

Perspektywy rozwoju autonomicznych pojazdów ciężarowych

Julita Bednarska

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: julitabednarska24@gmail.com

Sandra Rukszan

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: rukszansandra@gmail.com

Marta Jarocka

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: m.jarocka@pb.edu.pl

DOI: 10.24427/az-2025-0030

Streszczenie

Tematyka poruszana w artykule dotyczy przyszłości rozwoju autonomicznych pojazdów ciężarowych. Rozpoczęcie rzeczywistego wdrażania tego typu pojazdów wiąże się z ogromną ilością wyzwań. Przedstawiono charakterystykę oraz klasyfikację tych pojazdów, a także scenariusze ich implementacji. Ponadto, zaprezentowane zostały konkretne zastosowania autonomicznych pojazdów ciężarowych w różnych przedsiębiorstwach. Szczegółowo omówiono korzyści, jak i potencjalne wady związane z ich wykorzystaniem. W celu lepszego zrozumienia perspektyw rozwoju, przeprowadzono również analizę SWOT.

Słowa kluczowe

autonomiczne pojazdy ciężarowe, logistyka, autonomiczność

Wstęp

Autonomiczne pojazdy stanowią zagadnienie, które zyskuje coraz większą popularność w kontekście przyszłości transportu i logistyki. W szczególności, autonomiczne pojazdy ciężarowe, dzięki zastosowaniu zaawansowanych systemów sterowania i nawigacji, posiadają zdolność do całkowitego przejęcia odpowiedzialności za proces fizycznego przemieszczania ładunków. Potencjał tej technologii w zakresie usprawnienia wydajności transportu, redukcji kosztów operacyjnych oraz zwiększenia bezpieczeństwa drogowego jest imponujący. Implementacja tego rozwiązania wiąże się jednak z wieloma wyzwaniami technologicznymi, prawnymi i społecznymi. Jest to m.in. adaptacja infrastruktury, ujednolicenie prawa czy też akceptacja społeczna. Z danych Głównego Urzędu Statystycznego wynika, że w 2023 roku w Polsce z wykorzystaniem transportu samochodowego przewieziono 1942,8 mln ton ładunków, co jest istotne w kontekście rozwoju sektora logistycznego [Bawelska i in., 2024, s. 16; Budna i in., 2025]. Celem artykułu jest przybliżenie idei autonomicznych pojazdów ciężarowych, omówienie ich zastosowania w kontekście logistycznym oraz za pomocą analizy SWOT identyfikacja mocnych i słabych stron, szans i zagrożeń.

1. Rola autonomicznych pojazdów.

Pojazd autonomiczny według Dz.U.2024.1251 tj. art. Art. 65k. - [Definicja pojazdu autonomicznego] - Prawo o ruchu drogowym jest to „pojazd samochodowy, wyposażony w systemy sprawujące kontrolę nad ruchem tego pojazdu i umożliwiające jego ruch bez ingerencji kierującego, który w każdej chwili może przejąć kontrolę nad tym pojazdem”. Oznacza to, że taki pojazd wyposażony jest w nowoczesne technologie takie jak czujniki, kamery, radary czy algorytmy sztucznej inteligencji, które pozwalają na bieżącą rejestrację otoczenia i samodzielne przemieszczanie się do różnych miejsc [Dz.U.2024.1251, 2024].

Obecna klasyfikacja autonomiczności została stworzona przez Society of Automotive Engineers International (SAE International) w standardzie oznaczonym jako J3016. Klasyfikacja ta obejmuje sześć poziomów autonomii pojazdów od zera do pięciu (tabela 1). Największa zmiana zachodzi między poziomem drugim i trzecim, gdzie to system może przejąć pełną kontrolę.

Tab. 1. Klasyfikacja poziomów autonomiczności

Poziom	Nazwa	Charakterystyka	Sterowanie
0	Brak autonomiczności	Wszystkie działania związane z prowadzeniem są realizowane przez człowieka. Są to starsze modele pojazdów, które nie posiadają technologicznych instalacji ułatwiających proces prowadzenia.	Człowiek
1	Wsparcie podczas jazdy	Asysta kierowcy przez system np. system hamowania awaryjnego bądź elektroniczny system wspomagania układu kierowniczego w samochodach.	Człowiek i system
2	Ograniczona autonomiczność	Wsparcie kierowcy przez jeden lub kilka systemów. Pojazd porusza się samodzielnie, jednak kierowca musi monitorować sytuację i być gotowy do przejęcia kontroli.	System
3	Warunkowa autonomiczność	System przejmuje kontrolę nad prowadzeniem pojazdu, natomiast kierowca zobligowany jest do interweniowania, gdy zajdzie taka potrzeba.	System
4	Bardzo wysoka autonomiczność	Wszystkie czynności związane z prowadzeniem są realizowane przez system. Pojazdy są zdolne do samodzielnej jazdy, jednak nie są całkowicie autonomiczne.	System
5	Całkowita autonomiczność	Pełna autonomiczność, pojazd nie potrzebuje żadnych komponentów nadzorujących i sterujących, w tym m.in. kierowcy i kierowcy.	System

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Neumann, 2018, s. 787-788; Ejdyś i in., 2024, s. 245].

Według autorów raportu „Freeing the Road. Shaping the Future for Autonomous Vehicles”, opracowanego przez niezależną organizację Policy Network, wyróżniono trzy scenariusze wdrożenia samochodów autonomicznych, uwzględniające ich wpływ na społeczeństwo i gospodarkę. Scenariusze te to:

- proaktywny – w tym przypadku pojazdy autonomiczne są wprowadzane na rynek w szybkim tempie, a ich rozwój wspierany jest przez politykę o długofalowej wizji, która ma na celu maksymalizację korzyści. Sektor publiczny aktywnie oferuje wsparcie w zakresie badań i rozwoju, zapewnia konieczną infrastrukturę oraz proaktywnie angażuje się w zagospodarowanie przestrzenne i rynek pracy. Konsumenci szybko nabierają zaufania do technologii związanej z autonomiczną jazdą, a producenci są zdolni do zaspokojenia popytu związanego z wieloma modelami pojazdów;
- stopniowy – autonomiczne środki transportu są wprowadzane w tempie przewidywanym przez branżę, lęk i sceptycyzm konsumencki zostaje stopniowo, ale powoli zażegnany. Polityka publiczna reaguje tylko na nieudane działania rynkowe, co oznacza, że korzyści płynące z autonomicznych pojazdów są możliwe, ale nie są wspierane przez sektor publiczny;
- reaktywny – rozwój technologii pojazdów autonomicznych jest opóźniony przez nieoczekiwane okoliczności. Polityka publiczna propaguje status quo w branży poprzez subsydiowanie obecnych podmiotów na rynku i wprowadzanie restrykcyjnych regulacji na rynku pracy w branży transportowej [Ranft i in., 2016, s. 37].

Prognozy autorów raportu „Freeing the Road. Shaping the Future for Autonomous Vehicles” wskazują, że bez względu na to, który z trzech powyższych scenariuszy zostanie wprowadzony, rynek autonomicznych pojazdów ciężarowych będzie rozwijał się najszybciej. W tym przypadku znacznie łatwiej jest uzyskać zwrot inwestycji z powodu znacząco większej liczby osiągalnych motogodzin takiego pojazdu [Gdek-Hawlena i Krawiec, 2018, s. 20-21]. Wdrożenie autonomicznych ciężarówek może przechodzić przez kilka etapów implementacji. Początkowo możliwe jest tworzenie konwojów, w których tylko pierwszy pojazd jest prowadzony przez człowieka, a kolejne podążają autonomicznie, komunikując się bezprzewodowo. Następnym krokiem jest częściowa automatyzacja – każdy pojazd nadal ma kierowcę, ale jego rola ogranicza się do interwencji w razie problemów. Ostatecznie możliwe jest pełne zdalne sterowanie, gdzie kierowcy monitorują i kontrolują pojazdy z centrów operacyjnych. Największy potencjał autonomiczne ciężarówki mają na autostradach, gdzie nie występują piesi ani skomplikowane skrzyżowania. Automatyzacja transportu drogowego może skrócić czas dostaw, zmniejszyć koszty operacyjne i wyeliminować przerwy związane z ograniczeniami czasu pracy kierowców. Zdalne sterowanie może także poprawić warunki pracy kierowców, którzy zamiast długich tras mogliby pracować w biurach, podobnie jak kontrolerzy lotów [Janczewski, 2018, s. 204-206].

Oparty na manualnym zarządzaniu procesami, transport drogowy jest postrzegany jako mało efektywny i opóźniony względem innych sektorów gospodarki.

W 2016 roku wykorzystanie zdolności przewozowych wynosiło jedynie 60%, głównie z powodu pustych przebiegów i niskiego wypełnienia przestrzeni ładunkowej. Ze względu na regulacje prawne, czas pracy pojedynczego kierowcy jest ograniczony do maksymalnie 10 godzin dziennie, co oznacza, że pojazdy znajdują się znaczną część doby na parkingach zamiast w trasie.

Dzięki automatyzacji systemy mogą eliminować puste przebiegi, dynamicznie planować zasoby i dostosowywać trasy w czasie rzeczywistym. Połączenie autonomicznych technologii z innowacjami Przemysłu 4.0, takimi jak blockchain [Kucharczyk i in., 2021], sztuczna inteligencja i Internet Rzeczy (IoT), pozwolić może na pełną transparentność łańcucha dostaw oraz bieżącą optymalizację przewozów. Największy przełom może nastąpić w przewozach długodystansowych. Autonomiczne ciężarówki będą realizować główne trasy między centrami logistycznymi, natomiast pierwszą i ostatnią milę obsłużą pojazdy nisko tonażowe prowadzone przez kierowców. To rozwiązanie może przynieść znaczne oszczędności, redukując liczbę wymaganych pojazdów nawet o 50%. Ponadto, inteligentne systemy nadzoru technicznego umożliwią aktywne wykrywanie usterek, minimalizując ryzyko awarii i przestojów [Trębicki, 2019, s. 132-133].

Autonomiczne systemy transportowe potrafią w czasie rzeczywistym analizować dane pochodzące z różnych źródeł, takich jak natężenie ruchu. Pozwala to dynamicznie optymalizować trasy dostaw, skracając przy tym czas przejazdu. Dodatkowo poprawia efektywność zużycia paliwa lub energii elektrycznej poprzez płynne, a zarazem ekologiczne przyspieszanie i hamowanie. Inteligentne zarządzanie ruchem umożliwia ograniczenie zatorów drogowych, a także minimalizuje ryzyko kolizji. Wszystkie te rozwiązania mogą w przyszłości znacząco zmniejszyć emisję spalin, poprawiając jakość powietrza i przyczyniając się do bardziej zrównoważonego transportu w miastach [Różański, 2024, s. 136; Guzowski i in., 2024; Szpilko i in., 2023].

Jedną z największych obaw dotyczących wdrożenia autonomicznych pojazdów ciężarowych jest zbyt znaczące poleganie na technologii. Kierowanie pojazdem to zadanie wymagające dużej odpowiedzialności, którego całkowite przekazanie pod kontrolę systemu automatycznego może nie być najlepszym rozwiązaniem. W zautomatyzowanym systemie transportowym bezpieczeństwo w pełni zależy od infrastruktury oraz działania oprogramowania [Wołodźko i Zalewski, 2018, s. 88]. Ponadto, kwestia odpowiedzialności prawnej w momencie wypadku spowodowanego przez autonomiczny pojazd do tej pory nie jest rozstrzygnięta. Nie ma jednoznacznej odpowiedzi na to, kto powinien ponosić odpowiedzialność – czy będzie to producent pojazdu, twórca oprogramowania czy może inny podmiot. Istnieją także poważne wątpliwości dotyczące odpowiedzialności, niezawodności systemów, ochrony prywatności, bezpieczeństwa, a także potencjalnej podatności na ataki terrorystyczne

[Janczewski, 2018, s. 202]. Kolejną niewątpliwą wadą jest brak obecności człowieka podczas potencjalnego wypadku, szczególnie w kontekście udzielania pierwszej pomocy. W przypadku autonomicznych pojazdów, które nie wymagają bezpośredniego nadzoru ze strony kierowcy, pojawia się ryzyko, że w czasie kolizji nie będzie nikogo, kto mógłby natychmiast zareagować i udzielić niezbędnej pomocy poszkodowanym. Choć autonomiczne samochody mogą posiadać zaawansowane systemy, brak fizycznej obecności człowieka w pojeździe może utrudnić szybką interwencję, która w wielu sytuacjach jest niezbędna podczas ratowania życia.

2. Zastosowania autonomicznych samochodów ciężarowych

Postępująca automatyzacja transportu drogowego stanowi jedno z kluczowych wyzwań i jednocześnie największych możliwości współczesnej logistyki. W obliczu rosnącego zapotrzebowania na przewóz towarów oraz deficytu wykwalifikowanych kierowców, coraz większą uwagę poświęca się autonomicznym pojazdom ciężarowym. Ich wdrożenie może przyczynić się do zwiększenia efektywności transportu, redukcji kosztów operacyjnych oraz poprawy bezpieczeństwa na drogach.

Aby sprostać problemowi niedoboru kierowców, Amazon nawiązał współpracę z firmą Embark, która specjalizuje się w rozwoju technologii autonomicznych ciężarówek. Pojazdy te są wyposażone w zaawansowane systemy sensoryczne, takie jak kamery, radary i czujniki lidar, zapewniające pełny, 360-stopniowy obraz otoczenia. Zebrane dane pozwalają precyzyjnie określić pozycję ciężarówki, jej odległość od innych obiektów, względną prędkość oraz trasę do celu. Moduł planowania ruchu analizuje te informacje i steruje pojazdem w kierunku wyznaczonej destynacji. Technologia jest na etapie testów, dlatego w pojazdach nadal musi znajdować się kierowca, który może przejąć kontrolę w przypadku nieprzewidzianych sytuacji [Perek, 2022, s. 70]. Innym przykładem jest przedsiębiorstwo Mercedes, pod kierownictwem prezesa Andreasa Renschlera. Był on jednym z liderów w szybkim wdrażaniu technologii autonomicznych w transporcie ciężarowym. Już w 2014 roku zaprezentował autonomiczny model Actros Future Truck 2025, sugerując, że do 2025 roku pojazdy autonomiczne będą powszechnie wykorzystywane na drogach. Początkowo marka intensywnie promowała rozwój tej technologii, jednak po kilku latach zmniejszyła swoje zaangażowanie, prawdopodobnie ze względu na liczne wyzwania techniczne, prawne i organizacyjne, które utrudniały szybkie wdrożenie takich systemów. Podobnie inni producenci, tacy jak MAN i Volvo, bardziej realistycznie oceniali możliwości autonomicznego transportu, zwracając uwagę na problemy związane z akceptacją społeczną oraz różnorodnością warunków drogowych. Istnieje duża różnica między autonomiczną taksówką poruszającą się w zatłoczonym

mieście a ciężarówką jadącą po pustych autostradach. Mimo to technologia powoli ewoluuje i dostosowuje się do różnych scenariuszy użytkowania.

W kontekście rozwoju autonomicznych ciężarówek kluczowym czynnikiem stają się zmieniające się oczekiwania klientów, szczególnie w zakresie szybkich dostaw, zwłaszcza tzw. dostaw ostatniej mili. Konsumenci oczekują błyskawicznej obsługi, często jeszcze tego samego dnia, w precyzyjnie określonym miejscu – nawet jeśli zmienia się ono w czasie rzeczywistym. Przyszłe systemy autonomicznych ciężarówek, zintegrowane z inteligentnymi systemami transportowymi (ITS) i rozwiązaniami MaaS (Mobility as a Service), mogą zrewolucjonizować logistykę. Przykładowo, autonomiczne ciężarowe drony transportowe mogłyby dostarczać towary w wyznaczone miejsca, w czasie rzeczywistym, takie jak szlaki biegowe, konkretne przystanki komunikacyjne, czy nawet pojazdy w ruchu, dostosowując się do rzeczywistych warunków na drodze. W przyszłości możliwe będzie także precyzyjne dostarczanie zapomnianych bagaży czy innych pilnych przesyłek w dowolne miejsce, zgodnie z wymaganiami klienta [Brach, 2022, s. 297-298]. Niemiecki koncern Daimler AG zaprezentował innowacyjną ciężarówkę Freightliner Inspiration Truck, która jako jedna z pierwszych została oficjalnie dopuszczona do ruchu po drogach publicznych. Pojazd porusza się po autostradach stanu Nevada (USA), wykorzystując zaawansowane systemy autonomiczne. Jego wyposażenie znacząco różni się od standardowych ciężarówek – lusterka zastąpiono wyświetlaczami z kamer, a sterowanie odbywa się głównie za pomocą dotykowych paneli. Nadal jednak zachowano kierownicę, umożliwiającą interwencję kierowcy. Po wjeździe na autostradę aktywuje się autonomiczny system Highway Pilot, który powoduje, że ciężarówka, wykorzystując radary, lasery, czujniki i kamery, automatycznie dostosowuje prędkość, hamowanie i kierowanie, zapewniając bezpieczną i efektywną jazdę.

W 2018 roku, firma DB Schenker zainicjowała badanie, które miało na celu testowanie autonomicznej ciężarówki na niemieckiej autostradzie A9. Eksperyment obejmował konwój pojazdów marki MAN, gdzie pierwszą ciężarówkę prowadził przeszkolony kierowca, a pozostałe podążały za nim w trybie autonomicznym. Inżynierowie analizowali działanie systemów wspomagających oraz efektywność technologii pojazdów bezzałogowych w realnych warunkach drogowych. Dzięki praktycznym testom eksperci mogli ocenić ich funkcjonalność i zbadać obszary wymagające dalszego dopracowania koncepcji [Sosnowski i Nowakowski, 2020, s. 148-155].

3. Metoda badawcza

W celu określenia możliwości rozwoju autonomicznych pojazdów ciężarowych przeprowadzono analizę SWOT. Analiza SWOT (S – Strengths, W – Weaknesses, O – Opportunities, T – Threats) to powszechnie stosowana i wszechstronna metoda umożliwiająca ocenę zarówno otoczenia organizacji (obszaru badawczego), jak i jej wewnętrznych zasobów [Szałata i Zwoździak, 2011, s. 1105-1106]. Ta metoda uznawana jest za jedną z najstarszych i najbardziej efektywnych metod w identyfikowaniu zalet oraz wad [Zaremba i Żmich, 2017, s. 101]. Charakterystyka czynników prezentuje się w sposób następujący:

- Mocne strony (Strengths) – wewnętrzne atuty, które w korzystny sposób pozwalają danej inicjatywie wyróżnić się na tle konkurencji.
- Słabe strony (Weaknesses) – negatywne aspekty wewnętrzne, stanowiące przeszkody lub ograniczenia w skutecznym funkcjonowaniu danego rozwiązania.
- Szanse (Opportunities) – zewnętrzne czynniki o pozytywnym charakterze, czyli wydarzenia i tendencje zachodzące w otoczeniu, które mogą sprzyjać rozwojowi analizowanej strategii.
- Zagrożenia (Threats) – negatywne uwarunkowania zewnętrzne, które mogą utrudniać wdrażanie i rozwój danego rozwiązania, stanowiąc potencjalne bariery w jego realizacji.

4. Wyniki badań

Rozważając możliwości zastosowania autonomicznych pojazdów ciężarowych w logistyce transportu należy przeanalizować zarówno korzyści, jak i potencjalne negatywne skutki takiej zmiany. Konieczne jest również uwzględnienie możliwości oraz zagrożeń związanych z każdym etapem realizacji tego rozwiązania. Analizę SWOT zaprezentowano w tabeli 2.

Tab. 2. Analiza SWOT

Lp.	Silne strony	Słabe strony
1.	Bezpieczny środek transportu	Poleganie na technologii
2.	Wbudowane systemy zapewniające ekonomiczny styl jazdy	Wysoki koszt zakupu i eksploatacji
3.	Całkowita dyspozycyjność przez całą dobę	Niezbędna wykwalifikowana kadra do serwisu systemów
4.	Brak ograniczeń czasowych tak jak w przypadku kierowców zawodowych	Brak jasno sprecyzowanych przepisów prawnych
5.	Duża liczba czujników, kamer i radarów, które monitorują otoczenie w czasie rzeczywistym	Konieczność dostosowania infrastruktury
6.	Zwiększona pojemność pojazdu z uwagi na brak występowania kierowcy i jego kabiny	Zasięg na jednym ładowaniu jest ograniczony pod względem kilometrów
7.	Pozytywny wpływ na środowisko przez redukcję dwutlenku węgla	
	Szanse	Zagrożenia
8.	Kierowcy zamiast spędzać długie godziny w trasie, mogliby wykonywać pracę biurową	Brak akceptacji ze strony społeczeństwa
9.	Oszczędność kosztów m.in wynagrodzenie kierowców, paliwo	Zdalne sterowanie pojazdem, może wiązać się z opóźnieniami w przesyłaniu sygnałów, szczególnie w przypadku dużych odległości
10.	Wzrost bezpieczeństwa na drogach	Zbyt skomplikowana złożoność systemu sterowania pojazdem
11.	Szybsze dostawy realizowane na czas, możliwe przez zlikwidowanie ograniczeń dotyczących czasu pracy kierowców i postojów na parkingach	Brak obecności osoby, która mogłaby zareagować na występujące awarie pojazdu
12.	Zmniejszenie zużycia podzespołów pojazdu poprzez ekonomiczną jazdę	Trudności z ustaleniem osoby odpowiedzialnej za przewóz
13.	Optymalizacja czasu trasy do bezwzględniego minimum za pomocą nowoczesnych systemów	Zdalne sterowanie pojazdem, może wiązać się z opóźnieniami w przesyłaniu sygnałów, szczególnie w przypadku dużych odległości
14.	Wykrywanie usterek w czasie rzeczywistym, minimalizując przy tym ryzyko awarii i przestojów	Ryzyko nieudzielenia pierwszej pomocy osobie poszkodowanej przy wypadku lub kolizji
15.	Wyeliminowanie zjawiska kongestii	

Źródło: opracowanie własne.

5. Wyniki Analizy SWOT

5.1. Zalety autonomicznych samochodów ciężarowych

Zastosowanie autonomicznych samochodów ciężarowych daje wiele korzyści, które przyczynią się przede wszystkim do zrównoważonej logistyki transportu drogowego. Pojazdy są niskoemisyjne i posiadają systemy zapewniające ekonomiczną jazdę, dlatego pozytywnie wpłyną na środowisko, nawet pracując całą dobę. Dzięki dużej liczbie czujników i radarów, które stale będą monitorować pojazd, zwiększy się bezpieczeństwo transportu drogowego, gdyż w czasie rzeczywistym system interweniuje na panujące warunki otoczenia.

5.2. Wady autonomicznych samochodów ciężarowych

Mimo swoich zalet, te rozwiązanie wiążą się również z istotnymi wyzwaniami, takimi jak wysoki koszt zakupu i eksploatacji oraz konieczność wykwalifikowanej kadry do serwisowania zaawansowanych systemów. Poleganie na technologii niesie ryzyko awarii systemów, a infrastruktura drogowa wymaga dostosowania do nowego modelu transportu. Wszystkie te czynniki stanowią wyzwania, które muszą zostać rozwiązane, aby autonomiczne ciężarówki mogły w pełni zrewolucjonizować branżę logistyczną i przynieść oczekiwane korzyści w przyszłości.

5.3. Możliwości autonomicznych samochodów ciężarowych

Zastosowanie autonomicznych ciężarówek wprowadza nowy poziom efektywności w logistyce, eliminując ograniczenia czasu pracy kierowców i przyspieszając realizację dostaw. Dzięki ekonomicznej jeździe i optymalizacji tras transportowych zmniejsza się zużycie pojazdów oraz możliwość występowania zatorów drogowych, co pozytywnie wpływa na redukcję kosztów operacyjnych i lepsze funkcjonowanie przedsiębiorstwa. Zamiast spędzać długie godziny w trasie, kierowcy mogą skupić się na zadaniach biurowych, co przyczyni się do większego komfortu ich pracy oraz bezpieczeństwa.

5.4. Bariery autonomicznych samochodów ciężarowych

Niestety implementacja takiego rozwiązania może nie przynieść pożądaných efektów. Technologie wykorzystywane do zastosowania autonomicznych ciężarówek są kosztowne i trudne we wdrożeniu. Kluczowymi wyzwaniami są regulacje

prawne, które nie przewidują jeszcze przemysłu autonomicznych pojazdów w transporcie drogowym. W dodatku, społeczeństwo obawia się, że wykluczenie kierowców może przyczynić się do niepewności, w związku z odpowiedzialnością za udział w potencjalnych kolizjach.

Podsumowanie

Autonomiczne samochody ciężarowe rewolucjonizują transport drogowy, przynosząc liczne korzyści w zakresie bezpieczeństwa, efektywności operacyjnej oraz redukcji kosztów. Wraz z rozwojem technologii nowoczesne systemy automatyki odgrywają coraz większą rolę, zmieniając codzienne funkcjonowanie branży transportowej. Jednak każdy postęp technologiczny niesie za sobą wyzwania, lęki i niepewności, którym należy stawić czoła, aby w pełni wykorzystać jego potencjał.

W kontekście autonomicznych pojazdów ciężarowych firmy dostrzegają duże możliwości optymalizacji procesów logistycznych. Wprowadzenie tej technologii może znacząco zwiększyć wydajność transportu, skrócić czas dostaw oraz obniżyć koszty operacyjne, otwierając nowe perspektywy dla całej branży. Rynek autonomicznych samochodów ciężarowych jest wciąż rozwijającą się dziedziną, która wymaga jeszcze wielu badań z zakresu złożoności systemu sterowania pojazdem. Nadmierne poleganie na technologii, może zawieść w nieprzewidzianych sytuacjach. W przypadku wypadków lub kolizji, autonomiczne systemy nie są w stanie zapewnić natychmiastowej pierwszej pomocy poszkodowanym. Po dokonaniu przeglądu literatury wynikało, że kluczowym problemem jest również brak regulacji prawnych odnośnie autonomicznych pojazdów. Jeśli te wyzwania zostaną spełnione, autonomiczne ciężarówki mogą zrewolucjonizować branżę transportową, przynosząc korzyści zarówno przedsiębiorcom, jak i środowisku. Analiza SWOT wskazuje, że idea autonomicznych ciężarówek przyniesie wiele korzyści - nie tylko w kontekście gospodarczym, ale również w społecznym. Kierowcy samochodów ciężarowych, nie narażaliby swojego zdrowia przez długie godziny spędzone podczas jazdy, tylko mogliby pracować w zrównoważonym środowisku biurowym. Te rozwiązanie mogłoby wpłynąć na większą efektywność dostaw poprzez fakt, że autonomiczna ciężarówka jest dyspozycyjna przez całą dobę oraz nie ma ograniczeń czasowych tak jak w przypadku kierowców zawodowych. Co więcej, zwiększona pojemność pojazdu, z uwagi na niewystępowanie kokpitu mogłaby przyczynić się do zwiększonej zdolności przewozowej.

Obecnie obserwuje się powolne, stopniowe przystosowanie społeczeństwa do autonomicznego świata technologii. Postęp bywa trudny do zaakceptowania, ale jest konieczny, by iść dalej na przód. Autonomiczne pojazdy ciężarowe bez wątpienia

stanowiłyby przełomowe osiągnięcie w logistyce transportowej 5.0. Można by powiedzieć, że byłby to „Nowy Level w Grze Logistycznej”.

ORCID iD

Marta Jarocka: <https://orcid.org/0000-0002-2610-8007>

Literatura

1. Bawelsk A., Bącela K., Budny D., Jóźwicka K., Kaczmarczyk K., Krejner I., Pawłowska J., Schodowski G., Stochniałek B. (2024), *Transport drogowy w Polsce w latach 2022 i 2023*, Urząd Statystyczny w Szczecinie, Ośrodek Statystyki Transportu i Łączności, Warszawa, Szczecin.
2. Budna K., Rogowska W., Szpilko D. (2025), *Autonomiczny transport przyszłości - ocena ryzyka zagrożeń latających taksówek*, Akademia Zarządzania, 9(1), s. 214-243.
3. Dz.U.2024.1251 tj. art. Art. 65k. - [Definicja pojazdu autonomicznego], <https://sip.lex.pl/akty-prawne/dzu-dziennik-ustaw/prawo-o-ruchu-drogowym-16798732/art-65-k>, [19.08.2024].
4. Neumann T. (2018), *Perspektywy wykorzystania pojazdów autonomicznych w transporcie drogowym w Polsce*, AUTOBUSY Technika, Eksploatacja, Systemy transportowe nr 12, Gdynia. s. 787-788.
5. Ejdyś J., Strojny P., Zazulka N. (2024), Społeczna akceptacja rozwiązań inteligentnej mobilności miejskiej na przykładzie autonomicznych autobusów w Białymstoku, Akademia Zarządzania, Białystok.
6. Ranft F., Adler M., Diamond P., Guerrero E., Laza M., *Freeing the Road: Shaping the future for autonomous vehicles*, A Policy Network Special Report, United Kingdom, 2017.
7. Gdek-Hawlena T., Krawiec K. (2018), *Perspektywy rozwoju autonomicznego transportu drogowego towarów, część I*, Ekonomika i Organizacja Logistyki 3, Gdynia.
8. Guzowski M., Aneszko W., Giegiel B., Szpilko D. (2024), *Zastosowanie Internetu Rzeczy w kontekście zrównoważonego rozwoju przedsiębiorstw w branży TSL*, Akademia Zarządzania 8 (3), s. 261-276.
9. Janczewski J. (2018), *Inteligentne i autonomiczne samochody w transporcie osób i rzeczy*, Zarządzanie Innowacyjne w Gospodarce i Biznesie, Łódź.

10. Kucharczyk W., Kucharczyk M., Szpilko D. (2021), *Zastosowanie technologii blockchain w transporcie morskim. Studium przypadku*, Akademia Zarządzania 5 (3), s. 155-173.
11. Trębicki T. (2019), *Konkurowanie na Europejskim rynku przewozów drogowych w okresie poprzedzającym pogłębioną transformację cyfrową*, Problemy Transportu i Logistyki, Szczecin.
12. Różański M. (2024), *Wybrane trendy w branży motoryzacyjnej a przyszłość logistyki ostatniej mili*, Zeszyty Studenckie „Nasze Studia”, Gdańsk.
13. Wołodźko K., Zalewski D. (2018), *Autonomiczny transport drogowy przyszłością logistyki XXI wieku*, Ekonomia i Organizacja Logistyki, Warszawa.
14. Perek J. (2022), *Wpływ Internetu Rzeczy na rozwój e-commerce na przykładzie przedsiębiorstwa Amazon*, Academic Review Of Business And Economics, Katowice.
15. Brach J. (2022), *Zastosowanie paliw alternatywnych a alternatywnych zespołów napędowych w samochodach ciężarowych klas tonażowych średniej i ciężkiej w warunkach zachodnioeuropejskich. Wyzwania i ograniczenia – aspekty praktyczne*, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, Wrocław.
16. Sosnowski J., Nowakowski Ł. (2020), *Innowacje kreujące nowe wartości w transporcie samochodowym*, Uniwersytet Łódzki, Łódź.
17. Szałata Ł., Zwoździak J. (2011), *Analiza SWOT jako podstawowe narzędzie w zarządzaniu środowiskiem*, Środkowo - pomorskie towarzystwo naukowe ochrony środowiska, Wrocław.
18. 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.
19. Zaremba M., Żmich K. (2017), *Przyszłość na kołach - autonomiczne pojazdy w transporcie ciężarowym*, Journal of Translogistics, Wrocław.

Development perspectives of autonomous trucks

Abstract

In The topic discussed in the article concerns the future development of autonomous trucks. The actual implementation of such vehicles involves many challenges. The characteristics and classification of these trucks, as well as scenarios for their implementation, have been presented. Additionally, specific applications of autonomous trucks in different companies

have been introduced. The benefits and potential drawbacks of their use have been thoroughly analyzed. To better understand the development perspectives, a SWOT analysis has also been conducted.

Key words

autonomous trucks, logistics, autonomy