

Rola sztucznej inteligencji w doskonaleniu systemów logistycznych

Wiktoria Golubiewska

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: wiktoria.golubiewska.109201@student.pb.edu.pl

Edyta Bolesta

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: edyta.bolesta.109159@student.pb.edu.pl

Jan Adam Czajkowski

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: jan.czajkowski.109171@student.pb.edu.pl

Dorota Leończuk

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: d.leonczuk@pb.edu.pl

DOI: 10.24427/az-2024-0075

Streszczenie

Sztuczna inteligencja (ang. *Artificial Intelligence*, AI) pełni w dzisiejszych czasach ogromną rolę i wciąż się rozwija. Sukcesywnie zwiększa się zakres wykorzystania jej w wielu branżach, szczególnie w branży logistycznej. AI niesie za sobą wiele możliwości, ale również zagrożeń. Głównym celem artykułu jest dokonanie przeglądu literatury na temat narzędzi sztucznej inteligencji. W pracy ukazano możliwości zastosowania ich w systemach logistycznych, scharakteryzowane zostały szanse i zagrożenia z tym związane. Dodatkowo szczegółowo poruszona została tematyka usprawnienia procesów logistycznych za pomocą narzędzia RPA wzbogaconego o rozwiązania AI oraz zaprezentowany został sposób jego wykorzystania.

Słowa kluczowe

sztuczna inteligencja, logistyka, systemy logistyczne, RPA

Wstęp

Coraz częściej można zauważyć, że świat wirtualny przenika się ze światem rzeczywistym. W dobie globalizacji oraz dążenia do ciągłego doskonalenia procesów logistycznych dużego znaczenia nabiera wykorzystanie sztucznej inteligencji oraz zrobotyzowanej automatyzacji procesów (ang. *Robotic Process Automation*, RPA). Technologie te są rozwinięte na bardzo wysokim poziomie, jednak nieustannie są udoskonalane. Szybsze wdrożenie rozwiązań wspomaganych przez te narzędzia staje się źródłem przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstwa. Jest to również nadzieją dla firm zmagających się z niedoborami pracowników na rynku pracy [Wappa, 2011, s. 109-110].

Celem niniejszego artykułu jest dokonanie przeglądu literatury na temat narzędzi sztucznej inteligencji wykorzystywanych w systemach logistycznych, a także korzyści, jakie dzięki temu mogą osiągnąć przedsiębiorstwa. W pracy wskazano różnice i podobieństwa między RPA i AI, przedstawiono przykłady zastosowania sztucznej inteligencji w zrobotyzowanej automatyzacji procesów oraz zaprezentowano szanse i zagrożenia związane z wdrożeniem rozwiązań sztucznej inteligencji w obszarze logistyki.

1. Sztuczna inteligencja w logistyce

Sztuczna inteligencja posiada wiele zróżnicowanych definicji, co wynika z dużej liczby prób precyzyjnego zdefiniowania pojęcia inteligencji. Pierwsza z nich miała miejsce w latach pięćdziesiątych, a przez wiele kolejnych lat proponowano cały szereg wyjaśnień tego terminu. Współcześnie szczegółowa definicja słowa inteligencja sprawia niemały problem, jednak można określić ją ogólnie jako zdolność rozumienia, uczenia się oraz wykorzystywania posiadanej wiedzy i umiejętności w sytuacjach nowych [Słownik Języka Polskiego PWN, 10.11.2023]. Sztuczna inteligencja (ang. *Artificial Intelligence*, AI) natomiast określana jest przez wielu badaczy w różny sposób. Niektóre z tych definicji zostały przedstawione w tabeli 1.

Tab. 1. Wybrane definicje pojęcia sztucznej inteligencji

Autor/Autorzy definicji	Definicja sztucznej inteligencji
E Rich, K. Knight	„Nauka o czynnościach, które miałyby spowodować, że maszyny będą wykonywać funkcje, które aktualnie lepiej wykonuje człowiek”.
W. Duch	„Sztuczna inteligencja to dziedzina nauki, zajmująca się rozwiązywaniem problemów efektywnie niealgorytmizowanych, w oparciu o modele wiedzy”.
R. Kurzweil	„Sztuczna Inteligencja to dziedzina badań, które to badania usiłują naśladować ludzką inteligencję w maszynie. Obszar AI zawiera systemy z bazą wiedzy, systemy ekspertowe, rozpoznawanie obrazów, automatyczną naukę, rozumienie języka naturalnego, robotykę i inne”.
J. Haugeland	„To ekscytujące próby stworzenia myślących komputerów (...) maszyn z umysłami w pełnym tego słowa znaczeniu”.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Różankowski, 2007, s. 110-111].

Podsumowując obszerny zasób różnorodnych definicji, AI można określić jako zdolność maszyn do naśladowania aspektów ludzkiego myślenia, takich jak rozumowanie, uczenie się, planowanie i kreatywność. Sztuczna inteligencja umożliwia maszynom naśladowanie ludzkiej inteligencji, a systemom technicznym postrzeganie ich otoczenia oraz rozwiązywanie problemów, aby osiągnąć dany cel [Różankowski, 2007, s. 109-111; Nieścior i in., 2024; Szpilko i in., 2023].

Logistyka sukcesywnie rozwija się na całym świecie. Spowodowane jest to stale narastającymi wymaganiami związanymi z coraz to nowszymi technikami komputerowymi, reformami w strukturach organizacyjnych, a także sposobach przepływu informacji, z którymi logistycy muszą się mierzyć każdego dnia. Są zmuszeni do dokonywania radykalnych modyfikacji w organizacji łańcucha dostaw, przy czym możliwym rozwiązaniem jest skorzystanie ze sztucznej inteligencji. Nabiera ona nieustannie większego znaczenia i oferuje szereg narzędzi i metod, które pomogą usprawnić systemy i wyeliminować istniejące błędy. Pozwala korzystać z ogromnej ilości danych, na podstawie których można zaplanować przyszłe działania i przewidzieć dynamicznie zmieniające się rynkowe trendy czy zachowania klientów. Sztuczna inteligencja jest coraz istotniejszą częścią logistyki, więc aby utrzymać pozycję konkurencją na rynku, konieczne jest wdrożenie jej narzędzi i rozwiązań w sieci dostaw tak, aby osiągnąć znaczące korzyści wynikające z jej stosowania [Wappa, 2011, s. 1-2; Mecalux, 11.08.2020].

2. Narzędzia AI wykorzystywane w systemach logistycznych

Sztuczna inteligencja może zostać zastosowana w różnych obszarach związanych z działaniami logistycznymi. Szczególnie może zostać wykorzystana do przewidywania przyszłych problemów w łańcuchu dostaw, analizy dużych ilości danych (big data), czy też analizy predykccyjnej. Funkcjonowanie maszyn stosowanych w systemach logistycznych bez udziału człowieka wymaga zastosowania w nich kilku elementów. Jednym z nich jest uporządkowany ciąg operacji i kalkulacji prowadzący do rozwiązania określonego zadania, czyli algorytmy. Kolejnym elementem jest oprogramowanie, które pozwala wykonywać im określone zadania. Ostatnim składnikiem jest uczenie maszynowe (ang. *Machine Learning*, ML), które umożliwia maszynom samodzielne uczenie się. Dzięki temu maszyny mogą pracować z dużą ilością danych i doskonalić swoje działanie poprzez analizę.

Wykorzystanie sztucznej inteligencji w logistyce staje się coraz bardziej powszechne, wciąż powstają innowacyjne metody i rozwiązania. Istnieje wiele narzędzi możliwych do zaimplementowania, dzięki którym firmy logistyczne mogą usprawniać realizowane procesy. Sztuczna inteligencja znalazła szerokie zastosowanie w takich obszarach jak analiza i prognozowanie trendów rynkowych, automatyczne magazyny, analiza i optymalizacja przepływu towarów, a także większa kontrola nad przepływem informacji w łańcuchach dostaw. Wśród obszarów zastosowania AI w logistyce wymienić można m.in. optymalizację tras i czasu przejazdu przewoźników, automatyczne nadzorowanie stanu zapasów, identyfikowalność, kontakt z klientami za pomocą chatbotów, eliminację występowania pomyłek, skuteczniejsze planowanie czy też sprawniejsze zarządzanie procesami logistycznymi na każdym ich etapie. Do narzędzi sztucznej inteligencji należą m.in. roboty wyposażone w sztuczną inteligencję, pojazdy autonomiczne, inteligentne magazyny oraz analiza wizualna AI [Mecalux 20.04.2023; Bito Technika Magazynowa, 20.04.2023].

Powszechnie wykorzystywane w logistyce są roboty i automaty wypierające pracę fizyczną, ponieważ wykonywanie podstawowych, powtarzalnych czynności przez pracowników przestaje być opłacalne dla firm. Roboty wyposażone w AI nie zastępują w pełni człowieka, jednak mogą podejmować inteligentne, autonomiczne decyzje, potrafią identyfikować, analizować oraz liczyć, przenosić i transportować towary. Robotyzacja systemów logistycznych generuje szereg korzyści i rozwija się dynamicznie na całym świecie. W Polsce natomiast takie zmiany następują nieco wolniej, jest to aktualnie najmniej zrobotyzowany kraj na świecie w grupie krajów uprzemysłowionych. Roboty najczęściej stosowane są w procesach logistycznych w celu kompletacji zamówień, śledzenia, lokalizowania i przemieszczania zapasów

w magazynach. Coboty będące robotami współpracującymi wspierają człowieka w pracy w magazynie, co pomaga przyspieszyć oraz udoskonalić procesy. Zaletami zastosowania robotów jest ich całodobowa dostępność, zwiększenie szybkości kompletacji, poprawienie wydajności procesu paletyzacji, znaczniejsza elastyczność produkcji, większe bezpieczeństwo oraz precyzja wykonywanych czynności [Dobrzański, 2016, s.78-83; Bito Technika Magazynowa, 20.04.2023].

Zapotrzebowanie na usługi logistyczne, szczególnie transportowe wciąż rośnie. W celu usprawnienia systemów logistycznych wprowadzane są innowacje technologiczne, między innymi autonomiczne pojazdy kierowane (ang. *Automated Guided Vehicles*, AGV). Zatrudnienie kierowców do transportu ładunków generuje znaczące koszty. W celu zoptymalizowania wydatków przedsiębiorstwa zastosować można pojazdy bezzałogowe, wyposażone w systemy pozwalające wykonywać wszystkie funkcje związane z poruszaniem się bez jakiegokolwiek interwencji ze strony człowieka. AGV w logistyce mogą być wykorzystane do transportu towarów na dłuższy dystans, są w stanie poruszać się pomiędzy magazynami lub dostarczyć towar do samego odbiorcy. Systemy samochodów projektowane są tak, aby zachować ekonomiczny styl jazdy. Pojazdy te wybierają najbardziej adekwatną trasę, mogą być wykorzystywane przez osoby niepełnosprawne, mają obszerną pojemność, nie posiadają ograniczeń czasowych, optymalizują koszty pracy i są zawsze do dyspozycji. Takie rozwiązanie posiada również wady, do których należy wątpliwa etyka sztucznej inteligencji, niewystarczające regulacje prawne dotyczące tych środków transportu, wymagania przeprowadzenia całego szeregu testów, znaczący koszt zakupu samochodów zautomatyzowanych, konieczność posiadania kadry do obsługi systemu oraz zbyt wysokie poleganie na technologii. Zastosowanie takiego narzędzia sztucznej inteligencji wiąże się z wieloma korzyściami, ale również niesie za sobą wiele zagrożeń. Jednak można spodziewać się w miarę postępu technologicznego, że AGV staną się nieodzownym rozwiązaniem stosowanym w firmach logistycznych [Wołodźko i Zalewski, 2018, s. 81-92; Rzetelny Regulamin, 11.04.2023].

Jednym z obszarów branży TSL jest logistyka magazynowa, która obejmuje organizację pracy, a także wszystkie czynności i procesy zachodzące w magazynach, od przyjęcia towarów aż po ich wysyłkę. Takie procesy aktualnie są wspierane przez różnorodne systemy informatyczne i specjalistyczne urządzenia. Wprowadzane są jednak coraz to nowsze, innowacyjne rozwiązania. Należą do nich inteligentne magazyny, które opierają się na systemach zarządzania magazynem (ang. *Warehouse Management System*, WMS). WMS pozwala wyznaczyć sektory magazynu, zlokalizować je, umożliwia zwiększenie produktywności i wydajności. Dodatkowo sys-

tem wspiera proces przyjęć i wydań towaru, gromadzi i wykorzystuje dane o towarach, pozwala je zidentyfikować czy też śledzić i monitorować. Wdrożenie narzędzia takiego jak inteligentne magazyny pozwala również wykryć nadchodzące problemy, zarządzać dostępną powierzchnią w optymalny sposób oraz zredukować udział pracy człowieka w procesie do minimum. Istnieją trzy rodzaje systemów WMS: standalone WMS, Supply Chain Modules i Integrated with ERP. Różnice pomiędzy danymi rodzajami systemów WMS przedstawione zostały w tabeli 2.

Tab. 2. Rodzaje systemów WMS

System	Opis systemu
Standalone WMS	Są to systemy samodzielne, o najprostszej budowie. Ze wszystkich tego typu systemów są najtańsze. Skupiają się na procesie magazynowania, wspierają takie czynności jak: śledzenie daty ważności, skanowanie kodów kreskowych, wybór miejsca składowania, przyjmowanie, wydawanie, pakowanie i wysyłka.
Supply Chain Modules	Systemy SCM skupiają się na procesie magazynowania, wspierają organizację przepływu dóbr w sieci dostaw, zarządzają flotą i zapasami, nie są jednak wykorzystywane do zarządzania relacjami z klientami.
Integrated with ERP	Systemy zintegrowane z ERP umożliwiają zarządzanie magazynem, łańcuchem dostaw, obsługę księgowości, zarządzanie relacjami z klientami i zarządzanie zasobami ludzkimi. Wymagają poniesienia dużych kosztów, ale posiadają ogromną liczbę funkcji. W związku z tym są raczej przeznaczone dla dużych przedsiębiorstw.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Miszewski, 2019, s. 175-178].

Do metod wykorzystania sztucznej inteligencji należy również analiza wizualna AI. Rozwiązanie to służy do wykrywania i klasyfikacji uszkodzeń, które AI jest w stanie ocenić szybciej i dokładniej niż człowiek. Może być używana również do rozpoznawania obiektów bez kodów kreskowych, liczenia produktów, określenia ich wymiarów czy też wagi, a także odczytania dodatkowych informacji, jeżeli zajdzie taka potrzeba. Wdrożenie takiej innowacji przyspieszy proces pakowania lub pozwoli zautomatyzować odbiór towarów przez niezależną identyfikację produktów [Bito Technika Magazynowa, 20.04.2023].

Jednym z przykładów wykorzystania rozwiązań AI jest automatyzacja przepływów w przedsiębiorstwie CEVA Logistics. Jako globalny operator łańcuchów dostaw, firma skupia się na osiągnięciu doskonałości operacyjnej, realizacji celów transformacji cyfrowej oraz poprawie jakości świadczonych usług. W ramach tych dążeń firma wdrożyła rozwiązania AI do planowania i optymalizacji logistyki pojazdów gotowych (ang. *Finished Vehicle Logistics*, FVL). Do tego celu wykorzy-

stuje rozwiązania typu *Software-as-a-Service* (SaaS) dostarczane przez firmę DCbrain. Zaplanowane rozwiązanie ma na celu uproszczenie procesów planowania rozkładów dystrybucji dla pojazdów FVL. Firma aktywnie dąży do cyfrowej transformacji swoich procesów, aby usprawnić przetwarzanie zamówień transportowych i zoptymalizować przydziały w rundach dystrybucyjnych. Ponadto to rozwiązanie umożliwi firmie przechodzenie od optymalizacji statycznej do podejścia dynamicznego, opartego na koncepcji cyfrowych bliźniaków (ang. *digital twins*), wcześniejszej standaryzacji procesów wstępnych i automatyzacji różnych aspektów operacji. W ten sposób CEVA Logistics ma na celu efektywniejsze wykorzystanie floty przewoźników drogowych oraz usprawnienie całego procesu dystrybucji. Usługodawca logistyczny zapewni dostosowanie narzędzi do specyficznych potrzeb ekspertów firmy Ceva, które uzupełni ich wiedzę, pomagając w standaryzacji i ujednoliceniu procesów pracy między różnymi agencjami. Połączenie rozwiązania DCbrain z systemem zarządzania transportem (TMS), pozwoli uzyskać globalną wizję przepływu operacyjnego w całej firmie. Otworzy to możliwość na przeprowadzanie testów, uwzględniając ograniczenia i dostarczy narzędzie wspierające proces podejmowania decyzji. Przyspieszenie czasu obliczeń przyczyni się do zwiększenia ogólnej efektywności i elastyczności łańcuchów dostaw. Wprowadzenie tego narzędzia przez zespoły lokalne umożliwi szybszą reakcję na niespodziewane wydarzenia związane z dostawami zamówień i współpracę między różnymi dziedzinami działalności. W rezultacie CEVA Logistics będzie mogła stworzyć bardziej efektywny i dynamiczny łańcuch dostaw [Koralewski, 2023].

3. RPA wzbogacone o rozwiązania AI

Z biegiem lat sztuczna inteligencja staje się coraz ważniejszym aspektem w wielu przedsiębiorstwach. Logistycy nieustannie powołują się na wprowadzanie innowacji, które mogłyby usprawnić działanie przedsiębiorstwa i przyczynić się do osiągnięcia przewagi nad konkurencją. Jedną z nich jest automatyzacja procesów biznesowych, która największy postęp osiągnęła w ostatnich latach wraz z rozwojem sztucznej inteligencji. Intensyfikacja zastosowania tego rozwiązania sprawiła, że ceny oprogramowania spadły, co umożliwiło pozyskanie tych systemów przez większą liczbę przedsiębiorstw.

Robotic Process Automation, w skrócie RPA odnosi się do robotów software nazywanych inaczej „pracownikami sztucznej inteligencji”, które mają na celu zastąpić człowieka w wykonywaniu z reguły powtarzalnych oraz monotonicznych zadań i czynności. Głównym celem tych programów jest wyręczenie pracownika w takich właśnie czynnościach, co pozwoli mu na skupienie się na bardziej produktywnych

zajęciach mających większe znaczenie dla firmy. Programy RPA znajdują już zastosowanie w wielu obszarach. Zaimplementowanie takiego systemu w przedsiębiorstwie pozwoli zaoszczędzić pracownikom czas oraz zmniejszyć koszty, a także poprawić samopoczucie pracowników, co może prowadzić do osiągnięcia większej produktywności. Przykładową czynnością, w której możliwe jest wykorzystanie robotyzacji w obszarze logistyki, jest potwierdzanie oraz awizacja wszystkich dostaw w magazynie przedsiębiorstwa czy chociażby wszelkie operacje, które można wykonać na danych, od ich gromadzenia, przekazywania po filtrowanie. Jednak jedynie przy synergii AI i RPA można w pełni wykorzystać oba te systemy, doprowadzając do jak najwyższej wydajności [Sasak, 2022, s. 7-11; Martinek-Jaguszewska, 2018, s. 229-235].

Proste i powtarzalne czynności to nie jedyne obszary, które można automatyzować. Łącząc RPA, chociażby ze sztuczną inteligencją lub Machine Learning, możliwe jest stworzenie robotów, które będą wykonywać również bardziej skomplikowane i złożone zadania. Użyte razem, wszystkie te systemy mogą się nawzajem uzupełniać. AI umożliwia robotom software ciągłe uczenie się oraz przetwarzanie i opracowywanie danych, natomiast uczenie maszynowe pozwala na zidentyfikowanie procesów, w których można wykorzystać te systemy. Połączenie tych rozwiązań może dla przedsiębiorstwa przynieść wyższe ROI (ang. *Return On Investment*, zwrot z inwestycji) przy wykorzystaniu robotyzacji procesów, czy też przyczynić się do zwiększenia efektywności procesów biznesowych wykonywanych wcześniej przez pracowników.

Dużym problemem dla przedsiębiorstw chcących wykorzystać automatyzację procesów okazuje się również samo znalezienie procesu, w którym możliwe jest wykorzystanie tego systemu. Do nauki i odnalezienia procesu do optymalizacji można wykorzystać eksplorację procesów (ang. *process mining*) czy chociażby *machine learning*, który jest kluczowym elementem sztucznej inteligencji. Uczenie maszynowe może zostać wykorzystane w RPA do wykrywania powtarzalności w danych, które pozwalają na automatyczne wykonanie działania [Siderska, 2020, s. 21-31].

W przyszłości synergia sztucznej inteligencji z RPA może prowadzić do stworzenia inteligentnej automatyzacji procesów biznesowych (ang. *Intelligent Process Automation*, IPA), która powstaje z połączenia tych systemów. Proces ten pozwoli robotowi uczyć się podczas wykonywania czynności, stając się z każdym dniem bardziej inteligentnym, poszerzając swoje możliwości do wykonywania trudniejszych i bardziej złożonych procesów. Podczas gdy RPA jest odpowiednie do wykonywania prostych zadań, IPA pozwoli wejść robotom software na wyższy poziom, ulepszając je poprzez danie im możliwości samodzielnej nauki i adaptacji

do danej sytuacji w każdej chwili. *Intelligent Process Automation* pozwoli zabrać wszystkie roboty software poziom wyżej od RPA [Deloitte, 22.04.2023].

Aktualny stan badań nad rozwojem systemów IPA w większości skupia się na wykonywaniu wieloetapowych i bardziej skomplikowanych czynności. Warunkiem powodzenia takich badań jest stworzenie nowych struktur, które pozwolą na połączenie i koordynację zadań. Kompletny system IPA składa się z pięciu głównych technologii [Berruti i in., 2017, s. 2-3; Chakraborti i in., 2020, s. 8]:

- *Robotic Process Automation* (RPA) – narzędzie automatyzujące powtarzalne i proste czynności;
- *Smart workflow* (SW) – system używany do łączenia zadań wykonywanych przez zarówno ludzi jak i maszyny, pozwala on na kontrolę procesu i przekazywanie informacji o zadaniach pomiędzy obiema grupami;
- *Machine Learning* (ML) – algorytmy pracujące w zbiorach danych, na podstawie których identyfikują wzorce pozwalające na m.in. przewidywanie zachowań klientów;
- *Natural Language Generation* (NLG) – inteligentne oprogramowanie tworzące ciągłe interakcje pomiędzy ludźmi a technologią przekładając obserwacje pozyskane z danych;
- *Cognitive agents* (CA) – technologia łącząca ML oraz NLG, której zadaniem jest stworzenie wirtualnego agenta będącego w stanie wykonywać zadania, uczyć się z baz danych, a nawet podejmować własne decyzje na podstawie wykrycia emocji.

4. Szanse i zagrożenia wykorzystania sztucznej inteligencji

Wykorzystanie sztucznej inteligencji ma ogromny potencjał, ale budzi też pewne obawy. Dotyczą one głównie bezpieczeństwa danych oraz obaw pracowników związanych z utrzymaniem miejsca pracy. Można je podzielić na cztery kategorie: polityczno-prawne, ekonomiczne, techniczno-technologiczne i społeczno-kulturowe. Poniżej opisane zostaną poszczególne z nich.

Wśród szans i zagrożeń o charakterze polityczno-prawnym związanych z wykorzystaniem sztucznej inteligencji wymienić należy kwestię, iż dzieła stworzone przez AI nie są objęte ochroną praw autorskich, jednak mogą naruszyć prawa, wykorzystując inne dzieła. Opierają się one na zaczerpnięciu inspiracji przez sztuczną inteligencję z dzieł sztuki dostępnych w zasobach całego Internetu. Część tych dzieł jest tam dostępna bez zgody autora. Sztuczna inteligencja, tworząc obrazy, teksty czy filmy korzysta z zasobów całego Internetu niezależnie, czy dana treść znajduje się tam legalnie, czy też nie. Z jednej strony pozwala to wygenerować unikalny,

ciekawy obraz w krótkim czasie bez żadnego wysiłku, natomiast z drugiej strony nie daje pewności czy dzieło wygenerowane przez AI nie narusza prawa autorskiego. W sytuacji komercyjnego wykorzystania treści wygenerowanych przez AI może to stanowić istotny problem [Starczewski 2023].

W związku z tym niezbędne jest przygotowanie sądownictwa na rozstrzyganie sporów sądowych dotyczących wykorzystania technologii do niewłaściwych celów [Stawiarska, 2018, s. 114-115]. Niejasne jest również, kto ponosi odpowiedzialność za działania podejmowane przez sztuczną inteligencję. Warto zaznaczyć, że dotychczasowe przepisy unijne nie regulują kwestii odpowiedzialności za krzywdy wyrządzone przez sztuczną inteligencję, ponieważ regulacje prawne w tym zakresie były wprowadzane, gdy systemy AI były na początkowym etapie. W ostatnich latach tempo rozwoju tej dziedziny znacząco przyspieszyło, wprowadzane w przyszłości zmiany mogą nie nadążać za nieustannie rozwijającą się technologią. Parlament Europejski debatuje nad uregulowaniem tej kwestii. Dotychczasowy projekt zakłada, że odpowiedzialny za szkodę może być osoba fizyczna lub osoba prawna. Oznacza to, że należy jeszcze poczekać na ustanowienie cyfrowej osobowości systemów opartych o sztuczną inteligencję [Kancelaria radcy prawnego Piotr Poźniak LL.M., <https://kancelaria-pozniak.pl/odpowiedzialnosc-cywilna-za-szkody-wyrzadzone-przez-sztuczna-inteligencje-a-przepisy-ue/>, 28.10.2023].

Z ekonomicznego punktu widzenia coraz bardziej widoczna jest różnica między przedsiębiorstwami, które w mniejszym stopniu korzystają z AI niż korporacje, które mając dostęp do zaawansowanych technologii SI, mogą zdominować rynek, ograniczając konkurencję i tworząc monopolistyczne struktury, co może prowadzić do wzrostu cen dla konsumentów. Stosowanie nowoczesnych technologii jest domeną firm chcących inwestować w swój rozwój. Mikroprzedsiębiorstwa, małe i średnie przedsiębiorstwa powinny być wspierane, aby miały łatwiejszy dostęp do technologii. Obecnie w znacznie mniejszym stopniu wykorzystują rozwiązania sztucznej inteligencji w porównaniu z międzynarodowymi organizacjami [Stawiarska, 2018, s. 115-119].

Ponadto szacuje się, że do 2035 roku wydajność pracy w Unii Europejskiej wzrośnie o około 11-37%, wzrost ten jest związany z wykorzystaniem sztucznej inteligencji. W miarę postępu technologicznego i coraz powszechniejszego stosowania SI, firmy w Unii Europejskiej zyskają dostęp do bardziej zaawansowanych narzędzi i technologii, które pomogą w automatyzacji wielu procesów, optymalizacji produkcji, oraz zwiększeniu efektywności operacyjnej [Parlament Europejski, 24.09.2023].

W odniesieniu do kolejnej grupy szans i zagrożeń – techniczno-technologicznych, wykorzystanie sztucznej inteligencji odgrywa kluczową rolę w automatyzacji

procesów biznesowych, od obsługi klienta po zarządzanie magazynem czy finansami. Automatyzacja pozwala na skoncentrowanie się na bardziej strategicznych aspektach biznesu takich jak doskonalenie obsługi klienta, budowanie długotrwałych relacji z klientami oraz reagowanie na ich potrzeby i opinie.

W związku z dynamicznie zmieniającymi się potrzebami rynku producenci powinni wykazać się elastycznym podejściem do biznesu oraz nieustannym doskonaleniem łańcuchów dostaw. Wykorzystanie sztucznej inteligencji nie tylko pozwala na kontrolę stanów magazynowych, ale także monitorowanie zużycia energii i surowców. Dzięki ciągłemu zbieraniu informacji i analizie danych AI wspiera przedsiębiorców, pomagając im podejmować decyzje mające na celu optymalizację wszystkich realizowanych procesów [ERP view, <https://www.erp-view.pl/it-solutions/30104-przemyslowe-ai-jak-sztuczna-inteligencja-rewolucjonizuje-przemysl-produkcyjny.html>, 29.10.2023].

Ponadto sztuczna inteligencja może znacząco usprawnić transport. Wykorzystanie AI odgrywa kluczową rolę w koncepcji Smart City. Intelligentne systemy transportowe są wdrażane w wielu krajach, takich jak Singapur, Chiny czy Szwajcaria. Stosowanie autonomicznych pojazdów miałoby ogromny wpływ na usprawnienie transportu indywidualnego, zbiorowego, jak i towarowego [Kręt, 2020, s. 46-52].

W zakresie społeczno-kulturowych szans i zagrożeń związanych z wykorzystaniem sztucznej inteligencji kluczowy wydaje się fakt, iż część pracowników podchodzi z niechęcią do wprowadzania rozwiązań AI do ich miejsca pracy z obawy o własne stanowisko. Wdrażanie rozwiązań Logistyki 4.0 i Przemysłu 4.0 może prowadzić do zwolnienia części pracowników, których praca została zastąpiona przez maszyny [Stawiarska, 2018, s. 107-121].

Obecnie zakłada się, że maszyny nie są w stanie zastąpić zawodów twórczych oraz tych, które wymagają wysokich umiejętności interpersonalnych i komunikacyjnych, na przykład nauczycieli, czy też pracowników służby zdrowia. Również kierownicy działów logistycznych nie są na razie zagrożeni, czego nie można powiedzieć o pracownikach wykonujących proste prace biurowe czy magazynowe, które bez problemu mogą wykonywać maszyny. Osoby z generacji Z wydają się mieć świadomość tego zagrożenia i podświadomie wybierają te zawody, które nie zostaną w najbliższym czasie zastąpione przez maszyny [Business Insider, <https://businessinsider.com.pl/rozwoj-osobisty/kariera/zawody-ktorych-nie-zastapia-roboty/jh9xwb4>, 27.04.2023].

Praca osób ze średnim lub podstawowym wykształceniem może być potencjalnie bardziej zautomatyzowana niż osób o wyższym wykształceniu. Może to wynikać z faktu, że osoby z podstawowym i średnim wykształceniem pracując, częściej wykonują proste, powtarzalne czynności, takie jak na przykład etykietowanie towarów

na magazynie czy kompletacja zamówień. Już dziś te czynności mogą być wykonywane przez maszyny. Natomiast praca osób z wyższym wykształceniem często wymaga wykorzystania umiejętności miękkich, takich jak komunikatywność czy umiejętność zarządzania zasobami ludzkimi [Skurzyńska, 2019, s. 280].

Podsumowanie

Obecnie sztuczna inteligencja jest na bardzo wysokim poziomie oraz nieustannie jest udoskonalana. Szybsze wprowadzenie rozwiązań z nią związanych staje się źródłem przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstw. Powszechnie wykorzystywane zostają roboty wyposażone w sztuczną inteligencję, pojazdy autonomiczne, inteligentne magazyny oraz analiza wizualna AI. Wraz z wdrożeniem tych narzędzi do systemów logistycznych pojawia się szereg korzyści, od poprawy wydajności i produktywności, zwiększenie elastyczności, optymalizację kosztów i tras, zwiększenie precyzji wykonywanych czynności aż po wykrycie nadchodzących problemów i zapobieganie im.

Systemy takie jak AI, RPA czy ML odgrywają znaczącą rolę w działalności firm, a wykorzystane razem dają synergiczny efekt, pozwalając na ciągłe doskonalenie. Według badań rozwój tych systemów podniesie do 2035 roku wydajność pracy w Unii Europejskiej o około 11-37%. Wdrożenie tego typu rozwiązań daje możliwości na postęp w aspektach polityczno-prawnych, ekonomicznych, techniczno-technologicznych i społeczno-kulturowych. Jednak oprócz szans, zastosowanie sztucznej inteligencji niesie ze sobą również zagrożenia i obawy, które szczególnie widoczne są u pracowników obawiających się o swoją pracę, która w ich opinii może w niedalekiej przyszłości zostać zastąpiona przez sztuczną inteligencję. Umiejętność współpracy z robotami wraz z posiadaniem unikatowych kompetencji pozwoli pracownikom na utrzymanie się na rynku pracy w przyszłości. Można zatem przypuszczać, że sztuczna inteligencja w najbliższym czasie stanie się nieodzowną częścią każdego dobrze prosperującego przedsiębiorstwa.

ORCID iD

Dorota Leończuk: <https://orcid.org/0000-0002-0424-0226>

Literatura

1. Berruti F., Nixon G., Taglioni G., Whiteman R. (2017), *Intelligent process automation: The engine at the core of the next-generation operating model*, <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/Intelligent%20process%20automation%20The%20engine%20at%20the%20core%20of%20the%20next%20generation%20operating%20model/Intelligent-process-automation.pdf> [10.11.2023].
2. Bito Technika Magazynowa, *Możliwe zastosowania sztucznej inteligencji w logistyce*, <https://www.bito.com/pl-pl/ekspertyza/artikel/mozliwe-zastosowania-sztucznej-inteligencji-w-logistyce/> [10.11.2023].
3. Business Insider, <https://businessinsider.com.pl/rozwoj-osobisty/kariera/zawodyktorych-nie-zastapia-roboty/jh9xwb4> [27.04.2023].
4. Chakraborti T., Isahagian V., Khalaf R., Khazaeni Y., Muthusamy V., Rizk Y., Unuvur M. (2020), *From Robotic Process Automation to Intelligent Process Automation*, w: *Business Process Management: Blockchain and Robotic Process Automation Forum*, BPM 2020 Blockchain and RPA Forum, Seville, Spain, September 13-18, 2020, Proceedings, s. 215-228.
5. Deloitte, <https://www2.deloitte.com/nl/nl/pages/tax/articles/bps-ipa-versus-rpa-whats-the-difference.html> [10.11.2023].
6. Dobrzański P. (2016), *Wykorzystanie robotów w procesach logistycznych*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Organizacja i Zarządzanie, 99, s. 77-88.
7. ERP view, *Przemysłowe AI: Jak sztuczna inteligencja rewolucjonizuje przemysł produkcyjny?*, <https://www.erp-view.pl/it-solutions/30104-przemyslowne-ai-jak-sztuczna-inteligencja-rewolucjonizuje-przemysl-produkcyjny.html> [29.10.2023].
8. Kancelaria radcy prawnego P. Poźniak L.L.M., Odpowiedzialność cywilna za szkody wyrządzone przez sztuczną inteligencję a przepisy UE, <https://kancelaria-pozniak.pl/odpowiedzialnosc-cywilna-za-szkody-wyrzadzone-przez-sztuczna-inteligencje-a-przepisy-ue/> [28.10.2023].
9. Koralewski M. (2023), *CEVA Logistics wykorzystuje sztuczną inteligencję do automatyzacji przepływów*, <https://www.logistyka.net.pl/aktualnosci/item/93714-ceva-logistics-wykorzystuje-sztuczna-inteligencje-do-automatyzacji-przeplywow> [14.04.2023].
10. Kręt P. (2020), *Inteligentne systemy transportowe w Smart City*, Management and Quality, 2, s. 42-54.
11. Martinek-Jaguszewska K. (2018), *Znaczenie i rola automatyzacji procesów biznesowych – wyniki badań pilotażowych*, Organizacja i Kierowanie, 4, s. 229-235.
12. Mecalux, <https://www.mecalux.pl/blog/sztuczna-inteligencja-logistyka> [10.11.2023].

13. Miszewski P. (2019), *Rola nowoczesnych rozwiązań technologicznych w optymalizacji pracy współczesnego magazynu*, Journal of Translogistics, 5(1), s.175-181.
14. Nieścior J., Radziszewska K., Wróbel D., Szydło J. (2024), *Wpływ rozwoju technologii AI na zaangażowanie w proces edukacyjny studentów Wydziału Inżynierii Zarządzania Politechniki Białostockiej*, Akademia Zarządzania, 8(3), s. 348-372.
15. Parlament Europejski, https://www.europarl.europa.eu/news/pl/headlines/society/20200918STO87404/sztuczna-inteligencja-szanse-i-zagrozenia?&at_campaign=20234-Digital&at_medium=Google_Ads&at_platform=Search&at_creation=RSA&at_goal=TR_G&at_audience=sztuczna%20inteligencja&at_topic=Artificial_intelligence&at_location=PO&gclid=CjwKCAjwuqiiBhBtEiw-ATgvixJeWy1mk3YrBH3tHNr9PncznZNntI-xacE_CsQItgUuc-SdWcl4KY3BoC6fsQAvD_BwE [24.09.2023].
16. Różanowski K. (2007), *Sztuczna inteligencja: rozwój, szanse i zagrożenia*, Zeszyty naukowe Warszawskiej Wyższej Szkoły Informatyki, 2, s. 109-135.
17. Rzetelny Regulamin, <https://www.rzetelnyregulamin.pl/pl/a/drony-roboty-i-autonomiczne-pojazdy-jaka-jest-przyszlosc-logistyki-w-e-commerce> [11.04.2023].
18. Sasak J. (2022), *Roboty softwarowe w automatyzacji procesów biznesowych*, w: Baran G. (red.), *Współczesne problemy zarządzania publicznego*, Instytut Spraw Publicznych UJ, Kraków, s. 7-22.
19. Siderska J. (2020), *Robotic Process Automation — a driver of digital transformation?* Engineering Management in Production and Services, 12(2), s. 21-31.
20. Skurzyńska A. (2019), *Szanse i zagrożenia wynikające z wykorzystania sztucznej inteligencji w branży TSL*, Journal of TransLogistics, 5(1), s. 275-286.
21. Słownik Języka Polskiego PWN, <https://sjp.pwn.pl/>.
22. Starczewski M. (2023), *Kiedy sztuczna inteligencja narusza prawa autorskie*, <https://www.gazetaprawna.pl/firma-i-prawo/artykuly/8747547,sztuczna-inteligencja-ai-prawa-autorskie.html> [28.10.2023].
23. Stawiarska E. (2018), *Szanse i zagrożenia rozwoju ITC/AI w przedsiębiorstwach i łańcuchach dostaw*, Etyka Biznesu i Zrównoważony Rozwój, 1, s. 107-122.
24. Szpilko D., Jimenez Naharro F., Lăzăroiu G., Nica E., de la Torre Gallegos A. (2023), *Artificial intelligence in the smart city – a literature review*, Engineering Management in Production and Services, 15(4), pp. 53-75.
25. Wappa P. (2011), *Wykorzystanie metod sztucznej inteligencji w logistyce*, Economy and Management, 4, s. 109-121.
26. Wołodźko K., Zalewski D. (2018), *Autonomiczny transport drogowy przyszłością logistyki XXI wieku*, Ekonomia i Organizacja Logistyki, 3(2), s. 81-91.

The role of artificial intelligence in improving logistics systems

Abstract

Artificial intelligence plays a huge role these days and continues to develop. There is a successive increase in its use in many industries, especially in the logistics industry. AI brings many opportunities, but also risks. The main purpose of the article is to review the literature on artificial intelligence tools. The paper shows the possibilities of applying them to logistics systems, and characterizes the opportunities and risks associated with them. In addition, the topic of improving logistics processes with the help of the RPA tool enriched with AI solutions is discussed in detail, and the method of its use is presented.

Key words

artificial intelligence, logistics, logistics systems, RPA