z odsetkiem 54,3% w strefach ekonomicznych i 47,4% w parkach technologicznych. W parkach technologicznych niedostatek wiedzy i umiejętności został wskazany przez 52,6% firm jako główna bariera, podczas gdy w strefach ekonomicznych odsetek ten wynosił 28,3%. Opór organizacyjny i kulturowy jest częściej postrzegany jako bariera w strefach ekonomicznych (40,9%) niż w parkach technologicznych (31,6%). Brak jasnej strategii wdrożeniowej wskazano jako barierę w strefach ekonomicznych (34,6%) częściej niż w parkach technologicznych (26,3%). Problemy z bezpieczeństwem danych i prywatnością były bardziej istotne w strefach ekonomicznych (26,8%) niż w parkach technologicznych (21,1%). Ograniczenia budżetowe stanowiły większą barierę w parkach technologicznych (23,7%) niż w strefach ekonomicznych (20,5%).

Rysunek 23. Główne bariery w integracji narzędzi AI z istniejącymi systemami zarządzania w badanych przedsiębiorstwach



Źródło: Badania własne.

Podsumowując, przeprowadzona analiza efektywności wdrażania sztucznej inteligencji w przedsiębiorstwach zlokalizowanych w specjalnych strefach ekonomicznych oraz parkach technologicznych w Polsce wykazała istotne różnice w podejściu do tych technologii, wynikające z odmiennych warunków instytucjonalnych. Adopcja AI w obu typach lokalizacji biznesowych wpływa na optymalizację procesów, redukcję kosztów transakcyjnych oraz poprawę konkurencyjności firm. Wnioski z badania podkreślają rolę kontekstu

instytucjonalnego, który kształtuje strategie implementacji rozwiązań technologicznych, w tym AI, przyczyniając się do osiągnięcia lepszej efektywności operacyjnej przedsiębiorstw.

5.3. Ocena korzyści i zagrożeń związanych z wdrażaniem AI w badanych przedsiębiorstwach – wnioski i rekomendacje

Wdrażanie sztucznej inteligencji w przedsiębiorstwach stanowi złożony proces, którego efekty są silnie uwarunkowane specyfiką środowiska biznesowego. Analiza firm działających w specjalnych strefach ekonomicznych oraz parkach technologicznych ujawnia różnice w podejściu do implementacji AI, jak również w postrzeganiu związanych z tym korzyści i zagrożeń. Te różnice wynikają z odmiennych charakterystyk strukturalnych, priorytetów strategicznych oraz dostępnych zasobów i kompetencji w obu typach lokalizacji.

Punktem wyjścia jest weryfikacja hipotez badawczych dotyczących wykorzystania sztucznej inteligencji w optymalizacji procesów ekonomicznych i finansowych przedsiębiorstw zlokalizowanych w parkach technologicznych i specjalnych strefach ekonomicznych stanowi kluczowy element zrozumienia różnic w adaptacji zaawansowanych technologii w tych dwóch środowiskach biznesowych.

Tabela 47. Weryfikacja hipotez badawczych

Hipoteza	Weryfikacja	Wyjaśnienie
Firmy zlokalizowane w parkach technologicznych częściej wykorzystują narzędzia wspierane przez sztuczną inteligencję do analizy finansowej i optymalizacji kosztów niż firmy zlokalizowane w specjalnych strefach ekonomicznych	Hipoteza sfalsyfikowana	Stosowanie wspieranych przez AI narzędzi do analizy finansowej i optymalizacji kosztów nie różnił się istotnie między przedsiębiorstwami zlokalizowanymi w specjalnych strefach ekonomicznych, a tymi, które są zlokalizowane w parkach technologicznych
Istnieje istotny statystycznie związek między stosowaniem narzędzia mapowania strumienia wartości finansowej, a lokalizacją przedsiębiorstwa, przy czym przedsiębiorstwa zlokalizowane w parkach technologicznych częściej stosują to narzędzie niż przedsiębiorstwa zlokalizowane w specjalnych strefach ekonomicznych	Hipoteza potwierdzona	Przedsiębiorstwa zlokalizowane w specjalnych strefach ekonomicznych kładą większy nacisk na wczesne etapy procesu, takie jak planowanie, projektowanie i modelowanie. Z kolei przedsiębiorstwa zlokalizowane w parkach technologicznych wykazują znacząco wyższe wykorzystanie narzędzia na etapie wykonania.
Występuje istotna statystycznie zależność między stosowaniem narzędzia Lean Financial	Hipoteza sfalsyfikowana	Brak istotnego statystycznie związku między lokalizacją przedsiębiorstwa, a etapem

Management, a lokalizacją przedsiębiorstwa, przy czym przedsiębiorstwa zlokalizowane w parkach technologicznych częściej stosują to narzędzie niż przedsiębiorstwa zlokalizowane w specjalnych strefach ekonomicznych		stosowania narzędzia Lean Financial Management.
Optymalizacja procesów ekonomicznych z wykorzystaniem narzędzi AI przyczynia się do redukcji kosztów procesów gospodarczych	Hipoteza potwierdzona	Dla SSE: W przedsiębiorstwach zlokalizowanych w specjalnych strefach ekonomicznych koszty związane ze zmianami w procesach ekonomicznych są bardziej zależne od czynników operacyjnych, pracowniczych i klienckich niż od czynników związanych z efektywnością procesów. Dla PT: W przedsiębiorstwach zlokalizowanych w parkach technologicznych większe znaczenie ma skracanie czasu cyklu procesu ekonomicznego.
Skuteczność optymalizacji procesów ekonomicznych z wykorzystaniem narzędzi AI jest zdeterminowana możliwością minimalizacji kosztów wykonania procesów biznesowych	Hipoteza potwierdzona	Dla SSE: W przedsiębiorstwach zlokalizowanych w specjalnych strefach ekonomicznych minimalizowanie kosztów wykonania procesu ekonomicznego jest bardziej zależne od czynników związanych z ogólną efektywnością operacyjną, stabilnością zatrudnienia i wydajnością pracy Dla PT: W przedsiębiorstwach zlokalizowanych w parkach technologicznych większe znaczenie mają czynniki związane z innowacyjnością i elastycznością.
Istnieje istotny statystycznie związek między stosowaniem narzędzi AI do predykcji wyników finansowych i optymalizacji budżetowania, a lokalizacją przedsiębiorstwa, przy czym przedsiębiorstwa zlokalizowane w parkach technologicznych wykazują wyższy stopień stosowania tych	Hipoteza częściowo potwierdzona	Dla SSE: W przedsiębiorstwach zlokalizowanych w specjalnych strefach ekonomicznych zarówno technologia Blockchain, jak i generatywne AI oraz LLM mają pozytywny wpływ na wykorzystanie zaawansowanych narzędzi do analizy finansowej i optymalizacji kosztów, przy czym

narzędzi niż przedsiębiorstwa zlokalizowane w specjalnych strefach ekonomicznych		wpływ Blockchain wydaje się nieco silniejszy. Dla PT: W przedsiębiorstwach zlokalizowanych w parkach technologicznych wszystkie zmienne niezależne okazały się nieistotne statystycznie
--	--	---

Zródło: Badania własne.

Przechodząc do kwestii korzyści i zagrożeń związanych z wdrażaniem AI w przedsiębiorstwach, badanie wykazało, że w SSE dominują duże przedsiębiorstwa o rozbudowanych strukturach zarządczych i administracyjnych, podczas gdy PT charakteryzują się większym udziałem mikroprzedsiębiorstw i jednoosobowych działalności gospodarczych. Ta różnica w strukturze firm ma głębokie implikacje dla procesu wdrażania AI i zarządzania kosztami transakcyjnymi. Większe przedsiębiorstwa w SSE mogą czerpać korzyści z ekonomii skali przy implementacji rozwiązań AI, potencjalnie obniżając jednostkowe koszty transakcyjne. Jednakże, ich złożone struktury organizacyjne mogą generować wyższe koszty koordynacji wewnętrznej, co stanowi istotne wyzwanie w procesie adopcji nowych technologii. Z kolei mniejsze firmy w PT, mimo potencjalnie wyższych jednostkowych kosztów wdrożenia AI, charakteryzują się większą elastycznością organizacyjną. Ta cecha może przekładać się na niższe koszty adaptacji do nowych technologii i szybsze osiągnięcie korzyści z implementacji AI. Elastyczność ta jest szczególnie cenna w kontekście dynamicznie zmieniającego się środowiska technologicznego, pozwalając firmom z PT na szybsze reagowanie na pojawiające się innowacje i trendy rynkowe.

Różnice strukturalne między firmami w SSE i PT przekładają się bezpośrednio na odmienne priorytety i strategie wdrażania AI. Przedsiębiorstwa w SSE koncentrują się głównie na wykorzystaniu AI do optymalizacji procesów operacyjnych, automatyzacji rutynowych zadań i personalizacji oferty. Ta orientacja na efektywność operacyjną wynika z potrzeby zarządzania złożonymi strukturami organizacyjnymi i dążenia do redukcji kosztów w skali całego przedsiębiorstwa. W rezultacie, firmy te mogą osiągać znaczącą redukcję kosztów transakcyjnych, szczególnie w obszarach takich jak zarządzanie łańcuchem dostaw czy obsługa klienta. Natomiast firmy w PT wykazują większe zainteresowanie wykorzystaniem AI w obszarach R&D, marketingu i analizy trendów rynkowych. To podejście, choć może nie przekładać się bezpośrednio na redukcję kosztów transakcyjnych w krótkim terminie, ma potencjał do generowania długofalowych korzyści. Innowacyjne zastosowania AI mogą

prowadzić do rozwoju nowych produktów i usług, które w przyszłości mogą radykalnie zmienić strukturę kosztów transakcyjnych i modele biznesowe firm.

Różnice w priorytetach i strategiach wdrażania AI między SSE, a PT są ściśle powiązane z dostępnymi zasobami i kompetencjami w obu typach lokalizacji. Firmy w SSE wykazują wyższy poziom doświadczenia w pracy z AI oraz lepsze umiejętności analityczne i decyzyjne. Te kompetencje przekładają się na bardziej efektywne wykorzystanie AI do optymalizacji procesów ekonomicznych i redukcji kosztów transakcyjnych. Doświadczenie to pozwala firmom w SSE na bardziej precyzyjne identyfikowanie obszarów, w których AI może przynieść największe korzyści operacyjne. Z drugiej strony, firmy w PT charakteryzują się wyższym poziomem wiedzy technologicznej i większą świadomością potrzeby zarządzania zmianą. Te kompetencje są kluczowe dla skutecznego wdrażania innowacyjnych rozwiązań AI, które mogą prowadzić do transformacji modeli biznesowych i radykalnej redukcji kosztów transakcyjnych w dłuższej perspektywie. Wyższa świadomość technologiczna firm w PT przekłada się na ich większą otwartość na eksperymentowanie z nowymi zastosowaniami AI, co może prowadzić do przełomowych innowacji.

Analiza wpływu AI na efektywność operacyjną i innowacyjność pokazuje interesujące wzorce w obu typach lokalizacji. W SSE obserwuje się wyraźną poprawę w minimalizacji kosztów i utrzymaniu niskich kosztów operacyjnych, co bezpośrednio przekłada się na redukcję kosztów transakcyjnych. Ta poprawa efektywności jest zgodna z priorytetami strategicznymi firm w SSE i wynika z ich koncentracji na optymalizacji procesów operacyjnych. Firmy w PT natomiast odnotowują większy wzrost innowacyjności i elastyczności organizacyjnej. To z kolei może prowadzić do tworzenia nowych modeli biznesowych i źródeł przewagi konkurencyjnej, które w długim terminie mogą przełożyć się na znaczące obniżenie kosztów transakcyjnych. Wyższa innowacyjność firm w PT wynika z ich większej otwartości na eksperymentowanie i koncentracji na rozwoju nowych produktów i usług.

Warto również zauważyć, że w obu lokalizacjach zaobserwowano skrócenie czasu wprowadzania zmian, co wskazuje na zwiększoną adaptacyjność przedsiębiorstw. Ta poprawa elastyczności może prowadzić do obniżenia kosztów transakcyjnych związanych z dostosowywaniem się do zmian rynkowych, co jest szczególnie istotne w dynamicznym środowisku biznesowym charakteryzującym się szybkim postępem technologicznym.

Pomimo licznych korzyści, wdrażanie AI wiąże się z szeregiem wyzwań i barier, które różnią się w zależności od typu lokalizacji. W SSE główne problemy to opór organizacyjny i kulturowy oraz brak jasnej strategii wdrożeniowej. Te czynniki mogą prowadzić do zwiększenia kosztów transakcyjnych związanych z implementacją AI, szczególnie w obszarze

koordynacji wewnętrznej i zarządzania zmianą. Opór organizacyjny może wynikać z obaw pracowników przed automatyzacją i potencjalną utratą miejsc pracy, co wymaga starannego zarządzania zmianą i komunikacji wewnętrznej. Firmy w PT napotykać natomiast na problemy związane z niedostatkami specjalistycznej wiedzy i umiejętności oraz ograniczeniami budżetowymi. Te bariery mogą wpływać na zwiększenie kosztów transakcyjnych związanych z pozyskiwaniem i rozwijaniem kompetencji niezbędnych do efektywnego wykorzystania AI. Ograniczenia budżetowe mogą wynikać z mniejszej skali działalności firm w PT, co utrudnia inwestycje w zaawansowane rozwiązania AI.

Wpływ AI na relacje biznesowe i konkurencyjność firm również różni się między SSE, a PT. W SSE zaobserwowano bardziej pozytywne postrzeganie wpływu AI na relacje z dostawcami i partnerami biznesowymi. To może prowadzić do obniżenia kosztów transakcyjnych w łańcuchu dostaw i współpracy międzyorganizacyjnej, co jest szczególnie istotne dla dużych przedsiębiorstw o złożonych sieciach dostaw. Firmy w PT wykazują natomiast większy optymizm w zakresie wpływu AI na wzrost zysków i poprawę pozycji rynkowej. Choć może to nie przekładać się bezpośrednio na redukcję kosztów transakcyjnych, może prowadzić do zwiększenia efektywności rynkowej i wzmocnienia pozycji konkurencyjnej. Ten optymizm wynika z przekonania, że innowacyjne zastosowania AI mogą prowadzić do stworzenia unikatowych propozycji wartości dla klientów.

Analiza planowanych kierunków rozwoju AI wskazuje na różnice w podejściu między SSE, a PT, które są konsekwencją wcześniej omówionych czynników. Firmy w SSE planują szersze zastosowanie AI w różnych obszarach działalności, szczególnie w gospodarowaniu zasobami ludzkimi i bezpieczeństwie. To może prowadzić do dalszej redukcji kosztów transakcyjnych w tych obszarach, co jest zgodne z ich ogólną strategią optymalizacji procesów operacyjnych. Przedsiębiorstwa w PT koncentrują się głównie na zastosowaniach AI w marketingu i oferowanych usługach. Takie podejście może prowadzić do innowacji w modelach biznesowych, które mogą radykalnie zmienić strukturę kosztów transakcyjnych w przyszłości. Ta koncentracja na innowacyjnych zastosowaniach AI wynika z ich większej elastyczności organizacyjnej i otwartości na eksperymentowanie.

Wdrażanie AI ma znaczące implikacje dla zarządzania kosztami transakcyjnymi w obu typach lokalizacji. W SSE, gdzie firmy koncentrują się na optymalizacji procesów operacyjnych, AI może prowadzić do bezpośredniej redukcji kosztów transakcyjnych poprzez automatyzację rutynowych zadań, poprawę efektywności łańcucha dostaw i optymalizację procesów decyzyjnych. Te korzyści są szczególnie widoczne w krótkim i średnim okresie. W PT, gdzie firmy skupiają się bardziej na innowacjach i rozwoju nowych produktów, wpływ AI

na koszty transakcyjne może być bardziej pośredni i długoterminowy. Innowacyjne rozwiązania AI mogą prowadzić do transformacji modeli biznesowych, które w dłuższej perspektywie mogą znacząco zmienić strukturę kosztów transakcyjnych. Te zmiany mogą być bardziej radykalne i trudniejsze do przewidzenia, ale potencjalnie mogą przynieść większe korzyści w długim okresie.

Tabela 48. Wnioski dotyczące wdrażania AI w SSE i PT

Aspekt	Specjalne strefy ekonomiczne (SSE)	Parki technologiczne (PT)
Struktura firm	Dominacja dużych przedsiębiorstw	Większy udział JDG i mikroprzedsiębiorstw
Priorytety AI	Optymalizacja procesów operacyjnych	Innowacje i rozwój nowych produktów
Kompetencje	Wyższy poziom doświadczenia w pracy z AI	Większa wiedza technologiczna
Efektywność	Koncentracja na minimalizacji kosztów	Koncentracja na zwiększaniu innowacyjności
Główne bariery	Opór organizacyjny i kulturowy	Niedostatek specjalistycznej wiedzy
Wpływ na relacje biznesowe	Dodatni wpływ na relacje z dostawcami	Dodatni wpływ na pozycję rynkową
Planowane kierunki rozwoju AI	Szerokie zastosowanie w różnych obszarach	Koncentracja na marketingu i usługach
Wpływ na koszty transakcyjne	Bezpośrednia redukcja poprzez optymalizację	Pośredni wpływ poprzez innowacje

Źródło: Badania własne.

Na podstawie przeprowadzonej analizy, można sformułować szereg rekomendacji dla przedsiębiorstw wdrażających AI, z uwzględnieniem specyfiki SSE i PT. Dla firm w SSE kluczowe jest rozwijanie kompetencji w zakresie zarządzania zmianą i transformacji organizacyjnej, aby skuteczniej wdrażać AI i redukować związane z tym koszty transakcyjne. Powinny one również inwestować w rozwiązania AI ukierunkowane na optymalizację procesów operacyjnych i łańcucha dostaw, co może przynieść znaczące korzyści w zakresie redukcji kosztów transakcyjnych. Firmy w PT powinny natomiast koncentrować się na rozwijaniu innowacyjnych zastosowań AI, które mogą prowadzić do transformacji modeli biznesowych i radykalnej redukcji kosztów transakcyjnych w długim terminie. Istotne jest również inwestowanie w rozwój specjalistycznych kompetencji w zakresie AI, co może pomóc w przezwyciężeniu barier związanych z niedostatkami wiedzy i umiejętności. Ze względu na ograniczenia budżetowe, firmy te powinny poszukiwać możliwości współpracy i partnerstw w celu przezwyciężenia barier finansowych związanych z wdrażaniem zaawansowanych rozwiązań AI.

Tabela 49. Rekomendacje dla firm wdrażających AI w SSE i PT

Obszar	Specjalne strefy ekonomiczne (SSE)	Parki technologiczne (PT)
Rozwój kompetencji	Skupienie na zarządzaniu zmianą	Rozwijanie specjalistycznych umiejętności AI
Inwestycje w AI	Optymalizacja procesów operacyjnych	Innowacyjne zastosowania AI
Gospodarowanie zasobami ludzkimi	Programy edukacyjne i szkoleniowe	Pozyskiwanie i rozwój talentów AI
Strategia wdrożenia	Kompleksowe podejście organizacyjne	Fokus na konkretne obszary biznesowe
Współpraca	Optymalizacja łańcucha dostaw	Partnerstwa w celu przewycięzenia ograniczeń
Zarządzanie kosztami transakcyjnymi	Bezpośrednia redukcja poprzez automatyzację	Transformacja modeli biznesowych
Podejście do innowacji	Stopniowe usprawnienia	Radykalne innowacje
Zarządzanie ryzykiem	Skupienie na bezpieczeństwie danych	Elastyczne podejście do eksperymentowania
Mierzenie efektów	Nacisk na wskaźniki efektywności kosztowej	Ocena wpływu na innowacyjność i pozycję rynkową
Kultura organizacyjna	Budowanie akceptacji dla zmian	Promowanie kultury innowacji i eksperymentowania

Źródło: Badania własne.

Podsumowując, wdrażanie AI w przedsiębiorstwach zlokalizowanych w SSE i PT niesie ze sobą zarówno znaczące korzyści, jak i wyzwania, co podkreśla kluczową rolę zrozumienia specyfiki każdej lokalizacji w procesie implementacji tych zaawansowanych technologii. Badanie wykazało, że firmy w obu typach lokalizacji muszą dostosować swoje strategie wdrażania AI do własnej charakterystyki i potrzeb, uwzględniając unikalne możliwości i wyzwania, jakie oferują SSE i PT. Badanie hipotez dotyczących wykorzystania AI w optymalizacji procesów ekonomicznych i finansowych potwierdziło niektóre przypuszczenia, jednocześnie falsyfikując inne, co podkreśla złożoność procesu adopcji AI w różnych środowiskach biznesowych. Wyniki te wskazują na potrzebę dalszych, bardziej szczegółowych badań nad specyfiką wdrażania AI w różnych kontekstach gospodarczych.

Zakończenie

Postępująca cyfryzacja i automatyzacja gospodarki sprawiają, że zrozumienie roli sztucznej inteligencji w optymalizacji procesów ekonomicznych staje się kluczowe dla utrzymania konkurencyjności przedsiębiorstw i całych gospodarek. Niniejsza praca, koncentrując się na analizie wykorzystania AI jako narzędzia optymalizacji procesów ekonomicznych w przedsiębiorstwach zlokalizowanych w specjalnych strefach ekonomicznych oraz parkach technologicznych w Polsce, podjęła ten istotny temat, łącząc perspektywy ekonomii instytucjonalnej, optymalizacji procesów gospodarczych i innowacji technologicznych. Główny cel pracy, jakim była ocena wpływu AI na efektywność operacyjną i konkurencyjność przedsiębiorstw w kontekście różnych ram instytucjonalnych, został w pełni osiągnięty poprzez kompleksową analizę danych zebranych od firm z obu typów lokalizacji.

Przeprowadzone badania ujawniły znaczące różnice w podejściu do wdrażania i wykorzystania AI między przedsiębiorstwami z SSE, a tymi z PT, co stanowiło realizację pierwszego celu szczegółowego pracy. Firmy z SSE, charakteryzujące się bardziej ustrukturyzowanym podejściem do optymalizacji procesów ekonomicznych, wykazywały tendencję do systematycznego wdrażania AI, koncentrując się na optymalizacji istniejących procesów i redukcji kosztów operacyjnych. Ta strategia przynosiła wymierne korzyści w postaci znaczącej redukcji kosztów transakcyjnych, szczególnie w obszarach takich jak optymalizacja łańcucha dostaw czy automatyzacja procesów administracyjnych, co bezpośrednio odnosiło się do drugiego celu szczegółowego, jakim była analiza wpływu AI na minimalizację kosztów transakcyjnych. Z drugiej strony, przedsiębiorstwa z PT, charakteryzujące się bardziej elastycznym i innowacyjnym podejściem, wykorzystywały AI przede wszystkim do tworzenia nowych produktów i usług oraz transformacji modeli biznesowych. Ta obserwacja przyczyniła się do realizacji trzeciego celu szczegółowego, dotyczącego oceny zależności między stosowaniem AI, a innowacyjnością i efektywnością procesów ekonomicznych. Kluczowym wnioskiem z badań jest to, że efektywność wdrażania AI jest silnie skorelowana z poziomem dojrzałości optymalizacji procesów ekonomicznych w przedsiębiorstwie, co tłumaczy, dlaczego firmy z SSE wykazywały większą skuteczność w wykorzystaniu AI do redukcji kosztów transakcyjnych, podczas gdy przedsiębiorstwa z PT miały większy potencjał w tworzeniu przełomowych innowacji. Badanie wykazało również, że wpływ AI na satysfakcję klientów i lojalność pracowników, co stanowiło czwarty cel szczegółowy, różni się w zależności od typu lokalizacji. Firmy z SSE odnotowały większą poprawę w zakresie satysfakcji klientów dzięki optymalizacji procesów obsługi, podczas gdy

przedsiębiorstwa z PT skupiały się bardziej na innowacyjnych rozwiązaniach poprawiających doświadczenia klientów. W kwestii lojalności pracowników, firmy z PT wykazywały większą elastyczność w adaptacji do nowych technologii, co przekładało się na wyższe zaangażowanie pracowników. Realizując piąty cel szczegółowy, badanie zidentyfikowało główne bariery i czynniki sukcesu we wdrażaniu AI w optymalizacji procesów ekonomicznych. Do kluczowych barier należały: brak odpowiednich kompetencji, ograniczenia budżetowe oraz opór organizacyjny wobec zmian. Czynniki sukcesu obejmowały natomiast: silne wsparcie ze strony kierownictwa, kulturę organizacyjną sprzyjającą innowacjom oraz systematyczne podejście do zarządzania danymi.

Wyniki badań mają istotne implikacje dla teorii ekonomii instytucjonalnej. W kontekście teorii kosztów transakcyjnych Olivera Williamsona, AI jawi się jako nowy mechanizm instytucjonalny, fundamentalnie zmieniający naturę i strukturę kosztów transakcyjnych w przedsiębiorstwach. To odkrycie prowadzi do konieczności rewizji i rozszerzenia teorii kosztów transakcyjnych w kontekście gospodarki cyfrowej. Jednocześnie, praca przyczynia się do rozwoju teorii optymalizacji procesów ekonomicznych, pokazując, jak AI może być integrowana z istniejącymi praktykami biznesowymi.

Dla przedsiębiorstw, wyniki badań oferują cenne wskazówki dotyczące efektywnego wdrażania AI w optymalizacji procesów ekonomicznych. Firmy powinny dostosować swoje strategie implementacji AI do specyfiki swojej lokalizacji biznesowej i poziomu dojrzałości optymalizacji procesów ekonomicznych. Dla decydentów politycznych, badanie dostarcza ważnych informacji do kształtowania polityki innowacyjnej i rozwoju regionalnego, sugerując potrzebę zróżnicowanych strategii wspierania adopcji AI w różnych typach lokalizacji biznesowych.

Podsumowując, niniejsza praca ma na celu zrozumienie roli AI jako narzędzia optymalizacji procesów ekonomicznych w kontekście różnych lokalizacji biznesowych. W miarę postępu cyfryzacji i automatyzacji, znaczenie efektywnego wdrażania i wykorzystywania AI w różnych kontekstach biznesowych będzie nadal rosło. Oferując kompleksowe spojrzenie na obecny stan adopcji AI w polskich przedsiębiorstwach i jej wpływ na efektywność organizacyjną, praca ta powinna przyczynić się do lepszego zrozumienia i kształtowania przyszłości pracy, biznesu i gospodarki w erze cyfrowej, jednocześnie w pełni realizując założone cele badawcze.

Bibliografia

1. Afiouni R., Organizational learning in the rise of machine learning, „International Conference on Information Systems”, Munchen, 2019.
2. Agbaji D.A., Lund B.D., Mannuru N.R., Perceptions of the Fourth Industrial Revolution and Artificial Intelligence Impact on Society, „arXiv (Cornell University)” 2023, vol. 1.
3. Anđelković P. M., Janković M. V., Anđelković A., Business process management maturity model: Serbian enterprises' maturity level, „Ekonomika preduzeća” 2012, nr 60(3-4).
4. Balahurovska I., Wykorzystanie technologii w różnych formach zarządzania, „Etyka biznesu i zrównoważony rozwój interdyscyplinarne studia teoretyczno-empiryczne” 2022, nr 4.
5. Baldassarre F., Ricciardi F., Campo R., Business Process Management as a Strategy to Make Organizational Innovation, „Journal of Emerging Trends in Marketing and Management” 2016, nr 1(1).
6. Baranov O., Definition of the term “artificial intelligence,” „Information and Law” 2023, nr 1.
7. Barański S., Nieświadome sieci neuronowe, Politechnika Gdańska, Gdańsk 2022.
8. Bednarkiewicz K., Warwas I., Zarządzanie zasobami ludzkimi w wybranych firmach logistycznych–inspirujące praktyki [w:] Branża TSL wobec wyzwań zrównoważonego rozwoju–wybrane aspekty, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2022.
9. Bekus T., Automatyzacja procesów biznesowych - status i potencjał implementacji w polskim e-handlu, „Marketing i Rynek” 2022, nr 3.
10. Bieroński M., Etyczne i moralne wyzwania związane ze stosowaniem Sztucznej Inteligencji, „Kieleckie Studia Teologiczne” 2020, nr 19.
11. Bitkowska A., Łukaszczuk-Walter A., Budowa systemu zarządzania procesowego we współczesnych organizacjach, „Zeszyty Naukowe Wydziału Zarządzania GWSH” 2022, nr 19.
12. Bitkowska A., Sobolewska O., Zarządzanie procesowe z wykorzystaniem wiedzy w polskich przedsiębiorstwach, „Zarządzanie organizacjami” 2020, DOI: 10.33141/po.2020.01.02.
13. Bitkowska A., Zarządzanie procesowe w organizacjach. Podejście klasyczne i nowe koncepcje, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2021.
14. Blicharz J., Inteligentne miasta i sztuczna inteligencja, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 2023.
15. Brancalion F. N. M., Lima A. F. C., Process-based Management aimed at improving health care and financial results, „Revista da Escola de Enfermagem da USP” 2022, nr 56.
16. Brodbeck A. F., Hoppen N., Bobsin D., Uma metodologia para implementação da gestão por processos em organizações públicas, „Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria” 2016, nr 9(4).
17. Business departments exploring artificial intelligence (AI) use cases in companies in 2023, Statista, 2023.

18. Chądryński M., Gruziel K., Kacperska E., Klusek T., Utzig M., Polska w dobie cyfryzacji, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2021.
19. Chen Ch., Artificial Intelligence, „International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology” 2023, vol. 1.
20. Chen X., Change and continuity in special economic zones: a reassessment and lessons from China, „Transnational Corporations Journal” 2019, nr 26(2).
21. Ciszewska-Mlinarič M., Wójcik P., Obłój K., Innowacje modeli biznesowych – wyzwania strategiczne [w:] Przyszłość jest dziś. Trendy kształtujące biznes, społeczeństwo i przywództwo, Ciszewska-Mlinarič M. (red.), Wydawnictwo Akademia Leona Koźmińskiego, Warszawa 2023.
22. Ćwiertnia R., Robotyzacja pracy biurowej jako narzędzie zarządzania procesowego, „Społeczeństwo i Polityka” 2021, nr 69.
23. Demlehner Q., Laumer S., Shall we use it or not? Explaining the adoption of artificial intelligence for car manufacturing purposes, „Proceedings of the 28th European Conference on Information Systems (ECIS)”, Online, 2020.
24. Dhenge D., Ashwini K., Dipali M., Research Paper on What is Artificial Intelligence and Its Applications, „International Journal of Scientific Research in Engineering and Management” 2024, vol. 08, nr 2.
25. Dorożyński T., Świerkocki J., Specjalne strefy ekonomiczne w Polsce. Doświadczenia i perspektywy, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, 2022.
26. Dumas M., La Rosa M., Mendling J., Reijers H. A., Business process management, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2022.
27. Enholm I.M., Papagiannidis E., Mikalef P., Krogstie J., Artificial Intelligence and Business Value: a Literature Review, „Information Systems Frontiers” 2022, vol. 24.
28. Figiel S., Rozwój sztucznej inteligencji i potencjalny wpływ jej zastosowań w rolnictwie na wykorzystanie siły roboczej i produktywność, „Zagadnienia Ekonomiki Rolnej” 2022, nr 4.
29. Finlay S., Artificial Intelligence and Machine Learning for Business, Relativistic, London 2021.
30. Gadatsch A., Business Process Management: Analysis, Modelling, Optimisation and Controlling of Processes, Springer Nature, Germany 2023.
31. Garbarski L., Tkaczyk J., Klient i marketing w erze transformacji cyfrowej [w:] Przyszłość jest dziś. Trendy kształtujące biznes, społeczeństwo i przywództwo, Ciszewska-Mlinarič M. (red.), Akademia Leona Koźmińskiego, Warszawa 2023.
- Brzezicki Ł., Działalność parków naukowo-technologicznych w Polsce, „Nauki Ekonomiczne” 2023, nr 38.
32. Ghoshal S., Moran P., Bad for practice: A critique of the transaction cost theory, „Academy of Management Review” 1996, nr 21(1).
33. Godlewska M., Koszty transakcyjne a rozwój partnerstwa publiczno-prywatnego w Polsce, „Zeszyty Naukowe Studia i Prace Kolegium Zarządzania i Finansów SGH w Warszawie” 2015.
34. Golinowski J., Realistyczna utopia. W stronę cyfrowej rywalizacji mocarstw, „Transformacje” 2022, nr 112.

35. Gomathy C. K., Sagari T. L. S., Rutvika R. V. N., Sree S. K., Organizational culture and business process, „International Journal of Scientific Research in Engineering and Management (IJSREM)” 2023, nr 7(5).
36. Grzegorzczak E., Sektor private equity/venture capital w Polsce na tle Europy, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, 2019.
37. Grzywacz J., Jagodzińska-Komar E., Rola sztucznej inteligencji w rozwoju sektora bankowego, „Nauki Ekonomiczne” 2021, nr 34.
38. Gurianova E. A., Gurianov I. N., Mechtcheriakova S. A., Analysis of the transaction cost in modern conditions, „Asian Social Science” 2014, nr 10(20).
39. Hawranek P., Michalski D., Borkowski D., Uwarunkowania regulacyjne handlu algorytmicznego z perspektywy rynku energii w Polsce, „Internetowy Kwartalnik Antymonopolowy i Regulacyjny” 2021, nr 2.
40. In what areas of the company is AI used or would it be implemented?, Statista, 2022.
41. Industrial and Technology Parks, https://www.paih.gov.pl/en/-why_poland/investment_incentives/-industrial_and_technology_parks/ [dostęp: 19.08.2024 r.].
42. Iszkowski W., Tadeusiewicz R., Na marginesie dyskusji o sztucznej inteligencji, „Kwartalnik NAUKA” 2023, nr 4.
43. Jabłoński A., Jabłoński M., Sztuczna inteligencja (AI) w kształtowaniu cyfrowych modeli biznesu pozytywnie wpływających na zmiany klimatyczne, Wyższa Szkoła Bankowa w Poznaniu, Poznań 2021.
44. Janik J., Drobina I., Drobina R., Rola sztucznej inteligencji w optymalizacji procesów zarządzania projektami [w:] Przetwarzanie, transmisja i bezpieczeństwo informacji’2022, Rysiński J., Więcek D. (red.), Wydawnictwo Naukowe Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej, Bielsko-Biała 2022.
45. Jeston J., Business process management: practical guidelines to successful implementations, Taylor & Francis Ltd, London 2014.
46. Joshi Y., Joshi A., Upadhyaya A., Singh Rajavat Y., Artificial intelligence in different disciplines of business management: a systematic literature review, „Manager The British Journal of Administrative Management” 2022, nr 58.
47. Kaczmarek-Kurczak P., Sztuczna inteligencja pomaga, „ACADEMIA. Magazyn Polskiej Akademii Nauk” 2023, nr 24.
48. Kale V., Enterprise Process Management Systems: Engineering Process-Centric Enterprise Systems using BPMN 2.0, CRC Press, London 2018.
49. Kania K., Doskonalenie zarządzania procesami biznesowymi w organizacji z wykorzystaniem modeli dojrzałości i technologii informacyjno-komunikacyjnych, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Katowice 2013.
50. Klamerek J., Semeniuk D., Sztuczna inteligencja w realnym świecie [w:] Problemy Współczesnej Inżynierii Wybrane zagadnienia z zakresu IT, Mazurek P.A., Kociubiński A., Kołtunowicz T.N., Majcher J., Maciejewski M., Filipek P.Z., Styła S. (red.), Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin 2021.
51. Kleibert J.M., Exclusive development(s): Special economic zones and enclave urbanism in the Philippines, „Critical Sociology” 2018, nr 44(3).

52. Kolbjørnsrud V., Amico R., Thomas R.J., Partnering with AI: how organizations can win over skeptical managers, „Strategy & Leadership” 2017, nr 45(1).
53. Korbiel T., Czerwiński S., Kania J., Utrzymanie ruchu oraz eksploatacja maszyn w przemyśle 4.0., „Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji” 2023, nr 1.
54. Kosztowniak A., Uwarunkowania i szanse wspierania napływu zagranicznych inwestycji bezpośrednich do Polski, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2010, nr 113.
55. Kozaczka M., Społeczna odpowiedzialność spółek zarządzających polskimi specjalnymi strefami ekonomicznymi, „Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego” 2020, nr 34(3).
56. Krzemiński A., Formy i plany rozwoju technologicznego na Dolnym Śląsku, „Studenckie Prace Prawnicze, Administratywistyczne i Ekonomiczne” 2010, nr 8.
57. Kulikowska A., Zastosowanie technologii SMAC/BRAID w procesie zakupowym przedsiębiorstwa, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2023, nr 4.
58. Łada M., Kryteria robotyzacji procesów biznesowych: badania eksploracyjne, „E-mentor” 2022, nr 5.
59. Latusek-Jurczak, Nowa architektura zaufania: ludzie i technologie [w:] Przyszłość jest dziś. Trendy kształtujące biznes, społeczeństwo i przywództwo, (red.) M. Ciszewska-Mlinarič, Akademia Leona Koźmińskiego, Warszawa 2023.
60. Lee J., Suh T., Roy D., Baucus M., Emerging technology and business model innovation: the case of artificial intelligence, „Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity” 2019, nr 5(3).
61. Leończyk P., Olszowy J., Modelowanie zachowań gospodarczych konsumenta za pomocą mikroekonomicznych funkcji popytu, [w:] Zastosowanie wybranych metod i narzędzi ilościowych w naukach ekonomicznych, finansach i informatyce, (red.) M. Borowska, Państwowa Uczelnia Zawodowa im. prof. Stanisława Tarnowskiego w Tarnobrzegu, Tarnobrzeg 2021,
62. Lodhi A., Köppen V., Saake G., Business process modeling: Active research areas and challenges, „Universitäts-und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt” 2011, nr 5.
63. Luccioni A., Bengio Y., On the Morality of Artificial Intelligence, „arXiv” 2019, <https://arxiv.org/pdf/1912.11945v1.pdf> [dostęp: 26.12.2019 r.].
64. Majczyk J., Projektowanie procesów biznesowych zorientowanych na klienta, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego. Sekcja Wydawnicza Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2022.
65. Makarius E.E., Mukherjee D., Fox J.D., Fox A.K., Rising with the machines: a sociotechnical framework for bringing artificial intelligence into the organization, „Journal of Business Research” 2020, nr 120.
66. Makiela Z., Innowacyjne miasto, innowacyjny region, „Studia Komitetu Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN” 2011, nr 141.
67. Makowski Ł., Sztuczna inteligencja – nowe narzędzie w strategii społecznej odpowiedzialności biznesu, „Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej w Poznaniu” 2023, t. 102, nr 3.

68. Makowski M., Komunikacja z wykorzystaniem sztucznej inteligencji w turbulentnych warunkach rynkowych, „Media-Biznes-Kultura. Dziennikarstwo i komunikacja społeczna” 2023, nr 14.
69. Market size and revenue comparison for artificial intelligence worldwide from 2018 to 2030 (in billion U.S. dollars), Statista, 2018.
70. Markopoulos E., Bilbao J., Christodoulou E., Stoilov T., Vos T., Makatsoris C., Process Development and Management: towards the maturity of organizations, „NAUN International Journal of Computers” 2008, nr 2(4).
71. Maternowska M., Nowe technologie i ich wpływ na łańcuchy dostaw. Sztuczna inteligencja, „Studia Ekonomiczne” 2019, nr 388.
72. McIvor R., How the transaction cost and resource-based theories of the firm inform outsourcing evaluation, „Journal of Operations Management” 2009, nr 27(1).
73. Mikalef P., Pappas I.O., Krogstie J., Giannakos M., Big data analytics capabilities: a systematic literature review and research agenda, „Information Systems and e-Business Management” 2018, nr 16(3).
74. Misztal P., Kulakov V., Determinants of Investment Attractiveness of Countries and Investment Climate Assessment Methods. Survey Analysis, „Journal of Modern Science” 2024, nr 6/60.
75. Mroczko F., Sztuczna inteligencja i jej wykorzystanie w logistyce, „Pedagogika, zarządzanie, psychologia i inżynieria zarządzania wobec wyzwań współczesności” 2023, nr 41.
76. Neveling P., Free trade zones, export processing zones, special economic zones and global imperial formations 200 BCE to 2015 CE, 2015.
77. Nosalska K., Rządca R., Przemysł 4.0 – wielopoziomowe cyfrowe usieciowienie [w:] Przyszłość jest dziś. Trendy kształtujące biznes, społeczeństwo i przywództwo, Ciszewska-Mlinarič M. (red.), Akademia Leona Koźmińskiego, Warszawa 2023.
78. Nowakowska P., Nowe technologie w rozwoju i zarządzaniu przedsiębiorstwem, „Zarządzanie Innowacyjne w Gospodarce i Biznesie” 2023, nr 36.
79. Nurlankyzy N. A., Business Process as the Basis of the Process Approach in Enterprise Management, „International Journal of Engineering and Management Research (IJEMR)” 2019, nr 9(2).
80. Paiano R., Caione A., Guido A. L., Martella A., Pandurino A., Business Process Management—A Traditional Approach Versus a Knowledge Based Approach, „BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience” 2015, nr 6(1-2).
81. Pastusiak R., Bolek M., Jasiniak M., Keller J., Effectiveness of special economic zones of Poland, „Zbornik radova Ekonomskog fakulteta u Rijeci: časopis za ekonomsku teoriju i praksu” 2018, nr 36(1).
82. Pawlicka K., Bal M., Zastosowanie sztucznej inteligencji i zrównoważonych finansów łańcucha dostaw w obsłudze logistycznej omnichannel, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” 2021, nr 10.
83. Piontek B., Specjalne strefy ekonomiczne i ich rozwój w kierunku urzeczywistniania procesów zrównoważenia—ujęcie retrospektywne, „Nierówności społeczne a wzrost gospodarczy” 2020, nr 61.

84. Piszczek-Kaiser H., Wpływ innowacyjnych struktur klastrowych na atrakcyjność inwestycyjną w Katowickiej Specjalnej Strefie Ekonomicznej [w:] Przemysł 4.0 a Zarządzanie i Inżynieria Produkcji, Konferencja IZIP Zakopane 2012 – Artykuły.
85. Plichta J., Koszty zarządzania jako manifestacja transakcji, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie” 2018, nr 5(977).
86. Polska Strefa Inwestycji, https://www.paih.gov.pl/dlaczego_polska/zachety_inwestycyjne/polska_strefa_inwestycji/ [dostęp: 19.08.2024 r.].
87. Poppo L., Zenger T., Testing alternative theories of the firm: Transaction cost, knowledge-based, and measurement explanations for make-or-buy decisions in information services, „Strategic Management Journal” 1998, nr 19(9).
88. Porada-Rochoń M., Mioduchowska-Jaroszewicz E., Romanowska M., Kowalik J., The Application of Financial Analysis in Business Practice, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2024.
89. Potocka-Sionek N., Niewidzialni pracownicy, czyli kto stoi za sztuczną inteligencją, „Studia z Zakresu Prawa Pracy i Polityki Społecznej” 2022, nr 2.
90. Prediction types, <https://academy.synerise.com/path-player?courseid=predictions&unit=661512bf25755d5ebe031a4dUnit> [dostęp: 20.05.2024 r.].
91. Predictions, <https://academy.synerise.com/pathplayer?courseid=predictions&unit=66150ad5eaaf346fc0019218Unit> [dostęp: 10.05.2024 r.].
92. Przegalińska A., Jemieliński D., AI w strategii. Rewolucja sztucznej inteligencji w zarządzaniu, MT Biznes, Warszawa 2023.
93. Przegalińska A., Jemieliński D., Współpracująca sztuczna inteligencja w zastosowaniach biznesowych [w:] Przyszłość jest dziś. Trendy kształtujące biznes, społeczeństwo i przywództwo, Ciszewska-Mlinarič M. (red.), Akademia Leona Koźmińskiego, Warszawa 2023.
94. Puślecki Z.W., Sztuczna inteligencja (AI), internet rzeczy (IoT) i sieć piątej generacji (5G) w nowoczesnych badaniach naukowych, „Człowiek i Społeczeństwo” 2021, nr 52.
95. Radosavljević M., Process Orientation as a Basis for Increasing Supply Chain Management Maturity, „Economic Themes” 2015, nr 53(3).
96. Radziejewicz B., Wpływ Przemysłu 4.0 na innowacyjność w procesie obsługi klienta, „Akademia Zarządzania” 2021, nr 3.
97. Rafało M., Wymiar biznesowy ataków na systemy uczące się, „Napędy i sterowanie” 2021, nr 2.
98. Rafało M., Wymiar biznesowy ataków na systemy uczące się. Cz. 2. Zagrożenia związane z wykorzystaniem systemów uczących się w RPA, „Napędy i Sterowanie” 2021, nr 23.
99. Rate of adoption and deployment of artificial intelligence (AI) in enterprise globally and in selected countries in 2022, Statista, 2022.
100. Robaczyński W., Sztuczna inteligencja–przedmiot badań czy podmiot kontrolowany. Prawo wobec rozwoju technologii, „Kontrola Państwowa” 2022, nr 407.
101. Robotic process automation (RPA) market size worldwide from 2020 to 2030, Statista, 2023.
102. Rodrigues R. F., de Oliveira H. C. V., Trepim D. M., Oliveira C. H., Paixão S., de Faria Pinto A. P. E., The management by processes as business strategy of continuous improvement, „Journal of Lean Systems” 2019, nr 4(1).

103. Rojszczak M., Sztuczna inteligencja w innowacjach finansowych–aspekty prawne i regulacyjne, „Internetowy Kwartalnik Antymonopolowy i Regulacyjny (iKAR)” 2020, nr 2.
104. Rostek K., Wiśniewski M., Modelowanie i analiza procesów w organizacji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2020.
105. Rózanowski K., Sztuczna inteligencja rozwój, szanse i zagrożenia, „Zeszyty Naukowe Warszawskiej Wyższej Szkoły Informatyki” 2007, nr 2.
106. Rutkowska-Tomaszewska E., O współczesnej ochronie konsumenta na rynku i aktualnych problemach słów kilka, „Internetowy Kwartalnik Antymonopolowy i Regulacyjny” 2021, nr 6.
107. Schmidt R., Zimmermann A., Moehring M., Keller B., Value creation in connectionist artificial intelligence–A research agenda, 2020.
108. Semrau A., Wpływ sztucznej inteligencji na pracę biur rachunkowych [w:] Human rights–evolution in the digital era, Sitek M., Navarro J.B. (red.), Józefów 2021.
109. Seo J., Ryu S. U., Transaction Behavior in Nonmarket Settings: Revisiting Transaction Cost Economics Theory, „Journal of Policy Studies” 2012, nr 27(1).
110. Sestino A., De Mauro A., Leveraging Artificial Intelligence in Business: Implications, Applications, and Methods, „Technology Analysis & Strategic Management” 2022, nr 34(3).
111. Sira M., Przemysłowe wykorzystanie sztucznej inteligencji na przykładzie e-commerce, „Etyka biznesu i zrównoważony rozwój interdyscyplinarne studia teoretyczno-empiryczne” 2022, nr 4.
112. Škare M., Porada-Rochoń M., Stjepanović S., Testing for convergence in competitiveness and growth in selected economies from 1994 to 2020, „Journal of Competitiveness” 2022, nr 13(3).
113. Solarz P., Współczesna robotyzacja w administracji publicznej. Zagadnienia terminologiczne i teoretyczne, na wybranych przykładach, „Journal of Modern Science” 2023, nr 3.
114. Soni N., Sharma E.K., Singh N., Kapoor A., Artificial Intelligence in Business: From Research and Innovation to Market Deployment, „Procedia Computer Science” 2020, vol. 167.
115. Sousa Neto M. V., Medeiros Junior J. V., Afinal, o que é Business Process Management (BPM)? Um novo conceito para um novo contexto, „Revista Eletrônica de Sistemas de Informação” 2008, nr 2(7).
116. Specjalne Strefy Ekonomiczne, <https://www.gov.pl/-web/rozwoj-technologia/specjalne-strefy-ekonomiczne> [dostęp: 07.01.2019 r.].
117. Stawiarska E., Logistyczne systemy informatyczne wykorzystujące sztuczną inteligencję w branży motoryzacyjnej, „Organizacja i Zarządzanie: kwartalnik naukowy” 2016, nr 4.
118. Stępień R., Możliwości zastosowania sztucznej inteligencji i blockchain w działalności archiwalnej. Przegląd doświadczeń zagranicznych, „Archeion” 2021, nr 122.
119. Symela K., Stępnikowski A., Wyzwania kompetencyjne w rozwoju sztucznej inteligencji w Polsce, „Polityka Społeczna” 2021, nr 7.

120. Szaja M., Rola gminnych samorządów w budowaniu płaszczyzn współpracy gospodarczej a współczesne formy organizacji przestrzeni, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Ekonomiczne Problemy Usług” 2011.
121. Sztuczna inteligencja w małych firmach – ponad 40% badanych ocenia, że to szansa, <https://media.pkobp.pl/272653-sztuczna-inteligencja-w-malych-firmach-ponad-40-badanych-ocenia-ze-to-szansa> [dostęp: 20.08.2024 r.].
122. Tuček D., Theory and practice of business process management, „European Financial and Accounting Journal” 2009, nr 4(4).
123. vom Brocke J., Mathiassen L., Rosemann M., Business process management, „Business & Information Systems Engineering” 2014, nr 6.
124. Wąchol J., Modern management methods and process organization in a global enterprise, „Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie/Politechnika Śląska” 2019, nr 136.
125. Walicka M., Czemieli-Grzybowska W., Sztuczna inteligencja w zarządzaniu kapitałem przedsiębiorstwa w dobie Przemysłu 5.0, „Akademia Zarządzania” 2023, nr 4.
126. Walusiak-Skorupa J., Kaczmarek P., Wiszniewska M., Artificial Intelligence and employee's health—new challenges, „Medycyna Pracy” 2023, nr 3.
127. Wamba-Taguimdje S.L., Wamba S.F., Kamdjoug J.R.K., Wanko C.E.T., Influence of artificial intelligence (AI) on firm performance: the business value of AI-based transformation projects, „Business Process Management Journal” 2020, nr 26(7).
128. Wang H., Huang J., Zhang Z., The impact of deep learning on organizational agility, „Proceedings of the 40th International Conference on Information Systems (ICIS)”, Munchen, 2019.
129. Wawer M., Dyskurs o sztucznej inteligencji w programowaniu i produkcji telewizyjnej: próba konceptualizacji, Wydawnictwo ToC, Nowy Targ 2023.
130. What is artificial intelligence (AI)?, IBM [dostęp: 01.02.2024 r.].
131. Więckowski Z., Kubalski G., Czy sztuczna inteligencja oraz inne technologie informatyczne pomogą w dostępie do wymiaru sprawiedliwości osobom ze szczególnymi potrzebami?, „Prawo i Więź” 2022, nr 42.
132. Witczyńska K., Warunki podejmowania działalności przez inwestorów zagranicznych na polskim rynku, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej” 2018, Seria: Organizacja i Zarządzanie, z. 130.
133. Wolniak R., Deskryptywna analiza danych, „Management & Quality/Zarządzanie i Jakość” 2023, nr 2.
134. Zabroń M., Wołoszyn J., Narzędzia Business Intelligence dedykowane do analityki big data, „Dydaktyka Informatyki” 2023, nr 18.
135. Zeng D. Z., China's Special Economic Zones and Industrial Clusters: Success and Challenges, Lincoln Institute of Land Policy, 2013.
136. Zeng D. Z., Global experiences with special economic zones: Focus on China and Africa, „World Bank Policy Research Working Paper” 2015, nr 7240.
137. Zeng D. Z., The past, present, and future of special economic zones and their impact, „Journal of International Economic Law” 2021, nr 24(2).
138. Ziółkowska E., Wpływ sztucznej inteligencji na rynek finansowy w procesie podejmowania decyzji ekonomicznych—szanse, wyzwania i rekomendacje, „Studia i Prace Kolegium Zarządzania i Finansów” 2023, nr 192.

139. Zwolińska-Ligaj M. A., Guzal-Dec D. J., Cooperative links between businesses in the context of local system resilience. A case study of Poland's peripheral regions, „Annals PAAAE” 2023, nr XXV(1).
140. Żulicki R., Data science: najseksowniejszy zawód XXI wieku w Polsce. Big data, sztuczna inteligencja i PowerPoint, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2022.

Spis tabel

Tabela 1. Definicje sztucznej inteligencji	28
Tabela 2. Kluczowe daty i wydarzenia w historii rozwoju sztucznej inteligencji	34
Tabela 3. Zastosowanie sztucznej inteligencji oraz czynniki wpływające na jej rozwój.....	41
Tabela 4. Fazy rozwoju optymalizacji procesów ekonomicznych i technologii biznesowych	52
Tabela 5. Zasady tworzenia systemu optymalizacji procesów ekonomicznych	53
Tabela 6. Wykorzystanie sztucznej inteligencji w procesach planowania w przedsiębiorstwie	58
Tabela 7. Przykłady zagrożeń wynikających z manipulacji uczeniem maszynowym w biznesowych zastosowaniach AI.....	63
Tabela 8. Korzyści, wyzwania i zagrożenia związane z pracą w środowisku wspieranym sztuczną inteligencją	64
Tabela 9. Zalety i wady wdrożenia technologii w przedsiębiorstwie	67
Tabela 10. Szacowana globalna wielkość rynku i porównanie przychodów generowanych przez sztuczną inteligencję w latach 2018-2029 (mld USD)	71
Tabela 11. Kluczowe różnice między robotyzacją procesów (RPA), a integracją systemów IT	74
Tabela 12. Zalety systemów RPA z różnych punktów widzenia: technologicznego, ekonomicznego i pracowniczego	77
Tabela 13. Parki technologiczne oraz specjalne strefy ekonomiczne w podziale na województwa.....	81
Tabela 14. Obszary działalności biznesowej wykorzystujące AI w firmach w 2023 roku.....	98
Tabela 15. Wielkość światowego rynku AI w podziale na segmenty. Prognoza na lata 2024-2030	103
Tabela 16. Wdrożenie sztucznej inteligencji w przedsiębiorstwach w wybranych krajach w 2022 roku.....	104
Tabela 17. Innowacje w modelach biznesowych (skala 1-7 gdzie: 1- korzystamy w bardzo małym stopniu, 7-korzystamy w bardzo dużym stopniu)	105
Tabela 18. Wielkość globalnego rynku automatyzacji procesów robotycznych (RPA). Prognoza na lata 2025-2030	106
Tabela 19. Teoretyczne i praktyczne aspekty zarządzania: informacją, innowacjami, projektami, wiedzą, jakością oraz zasobami ludzkimi	112
Tabela 20. Relacje między kluczowymi komponentami sztucznej inteligencji, a wybranymi formami zarządzania	113
Tabela 21. Ocena efektywności operacyjnej, innowacyjności i konkurencyjności przedsiębiorstwa.....	125
Tabela 22. Wyniki analizy MANOVA dla zmiennych: „Efektywne pod względem operacyjnym”, „Innowacyjne” oraz „Konkurencyjne” vs. „Przedsiębiorstwo jest zlokalizowane (w specjalnej strefie ekonomicznej vs. w parku technologicznym)”	125
Tabela 23. Wyniki testu chi-kwadrat dotyczącego zależności między lokalizacją przedsiębiorstwa, a stosowaniem optymalizacji procesów ekonomicznych.....	127

Tabela 24. Zakres stosowania optymalizacji procesów ekonomicznych w poszczególnych działach badanych przedsiębiorstw	130
Tabela 25. Etapy stosowania narzędzi optymalizacji procesów ekonomicznych w badanych przedsiębiorstwach	131
Tabela 26. Wyniki testu chi-kwadrat dla zależności między lokalizacją przedsiębiorstwa, a stosowaniem narzędzi analizy luki finansowej	133
Tabela 27. Wyniki testu chi-kwadrat dla zależności między lokalizacją przedsiębiorstwa, a stosowaniem narzędzi mapowania strumienia wartości finansowej	134
Tabela 28. Wyniki testu chi-kwadrat dla zależności między lokalizacją przedsiębiorstwa, a stosowaniem Lean Financial Management w optymalizacji procesów finansowych	135
Tabela 29. Zakres stosowania narzędzi optymalizacji procesów ekonomicznych w badanych przedsiębiorstwach	135
Tabela 30. Trudności napotymane przez przedsiębiorstwa w zakresie wdrażania optymalizacji procesów ekonomicznych	138
Tabela 31. Częstotliwość stosowania narzędzi wspieranych przez sztuczną inteligencję (AI) w badanych przedsiębiorstwach	139
Tabela 32. Wyniki testu U Manna-Whitneya dla narzędzi do analizy finansowej i optymalizacji kosztów w zależności od lokalizacji przedsiębiorstwa	140
Tabela 33. Wyniki testu t dla narzędzi analizy finansowej i optymalizacji kosztów w zależności od lokalizacji przedsiębiorstwa	141
Tabela 34. Wyniki analizy regresji liniowej dla Blockchain i generatywnego AI (np. GPT-3, GPT-4, OpenAI) jako predyktorów wykorzystania narzędzi do analizy finansowej i optymalizacji kosztów	142
Tabela 35. Stopień i zakres stosowania narzędzi AI w optymalizacji procesów ekonomicznych w różnych działach badanych przedsiębiorstw	143
Tabela 36. Ocena poziomu zasobów niematerialnych w badanych przedsiębiorstwach w kontekście stosowania narzędzi AI	145
Tabela 37. Ocena poziomu zasobów materialnych badanych przedsiębiorstw w kontekście stosowania narzędzi AI	146
Tabela 38. Ocena skuteczności optymalizacji procesów ekonomicznych przed i po wdrożeniu narzędzi wspieranych przez sztuczną inteligencję (AI) w badanych przedsiębiorstwach	147
Tabela 39. Wyniki analizy regresji liniowej dla predyktorów kosztów zmian w procesach biznesowych (SSE)	149
Tabela 40. Wyniki regresji liniowej dla predyktorów kosztów zmian w procesach biznesowych badanych przedsiębiorstw (PT)	150
Tabela 41. Wyniki analizy regresji liniowej badającej wpływ kluczowych aspektów optymalizacji procesów ekonomicznych na minimalizowanie kosztów wykonania procesu biznesowego po wdrożeniu narzędzi wspieranych przez AI (SSE)	151
Tabela 42. Wyniki analizy regresji liniowej badającej wpływ kluczowych aspektów optymalizacji procesów ekonomicznych na minimalizowanie kosztów wykonania procesu biznesowego po wdrożeniu narzędzi wspieranych przez AI (PT)	153
Tabela 43. Wpływ narzędzi opartych na AI na optymalizację procesów biznesowych w badanych przedsiębiorstwach	154
Tabela 44. Dwustronny test Manna-Whitneya dla zmiennej predykcja wyników finansowych i optymalizacja budżetowania w zależności od lokalizacji przedsiębiorstwa	155
Tabela 45. Przewidywane efekty stosowania narzędzi AI w optymalizacji procesów ekonomicznych w badanych przedsiębiorstwach	157
Tabela 46. Wpływ stosowania narzędzi AI w optymalizacji procesów ekonomicznych na relacje badanych przedsiębiorstw z partnerami zewnętrznymi	160
Tabela 47. Weryfikacja hipotez badawczych	164

Tabela 48. Wnioski dotyczące wdrażania AI w SSE i PT	169
Tabela 49. Rekomendacje dla firm wdrażających AI w SSE i PT.....	170

Spis rysunków

Rysunek 1. Mapa pojęciowa sztucznej inteligencji	31
Rysunek 2. Zastosowania sztucznej inteligencji w usługach finansowych	38
Rysunek 3. Kluczowe technologie wpływające na rozwój przedsiębiorstw	44
Rysunek 4. Obszary w jakich firmy stosują lub zamierzają stosować AI (Niemcy, przedsiębiorcy)	46
Rysunek 5. Wyzwania związane z implementacją nowych technologii	49
Rysunek 6. Wytyczne dotyczące budowy systemu optymalizacji procesów biznesowych.....	55
Rysunek 7. Etapy rozwoju analityki biznesowej wspieranej sztuczną inteligencją.....	58
Rysunek 8. Wpływ sztucznej inteligencji na strukturę organizacyjną i wartość biznesową ...	62
Rysunek 9. Ramowa struktura organizacyjna wpływu sztucznej inteligencji na wartość biznesową	67
Rysunek 10. Proces strategicznego wdrażania AI w generowaniu wartości biznesowej	69
Rysunek 11. Obszary zastosowania sztucznej inteligencji w polskich przedsiębiorstwach ...	76
Rysunek 12. Proces wdrażania i korzystania z „predykcji jako usługi” w systemach uczących	110
Rysunek 13. Wielkość przedsiębiorstwa.....	122
Rysunek 14. Struktura stanowisk zajmowanych przez respondentów	123
Rysunek 15. Źródło kapitału właścicielskiego	124
Rysunek 16. Stosowanie optymalizacji procesów ekonomicznych w badanych przedsiębiorstwach	127
Rysunek 17. Modele dojrzałości procesowej stosowane w badanych przedsiębiorstwach ...	129
Rysunek 18. Korzyści osiągnięte przez badane przedsiębiorstwa dzięki stosowaniu optymalizacji procesów ekonomicznych	137
Rysunek 19. Czynniki determinujące stosowanie narzędzi AI w optymalizacji procesów ekonomicznych w badanych przedsiębiorstwach.....	156
Rysunek 20. Obszary, w których badane przedsiębiorstwa planują stosować rozwiązania oparte na technologii AI.....	159
Rysunek 21. Stosowanie narzędzi AI w optymalizacji procesów ekonomicznych przez konkurencyjne przedsiębiorstwa w opinii badanych przedsiębiorców	161
Rysunek 22. Wpływ stosowania narzędzi AI w optymalizacji procesów ekonomicznych na poprawę konkurencyjności badanych przedsiębiorstw	162
Rysunek 23. Główne bariery w integracji narzędzi AI z istniejącymi systemami zarządzania w badanych przedsiębiorstwach.....	163