
Trendy w zastosowaniach sztucznej inteligencji w logistyce w erze Przemysłu 4.0

Weronika Marchewka

Politechnika Poznańska

e-mail: veronika.marchewka@student.put.poznan.pl

Joanna Cierzniewska

Politechnika Poznańska

e-mail: joanna.cierzniewska@student.put.poznan.pl

© 2025 Weronika Marchewka, Joanna Cierzniewska

Praca opublikowana na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa 4.0 Międzynarodowe (CC BY 4.0).

Skrócona treść licencji na <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Cytuj jako: Marchewka, W., Cierzniewska, J. (2025). Trendy w zastosowaniach sztucznej inteligencji w logistyce w erze Przemysłu 4.0. W: B. Detyna (red.). *Młodzi logistycy w nauce. Studenckie Zeszyty Naukowe Akademii Nauk Stosowanych Angelusa Silesiusa nr 7/2025* (s. 10–20). Wydawnictwo Naukowe Akademii Nauk Stosowanych Angelusa Silesiusa.

DOI: [10.71433/2025.96.3.01](https://doi.org/10.71433/2025.96.3.01)

JEL Classification: O33

■ **Streszczenie:** Ciągły rozwój nowych technologii Przemysłu 4.0 powoduje zwiększenie możliwości ich zastosowania w wielu gałęziach przemysłu. Współcześnie realizacja procesów logistycznych wymaga automatyzacji oraz wykorzystania sztucznej inteligencji w celu osiągnięcia najlepszych efektów. Do innych obecnych zastosowań technologii Przemysłu 4.0 w logistyce należą m.in. Internet rzeczy, *Big Data* czy automatyzacja. Obecnie wiele zastosowań tych narzędzi obserwuje się w transporcie, magazynowaniu czy dystrybucji. Celem artykułu była identyfikacja i analiza istniejących trendów w zastosowaniu sztucznej inteligencji w logistyce z wykorzystaniem analizy bibliometrycznej. Badania prowadzono przez wykorzystanie analizy bibliometrycznej 122 publikacji naukowych z bazy wyszukiwań Scopus w środowisku Biblioshiny. W pierwszej kolejności dokonano wyboru bazy wyszukiwań Scopus, następnie skupiono się na wyborze słów kluczowych oraz ograniczeń bazy, ostatecznie wygenerowano wybrane diagramy w środowisku Biblioshiny i przeprowadzono analizę wyników. Hasła, które najczęściej pojawiały się w publikacjach, wskazywały na zastosowania sztucznej inteligencji w logistyce odnoszące się do aspektów procesu podejmowania decyzji i wsparcia ich podejmowania w łańcuchu dostaw. Sztuczna inteligencja okazuje się istotnym zagadnieniem w obszarze realizacji procesów logistycznych. Jej zastosowania odnoszą się do aspektów regresji liniowej, drzew decyzyjnych, łańcuchów dostaw czy nauczania maszynowego. Dalsze badania mogą dotyczyć kwestii zbadania zwiększonej efektywności procesów logistycznych po zastosowaniu technologii Przemysłu 4.0, a w szczególności sztucznej inteligencji.

■ **Słowa kluczowe:** Przemysł 4.0, czwarta rewolucja przemysłowa, logistyka, sztuczna inteligencja

1. Wstęp

Po trzeciej erze przemysłowej naukowcy zauważyli, że ówczesna rewolucja przemysłowa nie nadążała za obowiązującymi trendami i postępem technologicznym, co było przesłanką do czwartej rewolucji przemysłowej, kojarzonej z ideą Przemysłu 4.0 (Torbacki, 2018, s. 751–755). Stajemy w związku z tym przed koniecznością znaczącej transformacji zachodzących procesów. Ten proces zmian nazywany jest *Industry 4.0*, reindustrializacją lub zaawansowaną produkcją. Wszystkie wymienione terminy opisują procesy produkcyjne kolejnej generacji, które, oparte na kombinacji technologii komunikacyjnych, oprogramowania i czujników, mają za zadanie połączyć cyfrowy (wirtualny) i rzeczywisty świat (Woliński, 2016, s. 173).

Era przemysłu 4.0 przyniosła rewolucję w sposobach zarządzania i działania przedsiębiorstw. Dzięki coraz szerszemu zastosowaniu sztucznej inteligencji (SI, ang. *Artificial Intelligence* – AI) logistyka stała się bardziej efektywna, adaptacyjna i bardziej zorientowana na klienta niż kiedykolwiek wcześniej. SI to zbiór algorytmów i modeli matematycznych, które zostały stworzone na wzór ludzkiego mózgu. Wraz z technologicznym rozwojem pojawiły się nowe trendy i liczne wyzwania kształtujące obecne i przyszłe kierunki rozwoju tego sektora (Torbacki, 2018, s. 751–755). Sztuczna inteligencja odgrywa kluczową rolę w implementacji Przemysłu 4.0. W miarę postępu technologicznego AI staje się coraz bardziej zaawansowana i znacząco wpływa na sposób, w jaki ludzie pracują i funkcjonują (Kuzior i Kwilinski, 2022, s. 109–115).

Wykorzystanie sztucznej inteligencji w logistyce jest coraz bardziej popularne. Ma ono na celu optymalizację procesów logistycznych i ułatwienie pracy zatrudnionym (Brzeziński, 2002, s. 9–11).

Ciągły rozwój technologiczny to również nowe rozwiązania. W logistyce obserwuje się coraz częstsze wykorzystanie SI oraz obserwuje się poszukiwanie nowych dróg rozwoju jej użycia na każdym etapie procesu logistycznego. Ze względu na intensywny rozwój i rosnącą popularność jej stosowania naukowcy z całego świata obserwują trendy i wyzwania związane z tym zagadnieniem (Maternowska, 2019, s. 64–70).

Celem tekstu jest analiza trendów występujących w pracach badawczych na temat zastosowania sztucznej inteligencji w logistyce w erze Przemysłu 4.0 z wykorzystaniem analizy bibliometrycznej. Wielostronny zakres terminu SI pozwala na szeroką analizę powiązań w literaturze.

2. Przegląd literaturowy

Współcześnie obserwuje się występowanie megatrendów, czyli pojęć i zagadnień zmieniających funkcjonowanie podmiotów gospodarczych, sposób konkurencyjności, wyznaczających kierunki lub tendencje globalne. Do takich megatrendów można zaliczyć (Bujak, 2017, s. 1338–1339):

- rewolucję technologiczną związaną z obszarem teleinformatyki,
- informatyzację, *Cloud Computing*, Internet, *Big Data*,
- technologie proekologiczne,
- druk 3D,
- zmiany i innowacje z zakresu inżynierii materiałowej,

- automatyzację i robotyzację,
- zmniejszanie wielkości zasobów.

Warto również zwrócić uwagę na inne kwestie kojarzone z technologiami Przemysłu 4.0, odnoszące się do możliwości ich zastosowań w aspektach logistycznych. Są to: Internet rzeczy (IoT), sztuczna inteligencja, automatyzacja, analityka dużych zbiorów danych czy chmura obliczeniowa (Bogołębska i Bogołębski, 2020, s. 7–11).

Internet rzeczy

Pojęcie Internetu rzeczy bazuje na trzech zadaniach: „umożliwić identyfikację siebie, zapewnić komunikację i współdziałać” (Smarzyńska i Stanisławska, 2019, s. 268). Wskazuje to na fakt, że wszystkie obiekty możliwe do przedstawienia mają zdolność do wzajemnej komunikacji oraz wzajemnego oddziaływania. Taką formę prezentacji definicji Internetu rzeczy można powiązać ze współczesnymi wyzwaniami transportu ładunków.

Obecnie oczekuje się, że transport będzie szybki, elastyczny w działaniu, zdolny do działania przewencyjnego, reagujący na zmiany rynkowe i przeobrażenia otoczenia, a także gotowy na wdrożenie nowoczesnych technologii (Smarzyńska i Stanisławska, 2019, s. 268–269). Autorki publikacji (Smarzyńska i Stanisławska, 2019, s. 269–271) podają kilka przykładów zastosowań Internetu rzeczy w transporcie, wymieniając:

1. Przedsiębiorstwo GE Transportation, zajmujące się produkcją sprzętu dla branży kolejowej, morskiej, górniczej oraz energetycznej, które zaczęło wdrażać do lokomotyw czujniki umożliwiające gromadzenie danych na temat zużycia paliwa. Następnie, za pomocą specjalistycznego oprogramowania, zebrane informacje w czasie rzeczywistym są przetwarzane, co przekłada się na zapewnienie niezawodności lokomotyw.
2. Producenta opon klasy premium Continental, który wprowadził na rynek czujniki ContiPressureCheck. Dzięki temu rozwiązaniu można monitorować w czasie rzeczywistym parametry opony (ciśnienie i temperatura), zapewniając bezpieczeństwo jazdy i niezawodność całej floty.
3. Przedsiębiorstwo Maersk, wykorzystujące Internet rzeczy do kontrolowania trasy, jaką przebywa kontener w czasie rzeczywistym. Dodatkowo dzięki IoT dostarczane są informacje na temat czasu wysyłki czy zgodności destynacji z miejscem docelowym.

Innym terminem w kontekście Przemysłu 4.0 i powiązanych technologii stał się wspomniany już Internet rzeczy (*Internet of Things*). W publikacji na temat *Blockchain* (Bodkhe i in., 2023, s. 10–11) wskazuje się na potencjał jego zastosowania.

Według autora pracy (Trzop, 2018, s. 140–142) *Blockchain* to technologia, w której zakłada się, że w danej sieci nie występują centralne komputery czy inne systemy weryfikujące transakcje, a każdy uczestnik może dodać operację weryfikowaną w dalszych krokach przez pozostałych członków sieci. Operacje te są rejestrowane na tak zwanych blokach, a na jednym bloku przechowywane są informacje o ściśle ustalonej liczbie transakcji. Po wypełnieniu jednego bloku tworzy się kolejny blok. Dodatkowo każdy uczestnik ma przypisaną do swojego portfela parę kluczy: prywatny oraz publiczny.

W wielu organizacjach łańcucha dostaw coraz częściej stosuje się technologie Internetu rzeczy, np. system RFID (*Radio Frequency Identifications*), w celu dostarczania dóbr o jak najlepszej jakości. Wiąże się to z wieloma potencjalnymi trudnościami, takimi jak: zapewnienie integralności danych, brak ich przejrzystości, kwestie manipulacji i występowania awarii. W celu rozwiązania tych problemów wykorzystuje się technologię *Blockchain*.

Na omawianej technologii bazuje *Hazard Analysis and Critical Control Points* (HACCP), rozwiązanie stosowane w branży spożywczej, pozwalające sprawdzić, czy informacje dzielone między uczestników łańcucha dostaw są wiarygodne. Umożliwia ono śledzenie informacji o żywności w czasie rzeczywistym przez wszystkich członków łańcucha dostaw. Warto wskazać takie cechy HACCP, jak: niezawodność, otwartość, neutralność, bezpieczeństwo i przejrzystość.

Innym przykładem jest start-up Tomcar, który zajmuje się wytwarzaniem samochodów terenowych. Za pomocą specjalnej platformy z transakcjami w bitcoinach opłaca on trzech dostawców i umożliwia uregulowanie należności przez zainteresowanych klientów. Cena pojazdu wyliczana jest na podstawie wartości bitcoina. Dzięki temu można uniknąć ryzyka związanego z wahaniami kursów walut.

Na podstawie przedstawionych faktów można stwierdzić, że Internet rzeczy pełni ważną funkcję w logistyce przyszłości, bowiem dzięki obserwacji zdarzeń w czasie rzeczywistym umożliwia odpowiednie reagowanie na nagłe sytuacje i daje dostęp do istotnych danych.

Sztuczna inteligencja

Podstawę działania sztucznej inteligencji stanowią dane, które są analizowane i wykorzystywane na przykład w celu realizacji procesów oraz planowania (Nowik, 2018, s. 64–70). Zastosowania sztucznej inteligencji mogą być szczególnie przydatne w zarządzaniu zapasami, bowiem współcześnie dąży się do minimalizacji zapasów w celu zmniejszania kosztów.

Okazuje się, że matematyczne modele oparte na ekonomicznej wielkości dostawy mogą nie być wystarczające, niezbędne jest zatem stosowanie systemu eksperckiego wykorzystującego sztuczną inteligencję. Przykładem jest system Inventory Management Assistant (IMA) wspierający US Air Force Logistics Command. Miał on na celu efektywne uzupełnienie różnych typów części zamiennych oraz redukcję kosztów zapasu bezpieczeństwa. Dzięki niemu podniesiono efektywność zarządzania zapasami o 8-18% (Min, 2010, s. 16–17).

Szczególnie interesujące ze względu na popularyzację chatbota GPT (*Generative Pre-trained Transformer*) wydaje się stosowanie tego typu technologii do wsparcia realizacji usług logistycznych. W publikacji (Wappa, 2011, s. 109–121) wskazano obszary, w których mogą być wykorzystywane chatboty. Są one związane z:

- identyfikowaniem środków transportu,
- określaniem przestrzeni zajmowanej przez ładunki,
- harmonogramowaniem w obszarze dystrybucji,
- promowaniem usług logistycznych.

Warto także podać przykład zastosowania i wdrożenia wirtualnego doradcy w firmie InPost, w której utworzono dwóch wirtualnych doradców dla klientów firmy, którym nadano ruchy i ge-

sty typowe dla człowieka oraz imiona: Adam i Ania. W oknie można dokonać wyboru, z którym z doradców klient chce wejść w interakcję. Poprzez rozmowę z konsultantem można uzyskać informacje na temat:

- paczkomatów 24/7,
- liczby skrzytek w danym paczkomacie 24/7,
- gabarytów przesyłek, jakie można wysłać,
- zasad działania paczkomatów 24/7,
- nadawania paczek.

Istotnym i jednocześnie ciekawym zagadnieniem w kontekście sztucznej inteligencji są zastosowania sztucznych sieci neuronowych (SSN). W jednym z artykułów (Józwiak i Świdorski, 2017, s. 107–108) potwierdzono możliwość wykorzystania SSN do dokonywania oceny usług transportowych. Na podstawie danych historycznych sieć neuronowa umożliwiła podejmowanie decyzji czy generowanie oceny z eksploatacji.

Współcześnie sztuczna inteligencja znajduje zastosowanie również w branży logistycznej. Przykłady zaprezentowane przez autora niniejszego tekstu obrazują kwestie istotne w tematyce sztucznej inteligencji oraz logistyki.

Big Data

Big Data odnosi się do zbiorów danych o dużej wielkości i złożoności, do których przetwarzania niezbędne jest wykorzystanie nowych technologii, takich jak sztuczna inteligencja. Dane zebrane są z wielu różnych źródeł (Torbacki, 2018, s. 751–755). Często są to dane tej samej kategorii, na przykład dane GPS z publicznych środków transportu pozwalają wybrać najszybsze rozwiązanie, uwzględniając występujące opóźnienie. W dzisiejszych czasach *Big Data* jest wykorzystywane w każdej dziedzinie przemysłu na świecie i jest ściśle powiązane z zastosowaniem sztucznej inteligencji. Sohn i Hyunjaung prezentują sposoby wykorzystania i analizy w funkcjonowaniu przemysłu (Sohn i Hyunjaung, 2016, s. 61–68).

W logistyce *Big Data* znalazło zastosowanie głównie jako wsparcie w opracowaniu nowych strategii w celu optymalizacji procesów logistycznych. Za pomocą ciągłej analizy danych generowanych każdego dnia w magazynie następuje szybsze znalezienie elementów wymagających poprawy i podejmowane są lepsze, oparte na danych decyzje. *Big Data* wykorzystywane jest głównie w łańcuchu dostaw. Z publikacji Nowik (2018, s. 61–68) wynika, że dalszy rozwój tej technologii może się znacznie przyczynić do rozwoju łańcuchów dostaw i ogniw w nich funkcjonujących.

Automatyzacja

Automatyzacja to proces zastępowania pracy fizycznej i umysłowej przez pracę specjalnie skonstruowanych maszyn, które są w większości autonomiczne. Jest to kolejny po mechanizacji etap rozwoju technologicznego, wpływający na polepszenie wyników i skrócenie czasu pracy i jednocześnie generowanie niższych kosztów w przedsiębiorstwie (Parlament Europejski, b.d.).

Automatyzacja w logistyce polega na wprowadzeniu automatycznych systemów składowania, magazynowania i transportu niewymagających pracy człowieka bądź minimalizujących nakład jego pracy. Wpływa również na optymalizację procesów logistycznych zachodzących wewnątrz i na zewnątrz magazynu (Smarzyńska i Stanisławska, 2019, s. 268–271).

Ciągły rozwój nowych technologii jest ściśle powiązany z poszerzeniem możliwości wykorzystania automatycznych rozwiązań w logistyce. Autonomiczne magazyny, wózki samojezdne czy autonomiczne roboty zastępujące pracę ludzką stanowią jedynie przykładowe sposoby użycia nowych technologii w procesach logistycznych (Bujak, 2017, s. 1338–1339).

Automatyzacja logistyki, czyli zastąpienie manualnej obsługi zrobotyzowanymi urządzeniami i autonomicznymi systemami zarządzania, daje liczne korzyści: zwiększenie bezpieczeństwa, zmniejszenie kosztów, optymalizację procesów oraz stałą kontrolę (Woliński, 2016, s. 173). Coraz większe wymagania klientów sprawiają, że automatyzacja ze względu na usprawnienia procesów jest coraz częściej wprowadzana i wykorzystywana na każdym etapie cyklu życia produktu. Trzop (2020, s. 233–247) prezentuje stopniowe trendy i zmiany pojawiające się w obszarze logistyki.

3. Metodyka badawcza

W celu przeprowadzenia badania zastosowano analizę bibliometryczną. Jest to scjentryczna metodologia badawcza, obejmująca książki i inne metody komunikacji, wykorzystujące matematyczne i statystyczne podejście do opisu, oceny i monitorowania opublikowanych badań.

Wybór bazy wyszukiwań

W pierwszym kroku wybrano odpowiednią bazę wiedzy dla wyszukiwań dotyczących sztucznej inteligencji i logistyki. Zdecydowano się na Scopus – jedną z największych baz danych naukowych, zawierającą informacje na temat badań naukowych, publikacji naukowych oraz autorów. Jej zakres tematyczny obejmuje wiele dziedzin naukowych, wśród których są m.in.: nauki społeczne, przyrodnicze, inżynieryjne, medyczne czy artystyczne. Zawiera ona również informacje na temat artykułów naukowych, konferencji naukowych, raportów, recenzji czy książek z całego świata, co pozwala na analizę źródeł w skali globalnej (Scopus, b.d.).

Wybór słów kluczowych i ograniczeń bazy

Kolejnym etapem był wybór słów odpowiadających tematowi logistyki, sztucznej inteligencji i Przemysłu 4.0. Wyszukiwania pochodzą z lat 2020–2024, co jest uwarunkowane dużą zmiennością tematyki dotyczącej sztucznej inteligencji w ujęciu globalnym, wynikającą z pojawiania się nowych technologii i ich zastosowań. Z bazy wykluczono książki, konferencje, recenzje, a język wyszukiwania ograniczono do angielskiego. Wybór słów kluczowych pochodzi z zakresu Przemysłu 4.0, procesów logistycznych oraz sztucznej inteligencji. Dodatkowo zawężono wyniki wyłącznie do artykułów ze statusem *open access*. Wybrano następujące słowa kluczowe: *industry 4.0*, *artificial intelligence*, *logistics*.

Generowanie diagramów i analiza

W badaniu wykorzystano oprogramowanie Biblishiny zbudowane w języku programowania R służącym do obliczeń statystycznych i grafiki. Oprogramowanie pozwala przeprowadzić pełną analizę bibliometryczną z wykorzystaniem wizualizacji w postaci map. W celu wygenerowania wizualizacji należy pobrać dane w odpowiednim formacie z wybranej bazy wiedzy, przesać dane za pomocą odpowiedniego panelu w Biblishiny, a następnie przystąpić do generowania analizowanych danych w formie graficznej.

4. Wyniki badań

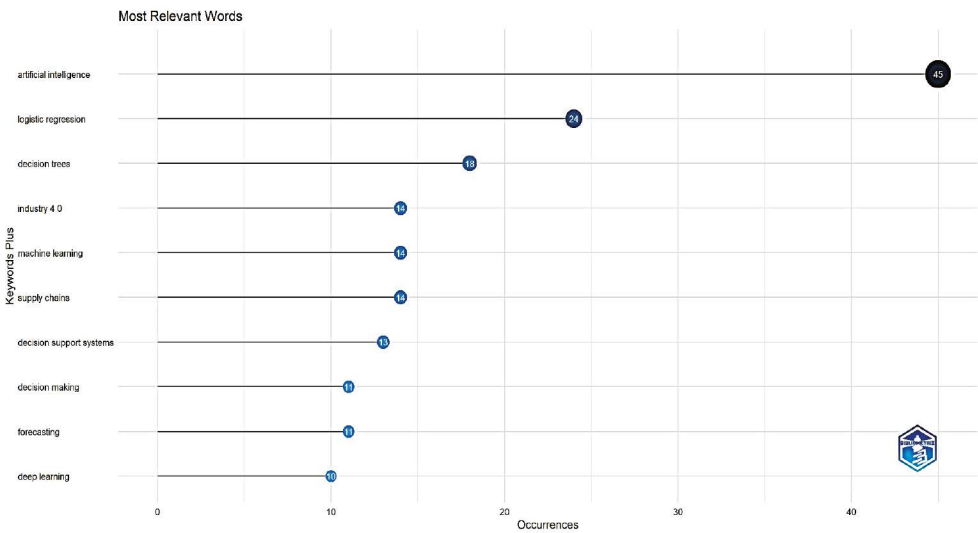
Zestawienie na rysunku 1 prezentuje podstawowe informacje na temat analizowanej grupy 122 artykułów. Brano pod uwagę publikacje z lat 2020-2024 w celu zagwarantowania najnowszych danych dotyczących Przemysłu 4.0, będącego zagadnieniem, które ulega ciągłym zmianom. Artykuły pochodzą z 75 różnych źródeł i zostały opracowane przez 430 autorów, z których 12 napisało publikacje indywidualnie. Na podstawie informacji o rocznym wzroście liczby publikacji można stwierdzić, że występuje tendencja spadkowa ze względu na przeciwny znak wartości $-55,71\%$. Trend malejący może wynikać z braku publikacji w roku 2024. W $31,15\%$ artykułów występuje współpraca autorów z różnych krajów. Średnio na jeden artykuł przypada 3,62 autora, 12,3 cytowań, a średni wiek artykułu to 1,42 roku. Łącznie we wszystkich artykułach wystąpiło 490 słów kluczowych, zaś artykuły były cytowane łącznie 5954 razy.



Rys. 1. Zestawienie danych podstawowych na temat bazy artykułów

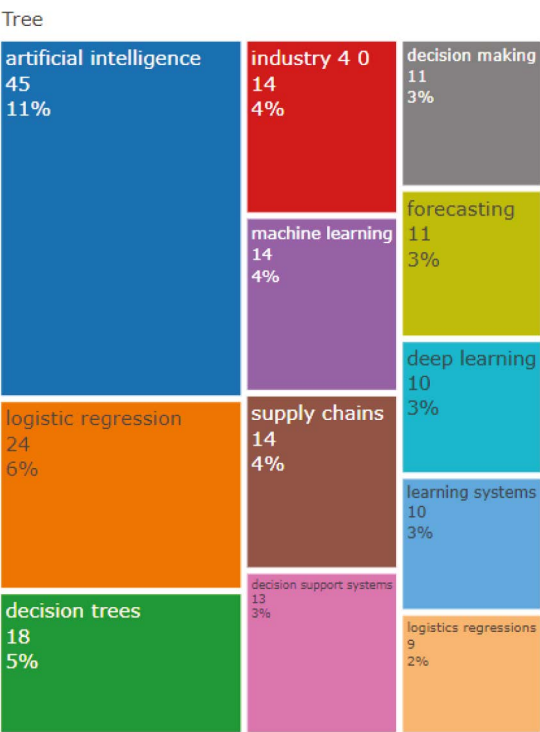
Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem oprogramowania Biblishiny.

Grafika na rysunku 2 przedstawia diagram chmurowy zestawiający najczęściej występujące słowa i tematy występujące w analizowanej grupie artykułów. Najczęściej pojawiającym się sformułowaniem jest *artificial intelligence* – sztuczna inteligencja. Można zauważyć, że w tematyce logistyki oraz Przemysłu 4.0 kluczowe są zastosowania sztucznej inteligencji. Widoczne jest to również w związku z popularyzacją narzędzi typu chatbot w ostatnich latach,



Rys. 3. Wykres najbardziej istotnych słów kluczowych w zależności od częstotliwości ich występowania

Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem oprogramowania Biblioshiny.



Rys. 4. Diagram „drzewo” najczęściej występujących słów

Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem oprogramowania Biblioshiny.

W przypadku rysunku 4 wyniki zawierają więcej kategorii i są rozszerzeniem wykresu z rysunku 3. Przedstawiają liczbę wystąpień danych haseł w artykułach i udział procentowy.

5. Podsumowanie

Celem niniejszego tekstu była analiza trendów istniejących w pracach badawczych na temat zastosowania sztucznej inteligencji w logistyce w erze Przemysłu 4.0 z wykorzystaniem analizy bibliometrycznej. Badanie było istotne ze względu na to, że opisywana technologia, tj. Internet rzeczy, *Big Data*, sztuczna inteligencja, powstała w ostatnich 20 latach i została spopularyzowana, co wywołało potrzebę zweryfikowania trendów technologicznych w logistyce, skupiając się szczególnie na sztucznej inteligencji. Wyniki badań potwierdzają, że z hasłem „sztuczna inteligencja” powiązane są kwestie odnoszące się do regresji logistycznej, drzew decyzyjnych, systemów wspierających podejmowanie decyzji, nauczania maszynowego (rys. 1).

Dodatkowo w sposób ilościowy przedstawiono częstotliwość występowania tego hasła w wybranych publikacjach. W ten sposób wykazano wysokie zainteresowanie sztuczną inteligencją (45), regresją logistyczną (24), drzewami decyzyjnymi (18), Przemysłem 4.0 (14), nauczaniem maszynowym (14) czy łańcuchami dostaw (14).

Bibliografia

- Bodkhe, U. i in. (2023). Blockchain for Industry 4.0: A Comprehensive Review. *IEEE Access*, (8), 10–11. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9069885>
- Bogołębska, J., Bogołębski, M. (2020). *Znaczenie nowoczesnych technologii dla konkurencyjności przedsiębiorstw prowadzących gospodarkę magazynową*. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.
- Brzeziński, M. (2002). *Organizacja i sterowanie produkcją. Projektowanie systemów produkcyjnych i procesów sterowania produkcją*. Agencja Wydawnicza „Placet”.
- Bujak, A. (2017). Rewolucja Przemysłowa - 4.0” i jej wpływ na logistykę XXI wieku. *Autobusy: Technika, Eksploatacja Systemy Transportowe*, 18(6), 1338–1339.
- Jóźwiak, A., Świdorski, A. (2017). Algorytmy sztucznej inteligencji w logistyce. *WUT Journal of Transportation Engineering*, (117), 107–108.
- Kuzior, A., Kwilinski, A. (2022). Cognitive Technologies and Artificial Intelligence in Social Perception. *Management Systems in Production Engineering*, (2), 109–115.
- Maternowska, M. (2019). Nowe technologie i ich wpływ na łańcuchy dostaw. Sztuczna inteligencja. *Studia Ekonomiczne. Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach. Zarządzanie*, (20), 64–70.
- Min, H. (2010). Artificial Intelligence in Supply Chain Management: Theory and Applications. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 13(1), 16–17.
- Nowik, M. (2018). Big Data jako wsparcie w zarządzaniu łańcuchami dostaw. *Ekonomika i Organizacja Logistyki*, 3(3), 61–70.
- Parlament Europejski. (b.d.). *Big data: Definicja, korzyści, wyzwania (infografika)*. Pobrano 12 grudnia 2023 z <https://www.europarl.europa.eu/news/pl/headlines/society/20210211ST097614/big-data-definicja-korzysci-wyzwania-infografika>
- Scopus. (b.d.). *Scopus preview – Welcome to Scopus*. Pobrano 12 grudnia 2023 z <https://www.scopus.com/home.urihttps://www.scopus.com/home.uri>

- Smarzyńska, N., Stanisławska, K. (2019). Kierunek rozwoju branży transportowej – Internet Rzeczy. *Journal of TransLogistics*, 5(15), 268–271.
- Sohn, I., Hyunjoung, L. (2016). *Big Data w przemyśle. Jak wykorzystać analizę danych do optymalizacji kosztów procesów*. PWN.
- Torbacki, W. (2018). Transformacja logistyki w dobie koncepcji Przemysł 4.0. *Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe*, (6), 751–755.
- Trzop, A. (2018). Technologia Blockchain jako przyszłość łańcuchów dostaw. *Journal of TransLogistics*, 4(1), 140–142.
- Trzop, A. (2020). Przegląd rozwiązań z zakresu przemysłu 4.0 stosowanych w obszarze logistyki. *Zeszyty Politechniki Poznańskiej: Organizacja i Zarządzanie*, (81), 233–247.
- Wappa, P. (2011). Wykorzystanie metod sztucznej inteligencji w logistyce. *Economy and Management*, (4), 109–121.
- Woliński, B. (2016). Koncepcja Industry 4.0 jako strategia reindustrializacji i wdrożenia procesów produkcyjnych kolejnej generacji. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach*, (308), 173–179.

Trends in the Applications of Artificial Intelligence in Logistics in the Era of Industry 4.0

■ **Abstract:** The continuous development of new Industry 4.0 technologies has led to increased possibilities for their application across various industries. Currently, the realization of logistic processes requires automation and the utilization of artificial intelligence to achieve optimal results. Among other current applications of Industry 4.0 technologies in logistics are the Internet of Things, Big Data, and automation. Presently, many applications of these tools are observed in transportation, warehousing, and distribution. The aim of the article was to identify and analyze existing trends in the application of artificial intelligence in logistics using bibliometric analysis. The research was conducted by utilizing bibliometric analysis of 122 scientific publications from the Scopus database within the Biblioshiny environment. Initially, the Scopus search database was selected, followed by focusing on keyword selection and database limitations. Finally, selected diagrams were generated in the Biblioshiny environment and results analysis was conducted. The keywords that appeared most frequently in the publications indicated the applications of artificial intelligence in logistics, particularly concerning decision-making processes and supporting decision-making within the supply chain. Artificial intelligence proves to be a significant factor in the area of logistics process realization. Its applications pertain to aspects such as linear regression, decision trees, supply chains, and machine learning. Further research could focus on examining the increased efficiency of logistic processes following the implementation of Industry 4.0 technologies, particularly artificial intelligence.

■ **Keywords:** Industry 4.0, fourth industrial revolution, logistics, artificial intelligence