Ocena technologii RPA w kontekście jej potencjału wdrożeniowego w logistyce i wpływu na procesy logistyczne – wyniki badania delfickiego

Jan Adam Czajkowski

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: jan.adam.czajkowski@gmail.com

Alicja Ewa Gudanowska

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: a.gudanowska@pb.edu.pl

DOI: 10.65731/az-2026-0008

Streszczenie

Zasadniczy cel niniejszej pracy obejmował dokonanie analizy potencjału wdrożenia RPA w ramach procesów logistycznych przy wykorzystaniu metody delfickiej. Uzyskane wyniki dotyczyły zarówno oceny istotności przygotowanych tez delfickich dla rozwoju logistyki, jak również ocenę potencjalnego horyzontu wdrożenia poszczególnych przewidywań. W artykule uwagę skupiono także na czynnikach i barierach związanych z wdrażaniem RPA. Według uzyskanych wyników największy wpływ na rozwój logistyki będzie miało wykorzystanie RPA i AI do automatyzacji procesów oraz optymalizacji działań operacyjnych. Aspekty związane z robotyzacją magazynów oraz zmianami w kompetencjach pracowników oceniono jako te o mniejszym znaczeniu. Należy jednak podkreślić, że przewidywana transformacja będzie przebiegać etapowo, a skuteczne wdrażanie wymagać będzie podejścia strategicznego, obejmującego modernizację systemów, budowę warstw integracyjnych, a także pokonania barier technologicznych i kompetencyjnych.

Słowa kluczowe

procesy logistyczne, automatyzacja procesów, *Robotic Process Automation* (RPA), metoda delficka

Wstęp

Współczesna branża logistyczna musi mierzyć się z wyzwaniami, takimi jak rosnące wymagania klientów w odniesieniu do szybkości i jakości obsługi, presja kosztowa, braki w zakresie wyspecjalizowanej siły roboczej czy konieczność szybkiego reagowania na zmiany rynkowe lub zakłócenia w łańcuchach dostaw. W kontekście wymienionych wyzwań technologia RPA (ang. *Robotic Process Automation*) stanowić może użyteczne narzędzie pozwalające na automatyzację powtarzalnych procesów operacyjnych i administracyjnych. Analiza możliwości wdrożenia RPA jako wsparcia dla realizacji procesów może wspierać przedsiębiorstwa logistyczne w poprawie ich konkurencyjności i usprawnieniu reakcji na zmiany w dynamicznym otoczeniu gospodarczym [Legito, 2023, s. 85-93].

Warto zauważyć, że choć wykorzystanie RPA w logistyce ma duży potencjał praktyczny a automatyzacja procesów staje się coraz powszechniejsza w przedsiębiorstwach, to w dostępnej literaturze wciąż brakuje pogłębionych opracowań oceniających, na ile sektor logistyczny jest przygotowany do wdrażania takich rozwiązań, zwłaszcza w obszarach operacyjnych i administracyjnych. Planowane wykorzystanie metody delfickiej umożliwia zebranie opinii ekspertów z różnych części organizacji i sprzyja identyfikacji zarówno czynników wspierających, jak i przeszkód utrudniających wdrożenie analizowanego rozwiązania. Realizacja badań dotyczących RPA pozwala określić kluczowe kierunki implementacji tej technologii, ocenić jej rzeczywisty potencjał oraz lepiej przygotować organizacje logistyczne do automatyzacji procesów, jednocześnie uzupełniając istniejącą lukę badawczą w zakresie stosowania metody delfickiej w obszarze RPA.

Przeprowadzone i udokumentowane w artykule badania skupiają się przede wszystkim na weryfikacji stwierdzenia, czy RPA można uznać za nowatorskie narzędzie wspierające cyfryzację i automatyzację procesów logistycznych. Głównym celem artykułu było uzyskanie przy wykorzystaniu metody delfickiej szerszego spojrzenia na potencjał wdrożenia RPA w logistyce oraz na czynniki wpływające na skuteczność wdrożenia, a także na bariery, które mogą ten proces ograniczać.

1. Automatyzacja jako jeden z nowoczesnych trendów wspierających procesy logistyczne – przegląd literatury

1.1. Innowacje w realizacji procesów logistycznych

Współczesne procesy logistyczne podlegają dynamicznym przemianom wynikającym z postępu technologicznego, rosnącej konkurencyjności oraz konieczności

dostosowania się do zmieniających się warunków rynkowych. Innowacje stają się kluczowym czynnikiem budowania przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstw sektora TSL. W obliczu wyzwań gospodarczych, geopolitycznych i regulacyjnych rośnie znaczenie wdrażania nowoczesnych rozwiązań technologicznych i organizacyjnych w przedsiębiorstwach logistycznych, jako tych, które mają realny potencjał w zakresie doskonalenia realizowanych w nich procesów [Przybylska, 2018, s. 422; Wolak i in., 2019, s. 56-84].

Jednym z najważniejszych innowacyjnych trendów jest cyfryzacja procesów logistycznych, obejmująca między innymi wykorzystanie sztucznej inteligencji (ang. *Artificial Intelligence* – AI), robotyzacji oraz automatyzacji procesów. Technologie te wspierają analizę dużych zbiorów danych, optymalizację decyzji operacyjnych, przewidywanie popytu oraz modelowanie zachowań klientów. AI znajduje zastosowanie między innymi w planowaniu transportu, zarządzaniu zapasami, prognozowaniu oraz obsłudze klienta, czego przykładem są chatboty wykorzystywane przez firmy kurierskie, takie jak InPost [Wolak i in., 2019, s. 56-84; Jóźwiak, Świderski, 2017, s. 107-108]. Ważną rolę odgrywają również sztuczne sieci neuronowe i uczenie maszynowe, które wspierają ocenę jakości usług transportowych, optymalizację tras i zarządzanie flotą [Jóźwiak i Świderski, 2017, s. 107-108].

Znaczący wpływ na rozwój logistyki ma także *big data*, umożliwiające analizę danych pochodzących z GPS, sensorów, systemów magazynowych czy urządzeń mobilnych. Ich wykorzystanie pozwala na identyfikację trudnych i nieefektywnych etapów realizowanych działań, przewidywanie opóźnień, optymalizację tras oraz tworzenie bardziej odpornych i elastycznych łańcuchów dostaw [Torbacki, 2018, s. 751-755]. Równolegle rozwijają się zintegrowane systemy informatyczne, takie jak ERP (ang. *Enterprise Resource Planning*), WMS (ang. *Warehouse Management System*) i SCM (ang. *Supply Chain Management*), które wspierają kompleksowe zarządzanie zasobami, magazynami i całym łańcuchem dostaw. Ich integracja umożliwia pełniejszą automatyzację procesów, redukcję kosztów oraz poprawę jakości obsługi klienta [Majewski, 2008, s. 50-57; Barcik i Kubański, 2011, s. 84-85; Ficoń i Krasnodębski, 2016, s. 73-74].

W obszarze automatyzacji fizycznej coraz większe znaczenie mają roboty AGV, autonomiczne pojazdy transportowe oraz roboty kompletacyjne, które zwiększają wydajność magazynów i ograniczają ryzyko błędów oraz zagrożeń dla pracowników. Autonomiczne pojazdy stanowią natomiast przyszłość transportu, oferując możliwość redukcji wypadków, optymalizacji tras i skrócenia czasu dostaw, choć ich rozwój wiąże się z wyzwaniami technologicznymi i kosztowymi [Neumann, 2018, s. 788-789; Dobrzański, 2016, s. 83-84]. Coraz częściej wykorzystuje się także

drony, szczególnie w dostawach na krótkich dystansach i w trudno dostępnych lokalizacjach [Hejduk i Kardasz, 2015].

Ważnym kierunkiem rozwoju współczesnej logistyki jest również zrównoważony rozwój, obejmujący wdrażanie niskoemisyjnych technologii, rozwój transportu intermodalnego oraz ograniczanie negatywnego wpływu działalności logistycznej na środowisko. Zielona logistyka i zielone łańcuchy dostaw koncentrują się na redukcji emisji, optymalizacji zużycia zasobów oraz wdrażaniu logistyki odwrotnej, umożliwiającej odzysk i recykling produktów [Lew i in., 2016, s. 116; Tokarski, 2024, s. 46-47]. Inwestycje infrastrukturalne, takie jak Centralny Port Komunikacyjny czy rozwój szlaków międzynarodowych, dodatkowo wspierają transformację sektora TSL [Wolak i in., 2019, s. 56-84].

Nowe modele biznesowe w logistyce kształtowane są przez koncepcję Przemysłu 4.0, zakładającą integrację inteligentnych systemów produkcyjnych i logistycznych, automatyzację procesów oraz komunikację maszyn w czasie rzeczywistym. *Smart factory* umożliwia personalizację produkcji, skrócenie czasu realizacji zamówień i precyzyjne planowanie, co wzmacnia konkurencyjność przedsiębiorstw i wspiera realizację celów zrównoważonego rozwoju [Bujak, 2017, s. 1341-1342].

Analizując nowoczesne trendy i innowacje wykorzystywane w logistyce można zauważyć, że obejmują one szeroki zakres technologii i koncepcji, które wspólnie kształtują przyszłość sektora TSL. Cyfryzacja, automatyzacja, robotyzacja, sztuczna inteligencja, *big data* oraz zrównoważony rozwój tworzą zintegrowany ekosystem umożliwiający poprawę skuteczności realizacji procesów logistycznych. Transformacja ta obejmuje wykorzystanie zarówno narzędzi technologicznych, ale również zmiany organizacyjne oraz strategiczne [Kononiuk i Gudanowska, 2020, s. 11-30].

1.2. Automatyzacja – istota i obszary jej zastosowania w logistyce

Automatyzacja jest jednym z kluczowych kierunków rozwoju współczesnej logistyki, umożliwiając realizację procesów w sposób autonomiczny, bez bezpośredniego udziału człowieka. Dzięki niej procesy mogą być realizowane powtarzalnie i bardziej niezawodnie. Obejmuje ona zarówno techniczne aspekty sterowania urządzeniami, jak i integrację systemów cyfrowych. Wdrożenie automatyzacji wymaga jednak uwzględnienia czynników ludzkich oraz odpowiedniej integracji użytkownika z systemem, co stanowi swego rodzaju wyzwanie w kontekście zmiennych warunków pracy [Madakam i in., 2019, s. 3-4]. Warto zauważyć również, że znaczenie automatyzacji w logistyce jest pochodną presji na redukcję kosztów, zwiększenie wydajności oraz minimalizację błędów, co czyni ją jednym z fundamentów transformacji przedsiębiorstw [Ferreira i Reis, 2023, s. 1-3].

W ujęciu ogólnym automatyzacja oznacza zastępowanie pracy człowieka przez maszyny, które samodzielnie wykonują czynności związane ze sterowaniem i kontrolą procesów technologicznych. Może mieć charakter częściowy lub pełny, przy czym pełna automatyzacja zakłada całkowicie samoczynny przebieg procesu bez ingerencji operatora. Jest ona naturalnym etapem rozwoju po mechanizacji, a jej zaawansowaną formą jest robotyzacja, obejmująca zarówno roboty przemysłowe, jak i oprogramowanie automatyzujące procesy informacyjne, takie jak RPA [Jabłoński, 2021, s. 3-4; Sobczak, 2019, s. 87-88]. Współczesne systemy automatyzacji coraz częściej wykorzystują sztuczną inteligencję, uczenie maszynowe oraz narzędzia zarządzania procesami biznesowymi, co pozwala na analizę danych, samodoskonalenie algorytmów i optymalizację działań operacyjnych [Sobczak, 2019, s. 87-88].

Zastosowanie automatyzacji może mieć miejsce tak właściwie we wszystkich obszarach logistyki: od produkcji, poprzez magazynowanie, aż po transport, a także procesy biurowe. W produkcji kluczową rolę odgrywają roboty przemysłowe, coboty oraz systemy zarządzania produkcją (ang. *Manufacturing Execution Systems* – MES), które monitorują i optymalizują przebieg operacji. Transport wewnętrzny wspierają pojazdy AGV (ang. *Automated Guided Vehicles*) i AMR (ang. *Autonomous Mobile Robots*), autonomicznie przemieszczające materiały między stanowiskami pracy [https://wdx.pl, 23.08.2025; Stadnicka i in., 2025]. W magazynach stosuje się systemy AS/RS (ang. *Automated Storage and Retrieval Systems*), regały karuzelowe, *Pallet Shuttle* oraz roboty kompletacyjne, które zwiększają wydajność i redukują koszty operacyjne. Przykładem zaawansowanej automatyzacji są roboty IAM Robotics oraz systemy satelitarne AutoSAT i AutoMAG, umożliwiające masowe składowanie towarów [Trzop, 2020, s. 239-240].

Automatyzacja obejmuje również procesy biurowe, w tym przetwarzanie danych, tworzenie dokumentów i realizację analiz. Szczególne znaczenie mają arkusze kalkulacyjne, które z prostych narzędzi obliczeniowych przekształciły się w zaawansowane platformy analityczne wspierające decyzje logistyczne [Alter, 2008, s.19; Hurley i Balez, 2008, s. 271-280]. Ważnym obszarem jest także *e-procurement*, który usprawnia procesy zakupowe, choć wiąże się z wyzwaniami dotyczącymi bezpieczeństwa danych i zaufania użytkowników [Kenneth i Traver, 2016, s. 348-349].

Kluczową rolę w logistyce odgrywa komunikacja, w tym technologie bezprzewodowe i systemy GPS, które pozwalają na monitorowanie pojazdów, optymalizację tras oraz redukcję kosztów operacyjnych. Rozwój telekomunikacji znacząco zwiększył możliwości koordynacji działań logistycznych, co jest szczególnie istotne w sytuacjach kryzysowych [Krause, 2002, s. 12-13; McCrea, 2008, s. 47-50]. Coraz większe znaczenie ma integracja technologii w ramach Internetu Rzeczy (IoT), platform chmurowych i systemów ERP [https://wdx.pl, 23.08.2025].

Automatyzacja logistyki wiąże się jednak także z wyzwaniami, takimi jak konieczność zmiany zachowań użytkowników, zapewnienie bezpieczeństwa danych oraz przeciwdziałanie oporowi pracowników wobec nowych technologii. Jej skuteczne wdrożenie wymaga świadomego zarządzania zmianą oraz odpowiedniej kultury organizacyjnej [Zambroski, 2006; Murphy i Wood, 2011, s. 71-72].

1.3. *Robotic Process Automation* (RPA)

Istotą technologii *Robotic Process Automation* (RPA) jest wykorzystanie robotów programowych (botów), które naśladują działania człowieka w systemach informatycznych, wykonując powtarzalne, rutynowe zadania. Choć termin RPA pojawił się dopiero w 2012 roku, sama idea automatyzacji, szczególnie w kontekście czynności biurowych, ma znacznie dłuższą historię. RPA w aspekcie odciążenia pracowników umożliwia wykonywanie operacji takich jak kopiowanie danych, logowanie do systemów, przetwarzanie e-maili, obsługa dokumentów czy wykonywanie obliczeń [Kaczmarski, 2020, s. 44-45].

Historia RPA sięga lat 90., kiedy rozwijano narzędzia do automatyzacji testów interfejsów użytkownika. W kolejnych latach pojawiające się technologie *screen scraping*, czy *workflow automation*, a także rozwój sztucznej inteligencji stworzyły fundamenty współczesnej robotyzacji procesów [www.ebsco.com, 25.08.2025]. Przełom nastąpił wraz z powstaniem firm Blue Prism (2001), Automation Anywhere (2003) i UiPath (2005), które ujednoliciły podejście do automatyzacji i wprowadziły termin RPA do praktyki biznesowej [www.blueprism.com, 25.08.2025].

W kolejnych latach RPA zyskało popularność w sektorze outsourcingu procesów biznesowych (ang. *business process outsourcing* – BPO), finansach, ubezpieczeniach i opiece zdrowotnej, gdzie przetwarzanie dużych wolumenów danych sprzyjało automatyzacji. Integracja z technologią optycznego rozpoznawania znaków (ang. *optical character recognition* – OCR) oraz AI umożliwiła automatyzację bardziej złożonych procesów, a rozwój hiperautomatyzacji po 2014 roku doprowadził do powstania kompleksowych ekosystemów automatyzacyjnych obejmujących m.in. funkcje inteligentnego przetwarzania dokumentów (ang. *Intelligent Document Processing* – IDP), chatboty, voiceboty czy *process mining* [wizlink.eu, 25.08.2025].

Współczesne definicje RPA podkreślają jej nieinwazyjność, elastyczność oraz zdolność do pracy na poziomie interfejsu użytkownika. RPA opisywane jest jako technologia umożliwiająca każdemu użytkownikowi konfigurowanie robotów zdolnych do odwzorowania ludzkich działań w systemach cyfrowych [www.uipath.com,

25.08.2025], z możliwością tworzenia botów bez konieczności programowania, czyniąc je „cyfrową siłą roboczą" [www.ibm.com, 25.08.2025]. Wskazuje się również na szczególną przydatność RPA w pracy ze starszymi systemami pozbawionymi API, gdzie boty mogą zastąpić integracje systemowe poprzez symulację działań użytkownika [www.pega.com, 25.08.2025].

Wyróżnia się trzy główne typy RPA: *attended*, *unattended* oraz inteligentną automatyzację procesów (ang. *Intelligent Process Automation* – IPA). *Attended* RPA wspiera pracowników w czasie rzeczywistym, działając jako wirtualny asystent, szczególnie w środowiskach takich jak *call center* [www.automationanywhere.com, 25.08.2025]. *Unattended* RPA automatyzuje procesy bez udziału człowieka, uruchamiając się na podstawie zdarzeń i realizując zadania *end-to-end*. Najbardziej zaawansowaną formą jest IPA, która łączy klasyczne RPA z technologiami sztucznej inteligencji, uczenia maszynowego, NLP czy analizy predykcyjnej, umożliwiając automatyzację procesów wymagających interpretacji danych i podejmowania decyzji [www.techtarget.com, 25.08.2025].

Automatyzacja kognitywna (ang. *cognitive automation*), utożsamiana z generatywną sztuczną inteligencją (ang. *generative artificial intelligence* – GenAI), stanowi kolejny etap rozwoju RPA. Pozwala ona systemom na analizę wzorców, interpretację danych niestrukturalnych oraz adaptacyjne podejmowanie decyzji. Szczególnego znaczenia nabiera to w zarządzaniu łańcuchem dostaw, gdzie GenAI wspiera prognozowanie popytu, optymalizację tras czy kontrolę jakości [Pahune i Rewatkar, 2024, s. 2-5]. Z kolei integracja AI z RPA umożliwia przetwarzanie zarówno danych strukturalnych, jak i niestrukturalnych, co rozszerza zakres możliwych zastosowań [Narojczyk, 2025, s. 154-156].

Korzyści wynikające z wdrożenia RPA obejmują wzrost produktywności, redukcję błędów, poprawę jakości procesów, zwiększenie dostępności usług oraz obniżenie kosztów prowadzenia działalności. Automatyzacja pozwala pracownikom skupić się na zadaniach kreatywnych, zwiększa ich satysfakcję oraz poprawia dobrostan zawodowy [Moreira i in., 2023, s. 249-251; Strömberg, 2018, s. 13-15]. RPA cechuje się niską barierą wejścia, nie wymaga modyfikacji systemów źródłowych i umożliwia szybkie wdrożenie [Lacity i in., 2015, s. 21-35].

Jednocześnie wdrażanie RPA wiąże się z wyzwaniami. Należą do nich obawy pracowników przed utratą pracy, brak wystarczającej wiedzy technologicznej, niejasny podział odpowiedzialności, koszty licencji, brak standaryzacji procesów oraz trudności w identyfikacji procesów nadających się do automatyzacji [Flechsig i in., 2022, s. 7]. Kluczowe znaczenie ma odpowiednie zarządzanie zmianą, komunikacja wewnętrzna oraz przygotowanie organizacji do transformacji cyfrowej.

Analizując najpopularniejsze dostępne rozwiązania można zauważyć, że na rynku dominują platformy UiPath i Blue Prism, które oferują zaawansowane narzędzia do projektowania, wdrażania i zarządzania robotami programowymi. UiPath wyróżnia się intuicyjnością i szybkim wdrożeniem, natomiast Blue Prism jest preferowany przez duże organizacje wymagające wysokiej kontroli i skalowalności [www.xenonstack.com, 28.08.2025].

Przykłady wdrożeń RPA obejmują liczne sektory. W telekomunikacji Airtel i O2 automatyzują obsługę klienta i płatności [Madakam i in., 2019, s. 7-9], w bankowości RPA wspiera procesy kredytowe, KYC (ang. *Know Your Customer*), przeciwdziałanie praniu pieniędzy (ang. *anti-money laundering* – AML), księgowość i obsługę transakcji [automationedge.com, 29.08.2025]. Z kolei w ochronie zdrowia roboty wspierają rejestrację pacjentów i analizę zgłoszeń [www.tungstenautomation.com, 29.08.2025], a w administracji publicznej wdrażane są między innymi w polskich urzędach jako wsparcie cyfryzacji usług [wizlink.eu, 25.08.2025]. W logistyce RPA wspiera zarządzanie przesyłkami, fakturowanie, monitorowanie dostaw i obsługę klienta [www.bitrix24.pl, 19.10.2025; Khan i in., 2022, s. 11057-11059]. Przykładem jest Grupa Raben, która dzięki robotyzacji uwolniła czas pracy odpowiadający ponad 25 etatom, automatyzując planowanie tras, aktualizację danych oraz procesy finansowe [polska.raben-group.com, 19.10.2025]. Podobne rozwiązania stosują Walmart, UPS, FedEx i C.H. Robinson, wykorzystując RPA do analizy danych i optymalizacji łańcucha dostaw [ggsitc.com, 19.10.2025].

2. Metodyka badań i charakterystyka grupy respondentów

Początki metody delfickiej sięgają prac N. Dalkeya i O. Helmera z RAND Corporation, a jej celem jest formułowanie prognoz w sytuacjach braku wystarczających danych empirycznych. Metoda opiera się na uporządkowanym zbieraniu opinii ekspertów, traktowanych jako wiedza pośrednia między naukowym poznaniem a przypuszczeniami, co pozwala osiągnąć konsensus w warunkach niepewności. Jej konstrukcja eliminuje typowe problemy dyskusji grupowych, takie jak dominacja silnych osobowości czy presja środowiskowa [Stone Fish i Busby, 2005, s. 240; Szpilko, 2014, s. 331] oraz może być stosowana zarówno do prognozowania przyszłych zjawisk, jak i analizy procesów bieżących [Sudoł, 2016, s. 69–74].

Skuteczność metody zależy w dużej mierze od właściwego doboru ekspertów reprezentujących różne dziedziny wiedzy, co zapewnia wielostronność ocen i konfrontację odmiennych perspektyw. Efekt końcowy to synteza zintegrowanych opinii ekspertów. Procedura badawcza obejmuje zwykle cztery fazy: koncepcyjną, przygotowawczą, iteracyjną oraz końcową. W fazie koncepcyjnej definiuje się problem

badawczy, cele, hipotezy oraz narzędzia, w tym kwestionariusz ekspercki. Etap przygotowawczy obejmuje dobór ekspertów, ustalenie zasad współpracy i organizację procesu. Faza iteracyjna polega na wielokrotnym zbieraniu opinii, analizie wyników i przekazywaniu informacji zwrotnej, co prowadzi do stopniowego zbliżania stanowisk. W fazie końcowej opracowuje się wyniki, formułuje wnioski i przeprowadza ewaluację procedury [Sudoł, 2016, s. 69–74; Ejdys i in., 2025, 1077; Ejdys i in., 2023, s. 7].

Metoda delficka wspiera podejmowanie decyzji i znajduje szerokie zastosowanie w naukach o zarządzaniu, w obszarach takich jak prognozowanie rynkowe, analiza rozwoju przedsiębiorstw, zarządzanie procesowe, zasobowe i funkcjonalne, zarządzanie ryzykiem, produkcją czy zmianami organizacyjnymi. Zastosowanie metody umożliwia identyfikację trendów, ocenę czynników rozwojowych oraz formułowanie rekomendacji [Matejun, 2012, s. 179–180].

Do głównych zalet metody należą: możliwość integracji wiedzy ekspertów, ograniczenie wpływu presji grupowej dzięki anonimowości, wieloetapowość procesu oraz uzyskiwanie pogłębionych, wieloaspektowych opinii. Ograniczenia dotyczą natomiast czasochłonności, kosztów, ryzyka subiektywności ocen oraz trudności w doborze odpowiednich ekspertów [Matejun, 2012, s. 179–180].

Warto podkreślić, że choć metoda delficka najczęściej opiera się na dwóch rundach konsultacji, w literaturze można znaleźć liczne przykłady odmiennych wariantów jej realizacji. W badaniu prezentowanym w artykule ze względu na ograniczoną liczbę ekspertów oraz dostepne okno czasowe na realizację badania odstąpiono od przeprowadzenia drugiej tury. W przedstawionym podejściu zastosowano zatem procedurę badawczą (rys.1) obejmującą sześć etapów i ograniczoną do jednej rundy, służącą ocenie możliwości rozwoju RPA w logistyce.

Podczas badania wykorzystano dane z dużego przedsiębiorstwa logistycznego obsługującego transport, magazynowanie i dystrybucję. Podmiot ten został wybrany ze względu na silną pozycję rynkową, wysoki stopień zaawansowania technologicznego oraz aktywne uczestnictwo w procesach cyfryzacji operacji logistycznych, co czyniło go reprezentatywnym przykładem dużych podmiotów logistycznych w Polsce. Opinie dotyczące wdrożenia RPA zebrano od menedżerów, kierowników operacyjnych i administracyjnych oraz specjalistów ds. procesów i automatyzacji. Narzędziem badawczym stał się elektroniczny formularz ankiety udostępniony respondentom przez Internet. Ankieta została opracowana zgodnie z założeniami metody delfickiej.

Na pierwszym etapie opracowanego postępowania badawczego przygotowano osiem tez delfickich dotyczących możliwości wdrożenia technologii RPA w branży logistycznej (tab. 1), jak również listę barier i czynników sprzyjających realizacji

tez. Opracowanie wskazanych na tym etapie rezultatów było możliwe w wyniku analizy i porządkowania treści publikacji poświęconych automatyzacji procesów i innowacjom technologicznym w logistyce (m. in. [Narojczyk, 2025], [Taulli, 2020], [www.uipath.com, 25.08.2025], [www.blueprism.com, 25.08.2025]), jak również dzięki poczynionym obserwacjom funkcjonowania procesów logistycznych w przedsiębiorstwach.



Rys. 1. Przyjęta metodyka badawcza

Źródło: opracowanie własne.

Etap drugi polegał na opracowaniu kwestionariusza ankiety delfickiej w formie elektronicznej. Ocena każdej tezy została zaplanowana jako odpowiedź na jednolity zestaw pytań dotyczących jej istotności, przewidywanego czasu realizacji oraz czynników ułatwiających bądź barier utrudniających jej wdrożenie. Czynniki oraz bariery obejmowały te same sformułowania w przypadku każdej z ocenianych tez.

Trzeci etap objemował dobór ekspertów z branży logistycznej, reprezentujących różne obszary działalności przedsiębiorstw, takich jak zarządzanie łańcuchem dostaw, magazynowanie, planowanie transportu i integrację systemów IT. Dobór miał charakter celowy. Przed rozpoczęciem badania ekspertom przedstawiono harmonogram, zasady komunikacji oraz cel ankiety, podkreślając jej anonimowość.

W czwartym etapie przeprowadzono pierwszą i jedyną turę badania delfickiego, udostępniając ekspertom elektroniczny kwestionariusz.

Tab. 1. Opracowane tezy delfickie

Numer tezy	Nazwa tezy
Teza 1	Wdrażanie rozwiązań z zakresu RPA w celu automatyzacji powtarzalnych procesów operacyjnych stanie się standardem w branży logistycznej.
Teza 2	Zastosowanie RPA w zarządzaniu łańcuchem dostaw znacznie obniży koszty operacyjne oraz poprawi precyzję realizacji zleceń logistycznych.
Teza 3	W wyniku wdrożenia rozwiązań z zakresu RPA do zadań powtarzalnych w branży logistycznej bardziej pożądane w odniesieniu do pracowników staną się kompetencje z obszaru analizy danych i zarządzania wyjątkami.
Teza 4	Wykorzystanie RPA oraz AI w branży logistycznej umożliwi dynamiczne planowanie tras, prognozowanie popytu i optymalizację zapasów.
Teza 5	Postępująca automatyzacja procesów logistycznych wymusi rozwój w zakresie integracji RPA z systemami klasy ERP, WMS i SCM.
Teza 6	W dużych przedsiębiorstwach logistycznych wdrażana będzie hiperautomatyzacja.
Teza 7	Równoczesne zastosowanie Big Data, RPA i AI w logistyce umożliwi predykcyjne zarządzanie zapasami, optymalizację tras transportowych oraz poprawi szybkość reakcji przedsiębiorstw logistycznych na zmiany rynkowe.
Teza 8	Automatyzacja procesów magazynowych przy wykorzystaniu robotów AGV, systemów AS/RS i zaawansowanych systemów WMS istotnie poprawi wydajność i zredukuje liczbę błędów operacyjnych popełnianych w centrach logistycznych.

Źródło: opracowanie własne.

Piąty etap wiązał się z opracowaniem wyników oraz przygotowaniem zestawień graficznych (obrazujących odsetek wskazanych odpowiedzi w kontekście każdej z tez i zestawień zbiorczych). Na etapie tym wyznaczono również wskaźniki istotności (WI) w celu bardziej precyzyjnego określenia istotności poszczególnych tez dla rozwoju logistyki według wzoru [Breńko i Kononiuk, 2012, s. 89]:

$$WI = \frac{nBI * 100 + nI * 75 + nRI * 50 + nMI * 25 + nNI * 0}{\mathrm{n}} \quad (1)$$

gdzie:

nBI- liczba odpowiedzi „bardzo wysokie znaczenie”,
nI- liczba odpowiedzi „wysokie znaczenie”,
nRI- liczba odpowiedzi „średnie znaczenie”,
nMI- liczba odpowiedzi „niskie znaczenie”,
nNI- liczba odpowiedzi „bardzo niskie znaczenie”,
n- liczba wszystkich odpowiedzi.

Wskaźnik ten przyjmuje wartości od 0 do 100, a dana teza jest tym bardziej istotna dla rozwoju logistyki im wskaźnik jest bliższy 100.

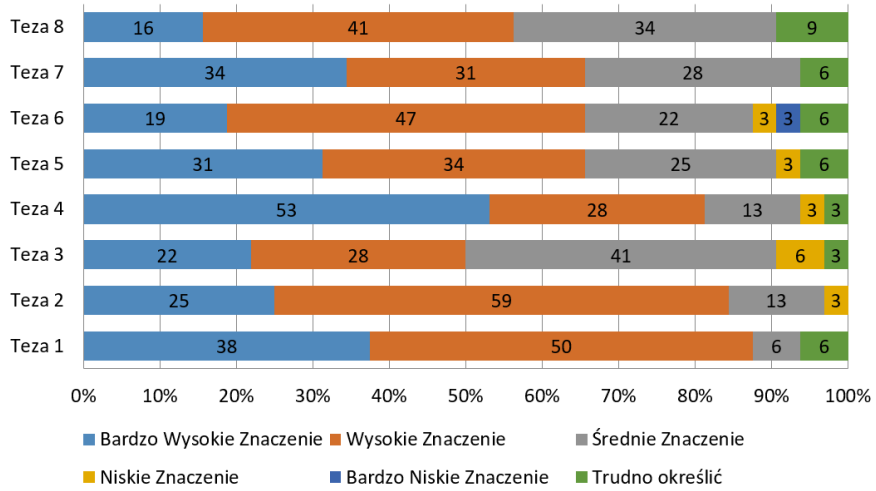
Etap szósty objemował sformułowanie końcowych wniosków i rekomendacji dotyczących wdrażania technologii RPA w logistyce.

Badanie zostało przeprowadzone w październiku 2025 i objęło 32 osoby zatrudnione w przedsiębiorstwie logistycznym. Przebadana grupa była stosunkowo zrównoważona pod względem płci: 16 osób stanowiły kobiety (50%), 15 osób mężczyźni (46,9%), natomiast jedna osoba (3,1%) nie podała płci. Większość uczestników badania stanowiły osoby poniżej 25 lat (31,3%) oraz 26-35 lat (40,6%), natomiast osoby w wieku 36-45 lat 21,9%, zaś w przedziale 45-54 lat 6,3%. W badaniu nie uczestniczyły osoby powyżej 55 roku życia. Widoczna jest dominacja młodszych pracowników, zatem grupa poddana badaniu okazała się grupą skoncentrowaną na młodszych wiekowo ekspertach. Analizując zajmowane stanowisko można było zauważyć, że największą grupę stanowili specjaliści ds. logistyki, było to 11 osób (34,4%). Pozostali reprezentanci obejmowali stanowiska: specjalista ds. obsługi klienta – 7 osób (21,9%), stanowisko kierownicze/menedżerskie – 5 osób (15,6%), specjalista ds. sprzedaży – 3 osoby (9,4%) oraz inne stanowiska – 6 osób (18,7%). Z kolei biorąc pod uwagę staż pracy w branży logistycznej to największą grupę stanowili pracownicy z doświadczeniem od 1 do 3 lat, było to 15 osób (46,9%), natomiast najmniejszą grupę osoby pracujące mniej niż rok (6,3%).

3. Wyniki badań

Pierwsza część przerowadzonego badania dotyczyła oceny istotności poszczególnych tez. Na rys. 2 przedstawiono wyniki zbiorcze w tym zakresie, z kolei w tab. 2 porównanie wskaźników istotności wyznaczonych wedle wzoru (1) dla poszczególnych tez. Większość analizowanych tez została oceniona jako stwierdzenia o średnim, wysokim lub bardzo wysokim znaczeniu. Odpowiedzi wskazujące na niskie bądź bardzo niskie znaczenie pojawiały się sporadycznie. Najwyżej oceniono tezę 4, dotyczącą wykorzystania RPA i AI w dynamicznym planowaniu tras, prognozowaniu popytu i optymalizacji zapasów – ponad połowa (53%) ekspertów uznało ją za tezę o bardzo wysokim znaczeniu, a 28% o wysokim znaczeniu, co pozwala na wskazanie jej jako kierunku o strategicznym znaczeniu; teza ta osiągnęła również najwyższy wskaźnik istotności (83,87). Wysokie oceny uzyskała także teza 1 (sumarycznie 88% ekspertów uznało ją za teze o wysokim lub bardzo wysokim znaczeniu), odnosząca się do automatyzacji powtarzalnych procesów operacyjnych (również drugi najwyższy wskaźnik istotności – 83,33). Za wysoko ocenione można uznać również tezę 7, dotycząca równoczesnego zastosowania Big Data, RPA i AI w predykcyjnym zarządzaniu zapasami i optymalizacji tras (wskaźnik na poziomie 76,67), a także tezę 2, wskazująca

na możliwość obniżenia kosztów operacyjnych i poprawę precyzji realizacji zleceń dzięki RPA (wskaźnik istotności – 76,56). Nieco niżej oceniono tezę 5, dotyczącą integracji RPA z systemami ERP, WMS i SCM (wartość wskaźnika istotności to 75), oraz tezę 6, odnoszącą się do wdrażania hiperautomatyzacji w dużych przedsiębiorstwach logistycznych (wskaźnik równy 70). Najniższe znaczenie przypisano tezie 3, dotyczącej zmian kompetencji pracowników po wdrożeniu RPA (wskaźnik na poziomie 66,94), oraz tezie 8, odnoszącej się do automatyzacji procesów magazynowych z wykorzystaniem robotów AGV i systemów AS/RS (wskaźnik równy 69,83), które jednocześnie uzyskały największy odsetek wskazań średniego znaczenia – odpowiednio 41% i 34% ekspertów.



Rys. 2. Zestawienie zbiorcze opinii ekspertów na temat znaczenia tez dla rozwoju branży logistyczne

Źródło: opracowanie własne.

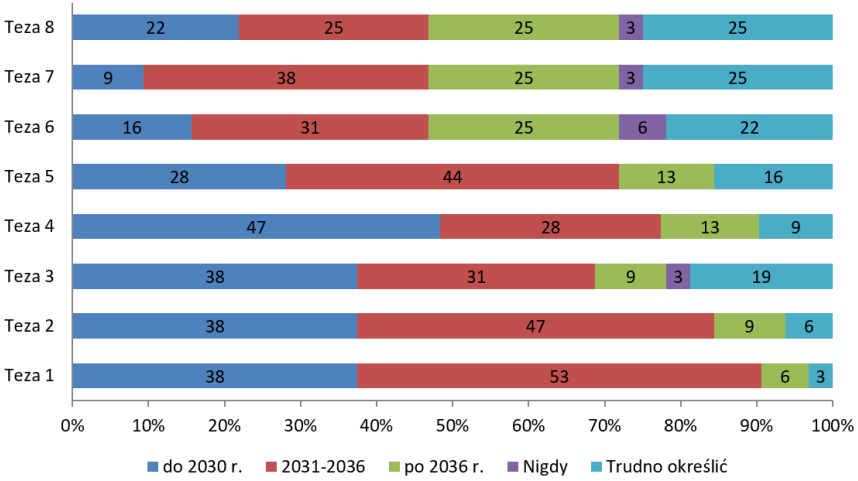
Tab. 2. Wskaźniki istotności (WI) poszczególnych tez dla rozwoju branży logistycznej

TEZA	**Teza 1**	Teza 2	Teza 3	**Teza 4**	Teza 5	Teza 6	Teza 7	Teza 8
WI	**83,33**	76,56	66,94	**83,87**	75	70	76,67	69,83

Źródło: opracowanie własne.

Część druga badania objemowała analizę opinii ekspertów dotyczących czasu realizacji tez w zakresie wdrażania technologii RPA w branży logistycznej. Zbiorcze zestwienie przewidywanego tempa wdrażania poszczególnych tez zaprezentowano na rys. 3. Respondenci przewidywali, że automatyzacja procesów logistycznych

będzie intensywnie rozwijać się głównie w nadchodzącej dekadzie. Najwięcej wskazań dla najkrótszego horyzontu czasowego – realizacji do 2030 roku – uzyskała teza 4, dotycząca wykorzystania RPA i AI do dynamicznego planowania tras, prognozowania popytu i optymalizacji zapasów, co sugeruje, że właśnie w tych obszarach eksperci spodziewają się najszybszych wdrożeń. Wysokie prawdopodobieństwo realizacji do 2030 roku odnotowano również dla tez 1, 2 i 3, odnoszących się odpowiednio do upowszechnienia RPA jako standardu w logistyce, redukcji kosztów operacyjnych i poprawy precyzji działań dzięki automatyzacji oraz wzrostu znaczenia kompetencji analitycznych u pracowników. Natomiast w perspektywie po 2036 roku najczęściej wskazywano tezy 6, 7 i 8, dotyczące hiperautomatyzacji, zaawansowanego wykorzystania Big Data, RPA i AI w predykcyjnym zarządzaniu zapasami oraz automatyzacji magazynów z użyciem AGV i AS/RS. Wysoki odsetek wskazań w kategorii oznaczającej dalszą perspektywę czasową ewentualnej realizacji tych właśnie tez sugeruje, że eksperci postrzegać mogą procesy, których dotyczą tezy jako bardziej skomplikowane technologicznie i wymagające większej dojrzałości organizacyjnej oraz nakładów inwestycyjnych. W całej ocenianej grupie tez zauważalny był też brak dominujących odpowiedzi „nigdy", co wskazywać może na przekonanie ekspertów o nieuchronnym kierunku rozwoju logistyki opartej na automatyzacji i cyfryzacji. Największa niepewność dotyczyła tez wymagających najbardziej zaawansowanych technologii (6, 7 i 8), co potwierdza wysoki odsetek odpowiedzi „trudno określić" w ich przypadku.



Rys. 3. Zestawienie zbiorcze opinii ekspertów na temat horyzontu czasowego realizacji poszczególnych tez związanych z wdrożeniem technologii RPA w branży logistycznej

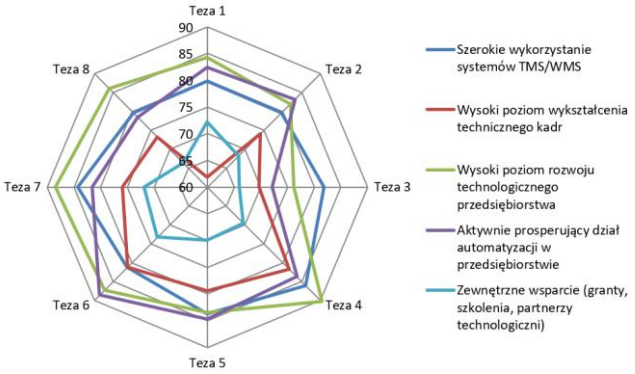
Źródło: opracowanie własne.

Na potrzeby badania sporządzono również listę czynników, które mogą sprzyjać realizacji tez. Stopień ich oddziaływania został oceniony w odniesieniu do każdej z tez, zaś na bazie ocen eksperckich wyznaczono oraz porównano uzyskane wartości wskaźników istotności (według wzoru 1). W tab. 3 widoczna jest zarówno lista ocenianych czynników (drugi wiersz tabeli), jak również wartości WI w odniesieniu do każdej z tez delfickich analizowanych w badaniu. Dla czytelniejszego porównania wyliczonych wskaźników przedstawiono je także w formie wykresu radarowego (rys. 4).

Tab. 3. Wskaźniki istotności (WI) poszczególnych czynników sprzyjających realizacji tez

TEZY	CZYNNIKI SPRZYJAJĄCE REALIZACJI TEZ				
	Szerokie wykorzystanie systemów TMS/WMS	Wysoki poziom wykształcenia technicznego kadr	Wysoki poziom rozwoju technologicznego przedsiębiorstwa	Aktywnie prosperujący dział automatyzacji w przedsiębiorstwie	Zewnętrzne wsparcie (granty, szkolenia, partnerzy technologiczni)
Teza 1	79,85	61,82	84,23	82,35	72,14
Teza 2	79,59	74,08	81,97	83,23	68,18
Teza 3	81,78	69,61	76,13	72,13	66,02
Teza 4	86,03	81,68	90,29	83,68	69,53
Teza 5	83,67	79,43	83,43	84,68	69,92
Teza 6	81,25	81,13	87,3	88,55	73,25
Teza 7	84,33	75,93	88,48	81,53	71,85
Teza 8	79,62	73,28	86,05	78,53	66,43

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 4. Porównanie odziaływania poszczególnych czynników na realizację wszystkich tez

Źródło: opracowanie własne.

Respondenci uznali, że najważniejszym czynnikiem sprzyjającym realizacji tez i wdrażaniu RPA w logistyce jest wysoki poziom rozwoju technologicznego przedsiębiorstwa, który we wszystkich przypadkach osiągnął jedne z najwyższych ocen. Silne wsparcie stanowią także aktywnie funkcjonujący dział automatyzacji oraz szerokie wykorzystanie systemów TMS/WMS. Nieco mniejsze znaczenie przypisano wysokiemu poziomowi wykształcenia kadr, natomiast najsłabiej oddziałującym czynnikiem okazało się zewnętrzne wsparcie, takie jak granty czy szkolenia.

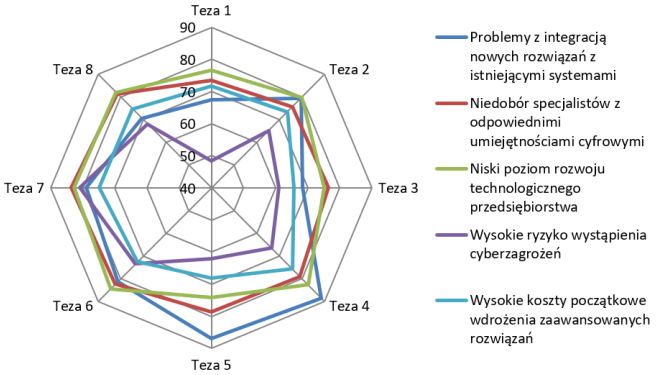
Ostatnia część przeprowadzonego badania dotyczyła barier wdrożenia technologii RPA w branży logistycznej. Analogicznie jak w przypadku czynników, tak i w przypadku barier wyznaczono wskaźniki znaczenia poszczególnych barier dla realizacji każdej z tez (tab. 4) oraz porównano ich poziom na wykresie (rys.5).

Tab. 4. Wskaźniki istotności (WI) poszczególnych barier utrudniających realizacji tez

TEZY	BARIERY UTRUDNIAJĄCE REALIZACJĘ TEZ				
	Problemy z integracją nowych rozwiązań z istniejącymi systemami	**Niedobór specjalistów z odpowiednimi umiejętnościami cyfrowymi**	**Niski poziom rozwoju technologicznego przedsiębiorstwa**	**Wysokie ryzyko wystąpienia cyberzagrożeń**	**Wysokie koszty początkowe wdrożenia zaawansowanych rozwiązań**
Teza 1	67,41	73,4	76,63	48,33	71,69
Teza 2	79,45	75,69	79,8	65,16	73,48
Teza 3	68,31	76,44	75,1	60,93	65,65
Teza 4	88,48	78,95	82,58	66,45	75,77
Teza 5	86,88	78,63	74,05	62,16	67,98
Teza 6	81,25	82,27	84,36	73,43	72,57
Teza 7	78,99	83,59	82,77	81,06	74,99
Teza 8	70,55	81,4	82,03	68,09	74,68

Źródło: opracowanie własne.

Eksperci uznali, że największą barierą utrudniającą realizację tez i wdrażanie RPA w logistyce jest niski poziom rozwoju technologicznego przedsiębiorstw, który we wszystkich przypadkach osiągnął jedne z najwyższych ocen. Istotnymi przeszkodami okazały się także problemy z integracją nowych rozwiązań z istniejącymi systemami IT oraz niedobór specjalistów o odpowiednich kompetencjach cyfrowych. Za najsłabiej oddziałujące bariery uznano natomiast ryzyko cyberzagrożeń oraz wysokie koszty początkowe wdrożeń.



Rys. 4. Porównanie odziaływania poszczególnych barier na realizację wszystkich tez

Źródło: opracowanie własne.

4. Dyskusja wyników

Zastosowanie RPA w przedsiębiorstwach logistycznych według analiz przedstawianych w literaturze może przyczyniać się do skrócenia czasu realizacji zamówień, powodować zmniejszenie liczby błędów w dokumentacji transportowej, redukcję kosztów ponoszonych przez przedsiębiorstwo, a także pozwalać pracownikom na koncentrację na zadaniach wymagających analizy i podejmowania decyzji [Perchela, 2019, s. 209-213].

Badania Brzezińskiego oparte na studium przypadku w firmie produkcyjno-logistycznej pokazały, że wdrożenie RPA w obszarach obsługi zamówień, przyjęć magazynowych i dokumentacji transportowej znacząco przyspieszyło realizację procesów oraz ograniczyło liczbę błędów wynikających z ręcznego wprowadzania danych. Autor podkreślił jednak, że skuteczność robotyzacji zależy przede wszystkim od przygotowania organizacji, kompetencji cyfrowych pracowników i odpowiedniej integracji z systemami ERP [Brzeziński, 2022, s. 310-314].

W literaturze można znaleźć także przykłady wykorzystania metody delfickiej do prognozowania rozwoju technologii logistycznych, w tym badanie Escherle, Darlagiannisa i Sprunga dotyczące niemieckiego rynku transportu towarowego i perspektywy wdrożenia ciężarówek SAE L4 do 2030 roku. Autorzy przeprowadzili konsultacje z ekspertami z branży motoryzacyjnej, logistycznej, konsultingu i środowiska akademickiego, formułując 19 prognoz dotyczących przyszłego otoczenia logistycznego. Eksperci przewidywali, że rozwój logistyki będzie napędzany digitalizacją, elektryfikacją transportu, zrównoważonym rozwojem oraz rosnącą rolą

usług cyfrowych, choć nadal istnieją poważne bariery związane z infrastrukturą, automatyzacją operacji i interoperacyjnością systemów. Badanie pokazuje, że mimo gotowości technologii autonomicznych ciężarówek, pełna integracja logistyki zautomatyzowanej do 2030 roku pozostaje mało prawdopodobna i zależy od szerszego otoczenia procesowego i infrastrukturalnego [Escherle i in., 2023, s. 5-17].

Przeprowadzone i przedstawione w niniejszym artykule badania potwierdziły, że technologia RPA stanowi jeden z kluczowych kierunków rozwoju współczesnej logistyki. W swojej ocenie eksperci uznali, że największy wpływ na rozwój logistyki mają tezy związane z wykorzystaniem RPA i AI do automatyzacji procesów oraz optymalizacji działań operacyjnych, podczas gdy aspekty związane z robotyzacją magazynów oraz zmianami w kompetencjach pracowników mają relatywnie mniejsze znaczenie. Uzyskane wyniki jednoznacznie wskazują, że rozwój sektora logistycznego w najbliższych latach będzie silnie powiązany z procesem cyfryzacji i integracji technologii analitycznych z rozwiązaniami automatyzującymi procesy operacyjne. Jednak warto zauważyć, że pełna transformacja cyfrowa przedsiębiorstw logistycznych wymagać będzie nie tylko odpowiedniego poziomu dojrzałości technologicznej, ale również stopniowego dojrzewania kompetencji organizacyjnych i technicznych.

Podsumowanie

Analiza wyników badania wskazuje, że eksperci bardzo wysoko ocenili znaczenie wszystkich przedstawionych tez, co jednoznacznie potwierdza silną wiarę w potencjał RPA jako motoru rozwoju logistyki. Największą wagę przypisano rozwiązaniom opartym na RPA i AI w obszarze dynamicznego planowania tras, prognozowania popytu i optymalizacji zapasów oraz automatyzacji powtarzalnych procesów operacyjnych, które eksperci postrzegają jako kluczowe kierunki transformacji branży w nadchodzących latach. Wysoko oceniono również tezy dotyczące integracji RPA z systemami ERP, WMS i SCM oraz łączenia RPA, AI i Big Data w zarządzaniu zapasami i transportem. Obszary te można uznać za najbardziej prawdopodobne i perspektywiczne kierunki rozwoju nowoczesnych, zautomatyzowanych procesów logistycznych.

Eksperci biorący udział w badaniu przewidywali, że pierwsze efekty wdrożeń RPA w logistyce będą widoczne do 2030 roku, zwłaszcza w zakresie automatyzacji procesów i wykorzystania sztucznej inteligencji w planowaniu operacyjnym. Największy rozwój technologiczny przypadnie jednak na lata 2031–2036, natomiast pełna transformacja obejmująca hiperautomatyzację i integrację z zaawansowanymi systemami analitycznymi nastąpi dopiero po 2036 roku.

Powodzenie wdrożeń zależeć będzie przede wszystkim od gotowości technologicznej organizacji oraz posiadania wewnętrznych struktur wspierających innowacje. Znaczenie, choć mniejsze, miały również kompetencje techniczne kadry pracowniczej oraz zewnętrzne formy wsparcia – granty, szkolenia i partnerstwa z instytucjami badawczymi. Wskazuje to na konieczność równoległego rozwoju zarówno infrastruktury technicznej, jak i kapitału ludzkiego. Z kolei najistotniejszymi barierami w skutecznej implementacji technologii RPA w logistyce są niedobór wykwalifikowanej kadry oraz niewystarczająca infrastruktura technologiczna, a także problemy z integracją nowych technologii do funkcjonujących już systemów, podczas gdy bariery ekonomiczne i związane z ryzykiem cyberzagrożeń, choć istotne, mają mniejsze znaczenie.

W opinii respondentów przedsiębiorstwa logistyczne dysponują znacznym potencjałem do wdrażania RPA, jednak jego wykorzystanie zależy od jednoczesnego pokonania barier technologicznych, integracyjnych i kompetencyjnych. Skuteczne wdrożenie wymaga strategicznego podejścia obejmującego modernizację kluczowych systemów, tworzenie warstw integracyjnych zapewniających stabilną współpracę robotów z systemami WMS i ERP oraz rozwój kompetencji pracowników poprzez centra doskonałości, szkolenia i współpracę z instytucjami zewnętrznymi. Przyszłe projekty wdrażania RPA powinny być realizowane etapowo, zaczynając od pilotaży, co pozwoliłoby ocenić opłacalność i ograniczyć ryzyko techniczne, finansowe i operacyjne. Takie podejście – łączące rozwój infrastruktury z budowaniem kompetencji – umożliwiłoby bezpieczne i efektywne wdrażanie automatyzacji, wzmacniając przewagę operacyjną firm, ich odporność na zagrożenia cyfrowe oraz konkurencyjność rynkową.

Z perspektywy badawczej istotne jest kontynuowanie analiz empirycznych w różnych typach przedsiębiorstw, od małych operatorów po duże centra dystrybucyjne, co pozwoliłoby na bardziej kompleksowe zrozumienie zjawiska automatyzacji i wzmocnienie roli RPA jako kluczowego narzędzia transformacji sektora logistycznego.

ORCID iD

Alicja E. Gudanowska: https://orcid.org/0000-0003-3850-7176

Literatura

1. Alter S. (2008), *Defining information systems as work systems:implications for the IS field*, European Journal of Information Systems 17, s. 448-469.
2. Automation Anywhere, https://www.automationanywhere.com [25.08.2025].
3. AutomationEdge, https://automationedge.com [29.08.2025].
4. Barcik R., Kubański M. (2011), *Technologie wspomagające zarządzanie łańcuchem dostaw*, Logistyka 4, pp. 80-87.
5. Bitrix24, https://www.bitrix24.pl [19.10.2025].
6. BluePrism, https://www.blueprism.com [25.08.2025].
7. Breńko A., Kononiuk A. (2021), *Zastosowanie metody delfickiej do oceny możliwości wdrożenia innowacyjnych rozwiązań Przemysłu 4.0 w obszarze logistyki na przykładzie przedsiębiorstwa produkcyjno-usługowego*, Akademia Zarządzania 5(1), pp. 75-99.
8. Brzeziński Ł. (2022), *Robotic Process Automation in Logistics – A Case Study of a Production Company,* European Research Studies Journal 25(2B), pp. 307-315.
9. Bujak A. (2017), *Rewolucja przemysłowa 4.0 i jej wpływ na logistykę XI wieku*, Logistyka 6, pp. 1338-1344.
10. Dobrzański G. (2016), *Wykorzystanie robotów w procesach logistycznych*, Zeszyty naukowe Politechniki Śląskiej 99, pp. 77-88.
11. EBSCO, www.ebsco.com [25.08.2025].
12. Ejdys J., Czerewacz-Filipowicz K., Halicka K., Kononiuk A., Magruk A., Siderska J., Szpilko D. (2023), *A preparedness plan for Europe: Addressing food, energy and technological security*, European Parliamentary Research Service, European Union, Brussels.
13. Ejdys J., Garwolińska M., Lăzăroiu G., Nica E., di Pietro F., Poskrobko T., Szpilko D. (2025), *Should we be wary of using artificial intelligence-based big data management in social research?* Journal of Business Economics and Management, 26(5), pp. 1071–1089.
14. Escherle S., Darlagiannis E., Sprung A. (2023), *Automated Trucks and the Future of Logistics – A Delphi-Based Scenario Study*, Logistics Research 16(1).
15. Ferreira F., Reis J. (2023), *A Systematic Literature Review on the Application of Automation in Logistics*, Logistics 7/4.
16. Ficoń K., Krasnodębski G. (2016), *Cztery generacje logistycznych systemów informatycznych. Geneza, aplikacje, trendy*, Systemy Logistyczne Wojsk 44, pp. 63-82.
17. Flechsig C., Anslinger F., Lasch R. (2022), *Robotic Process Automation in purchasing and supply management: a multiple case study on potentials, barriers, and implementation*, Journal of Purchasing and Supply Management 28(1).
18. GGSITC, https://ggsitc.com [19.10.2025].

19. Hejduk I., Kardasz A. (2015), *Bezzałogowe statki latające w usługach kurierskich*, „Otwarta innowacja" 4, dostęp online: https://openin.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=104:bezzalogowe-statki-latajace-w-uslugach-kurierskich [20.08.2025].
20. Hurley J., Balez R. (2008), *A Spreadsheet Implementation of an Ammunition Requirements Model for the Canadian Army*, Interfaces 8/4, pp. 271-280.
21. IBM, https://www.ibm.com [25.08.2025].
22. Jabłoński M. (2021), *Bariery i zakres automatyzacji z perspektywy treści pracy*, Przegląd Organizacji 3(974), pp. 3-11.
23. Jóźwiak J., Świderski P. (2017), *Algorytmy sztucznej inteligencji w logistyce*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport 117, pp. 97-108.
24. Kaczmarski, M. (2020), *Robotic Process Automation, czyli automatyzacja modeli decyzyjnych z wykorzystaniem botów. Perspektywy i obawy na przykładzie zastosowań w branży farmaceutycznej*, Studia i Prace Kolegium Zarządzania i Finansów 179, pp. 43-56.
25. Kenneth C., Traver L. (2016), *E-commerce: business, technology, society*, Pearson, Harlow.
26. Khan S., Uygun H., Tailor R. K., Gujrati R. (2022), *Application of robotic process automation (RPA) for supply chain management, smart transportation and logistics*, International Journal of Health Sciences 6(S3), s. 11051–11066.
27. Kononiuk A. (red.), Gudanowska A. (red.) (2020), *Uwarunkowania ucyfrowienia procesów produkcji i wzrostu kompetencji cyfrowych społeczeństwa*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok.
28. Krause S. K. (2002), *FedEx's 9-11 Response*, Traffic World September.
29. Lacity M., Willcocks L., Craig A. (2015), *Robotic Process Automation at Telefónica O2*, The Outsourcing Unit Working Research Paper Series 15/02.
30. Legito (2023), *Examining the Effects of Robotic Process Automation on Operational Efficiency and Business Process Optimization (Literature Study)*, West Science Interdisciplinary Studies 1/6, pp. 84-93.
31. Lew A., Chew B., Hamid S. (2016), *Green logistics implementation factors: A study on a global logistics provider*, Journal of Advanced Manufacturing Technology 112/1, pp. 115-128.
32. Madakam S., Holmukhe R. M., Jaiswal D. K. (2019), *The Future Digital Work Force: Robotic Process Automation (RPA)*, Journal of Information Systems and Technology Management 16.
33. Majewski J. (2008), *Informatyka dla logistyki*, INST Logistyki, Poznań.

34. Matejun M. (2012), *Metoda delficka w naukach o zarządzaniu*, w: Kuczmera-Ludwiczyńska E. (red.), *Zarządzanie w regionie. Teoria i praktyka*, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa, s. 173-182.
35. McCrea B. (2008), *The Golden Age of Wireless*, Logistics Management 47/10, pp. 47-50.
36. Moreira S., Mamede H. S., Santos A. (2023), *Process automation using RPA – a literature review*, Procedia Computer Science 219, pp. 244-254.
37. Murphy Jr. P. R., Wood D. F. (2011), *Nowoczesna logistyka*, Wydawnictwo Helion, Gliwice.
38. Narojczyk S. (2025), *Nowe modne w rozwoju*, w: Narojczyk S., Nowak D., Remlein F., Romanchuk K., *Przedsiębiorstwa w erze globalnych kryzysów i przemian technologicznych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań, s. 132-160.
39. Neumann T. (2018), *Perspektywy wykorzystania pojazdów autonomicznych w transporcie drogowym w Polsce*, Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe 12, pp. 787-794.
40. Pahune S., Rewatkar N. (2024), *Cognitive Automation in the Supply Chain: Unleashing the Power of RPA vs. GEN AI*, preprint, DOI: 10.13140/RG.2.2.22528.85761.
41. Pega, https://www.pega.com [25.08.2025].
42. Perchela A. K. (2019), *Revolutionizing Supply Chains – Exploring the Potential of RPA in Logistics*, Journal of Scientific and Engineering Research 6(9), pp. 209-213.
43. Przybylska E. (2018), *Trendy wpływające na rozwój innowacji produktowych i procesowych w branży TSL*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Organizacja i Zarządzanie 121, pp. 421-432.
44. Raben Group, https://polska.raben-group.com [19.10.2025].
45. Sobczak A. (2019), *Developing a Robotic Process Automation Management Model*, Business Informatics 2(52), pp. 85-100.
46. Stadnicka D., Kononiuk A., Gudanowska A., Siderska J. (2025), *Innowacyjne technologie wspierające integrację i aktywność zawodową osób z niepełnosprawnościami w przemyśle produkcyjnym*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok.
47. Stone Fish L., Busby D. M. (2005), *The Delphi Method*, w: Sprenkle D. H. (red.), Piercy F. P. (red.), *Research Methods in Family Therapy*, The Guilford Press, New York, s. 238-253.
48. Strömberg K. (2018), *Robotic Process Automation of office work: benefits, challenges and capability development*, Master's Thesis, Aalto University School of Business Accounting, Espoo 2018.
49. Sudoł S. (2016), *Delficka metoda badawcza*, Zarządzanie. Teoria i Praktyka 3, pp. 69-74.

50. Szpilko D. (2014), *The use of Delphi method in the process of building a tourism development strategy in the region*, Ekonomia i Zarządzanie, 6(4), pp. 329-346.
51. Taulli T. (2020), *The Robotic Process Automation Handbook*, Apress, Monrovia USA.
52. TechTarget, https://www.techtarget.com [25.08.2025].
53. Tokarski D., Górniak-Krupińska J., Bielecki M. (2024), *Determinanty logistyki w dobie zrównoważonego rozwoju przedsiębiorstw*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
54. Torbacki W. (2018), *Transformacja logistyki w dobie koncepcji Przemysł 4.0*, Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe 220/6, pp. 751–755.
55. Trzop A. (2020), Przegląd rozwiązań z zakresu Przemysłu 4.0 stosowanych w obszarze logistyki, Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. Organizacja i Zarządzanie 81, pp. 233-247.
56. Tungsten Automation, https://www.tungstenautomation.com [29.08.2025].
57. UiPath, https://www.uipath.com [25.08.2025].
58. WDX, https://wdx.pl [23.08.2025].
59. Wizlink, https://wizlink.eu [25.08.2025].
60. Wolak M., Lysionok A., Kosturek B., Wiśniewski J., Wawryszuk B., Kawa A., Davidson R., Maćkowiak M., Starzyk M., Kulikowska-Wielgus A., Ziemkowska D. (2019), *Rewolucja technologiczna. Kierunki rozwoju branży TSL*, Polski Instytut Transportu Drogowego, Wrocław.
61. Xenonstack, https://www.xenonstack.com [28.08.2025].
62. Zambroski A. (2006), *Think Before You Send*, Communication World.

Assessment of RPA Technology in Terms of its Implementation Potential in Logistics and Impact on Logistics Processes – Results of a Delphi Study

Abstract

The main objective of this study was to analyse the potential for implementing RPA in logistics processes using the Delphi method. The results obtained concerned both the assessment of the significance of the Delphi theses prepared for the development of logistics and the assessment of the potential horizon for the implementation of individual predictions. The article also focused on the factors and barriers related to the implementation of RPA.

According to the results obtained, the use of RPA and AI for process automation and operational optimisation will have the greatest impact on the development of logistics. Aspects related to warehouse robotisation and changes in employee competences were assessed as less important. However, it should be emphasised that the anticipated transformation will take place in stages, and effective implementation will require a strategic approach, including the modernisation of systems, the construction of integration layers, and the overcoming of technological and competence barriers.

Key words

logistics processes, process automation, Robotic Process Automation (RPA), Delphi method