

Natalia PIKUŁA¹, Piotr CZECH²

Opiekun naukowy: Piotr CZECH²

AUTONOMICZNY TRANSPORT DROGOWY W WYBRANYCH KRAJACH UNII EUROPEJSKIEJ

Streszczenie: Celem artykułu była analiza poziomu autonomicznego transportu drogowego w wybranych krajach należących do Unii Europejskiej. Szczególną uwagę zwrócono na prowadzoną politykę oraz realizowane testy na drogach publicznych.

Słowa kluczowe: transport, transport drogowy, transport autonomiczny

AUTONOMOUS ROAD TRANSPORT IN SELECTED EUROPEAN UNION COUNTRIES

Summary: The aim of the article was to analyze the level of autonomous road transport in selected countries belonging to the European Union. Particular attention was paid to the policy and tests carried out on public roads.

Keywords: transport, road transport, autonomous transport

1. Wprowadzenie

Z założenia pojazdy autonomiczne działają przy jak najmniejszej ingerencji człowieka [1]. Przyjmuje się kilka klas autonomiczności samochodów. Zaczynając od pojazdów, w których występuje tylko wspomaganie człowieka w czasie jazdy, a skończywszy na w pełni samodzielnie poruszającym się po drodze pojeździe. Aktualnie na świecie powstało kilka klasyfikacji, bardziej lub mniej zbliżonych do siebie. Na uwagę na pewno zasługuje klasyfikacja wg. Stowarzyszenia Inżynierów Motoryzacji SAE (ang. Society of Automotive Engineers), oraz Amerykańskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego NHTSA (ang. National Highway Traffic Safety Administration). W pierwszej wyróżniono klasę 0 i pięć kolejnych usystematyzowanych według wzrastającego stopnia autonomizacji pojazdu [2].

¹ Politechnika Śląska, Wydział Transportu i Inżynierii Lotniczej, specjalność: technika i zarządzanie transportem samochodowym

² Prof. dr hab. inż., Politechnika Śląska, Wydział Transportu i Inżynierii Lotniczej

Druga natomiast oprócz klasy 0 wskazuje jeszcze cztery możliwe poziomy autonomizacji samochodu [3].

Warto zauważyć, że autonomiczne pojazdy są testowane na drogach publicznych krajów Unii Europejskiej już od kilku lat. Pojazdy autonomiczne to niewątpliwie przyszłość transportu. Zainteresowani są nimi najwięksi światowi producenci pojazdów [4]. Pozostaje tylko pytanie, czy obecne prawodawstwo jest gotowe na powszechne użycie tego typu środków transportu.

2. Analiza autonomicznego transportu wybranych krajów europejskich

Od czasu, gdy porozumiano się w sprawie przepisów dotyczących pojazdów autonomicznych wiadomo między innymi, że takie pojazdy nie mogą jechać szybciej niż 60 km/h w czasie kiedy komputer jest odpowiedzialny za pojazd. Międzynarodowe przepisy, czyli regulamin ONZ nr 157 dotyczący pojazdów autonomicznych został uzgodniony przez pięćdziesiąt trzy kraje z całego świata, w tym państwa członkowskie Unii Europejskiej [5]. Dotyczą one regulacji autonomii trzeciego stopnia. Wcześniej pojazdy takie nie miały regulacji prawnych w większości krajów. Takie rozporządzenie pozwala na szybszy rozwój transportu autonomicznego. Regulacje prawne dopuszczają poruszanie się takich pojazdów na drogach oddzielonych poprzez barierę przeciwne pasy ruchu, oraz nie może być tam pieszych i rowerzystów. W wielu krajach są to drogi szybkiego ruchu i autostrady. Regulacja nakłada obowiązek posiadania tzw. czarnej skrzynki, czyli rejestratora danych. Urządzenie musi działać wtedy, kiedy komputer przejmuje stery nad pojazdem. Dodatkowo samochód musi posiadać funkcję wykrywania zdolności kierowcy do przejścia kontroli nad pojazdem, czyli przykładowo, czy kierowca nie zasypia. Przepisy stanowią także, że systemy operacyjne pojazdów autonomicznych muszą być regularnie aktualizowane [6].

Francja jest jednym z czołowych rewolucjonistów w dziedzinie pojazdów autonomicznych w Europie. We Francji jest zalegalizowany czwarty poziom autonomii. Oznacza to, że komputer steruje pojazdem, a kierowca nie jest potrzebny, aby nadzorować sytuację. Pod koniec 2021 roku we Francji został wprowadzony do komunikacji miejskiej autonomiczny minibus (rysunek 1 [7]). Minibus porusza się po drodze publicznej, jest to jedynie 600 metrów drogi, ale na tym odcinku pojazd porusza się wraz z innymi uczestnikami ruchu takimi jak rowery i samochody [7].

Mówiąc o pojazdach, które poruszają się drogą publiczną, we Francji możliwy jest trzeci poziom autonomii, tj. samochód może sam jechać, ale człowiek musi być w gotowości do przejścia sterów. Jeśli kierowca nie zareaguje na informację o przejściu kierownicy, wtedy samochód zatrzymuje się. Z tego rodzaju autonomii we Francji można skorzystać przy ograniczeniu prędkości jazdy do 60 km/h, w dodatku na drogach gdzie nie ma pieszych oraz rowerzystów, oraz tam gdzie znajduje się pas zieleni [8].

W Niemczech autonomicznym pojazdom poświęcono ustawę [9]. Chodzi tutaj o możliwość wprowadzenia autonomii czwartego stopnia. Kolejnym krokiem jaki chcą podjąć Niemcy to wprowadzenia autonomii piątego stopnia, czyli pełnego zautomatyzowania pojazdów, które radzą sobie bez żadnej ingerencji człowieka. Takie pojazdy mogą samodzielnie pokonywać skrzyżowania czy przejścia dla pieszych zachowując przy tym należyte bezpieczeństwo [10].



Rysunek 1. Autonomiczny minibus EasyMile EZ10 [7]

Niemcy tak jak inne kraje, na początek chcą wprowadzenia pojazdów autonomicznych do komercyjnego transportu towaru lub transportu osób. Dwie niemieckie marki samochodów inwestują w technologie samochodów autonomicznych. Pod koniec 2021 roku Mercedes-Benz jako pierwszy producent samochodów, otrzymał możliwość wdrożenia zautomatyzowanego systemu, który pozwala na warunkową automatyzację do prędkości jazdy 60 km/h przy dużym ruchu na niemieckich drogach, które mierzą w sumie trzysta tysięcy kilometrów. Z kolei Volkswagen jako pierwszy w Europie chce wdrożyć w życie pojazdy autonomiczne typu ride-pooling [11]. Ride-pooling to typ podróży, który pozwala na zebranie jak największej liczby osób, które udają się w tym samym kierunku, przykładowo do szkoły i pracy [12].

Szwedzki rząd chce, żeby Szwecja przetestowała innowacyjną technologię, która będzie krokiem do zrównoważonego transportu. Opracowano rozporządzenie, które ma na celu stworzenie warunków do próbnych eksploatacji pojazdów autonomicznych. Wykonywanie testów pojazdami zautomatyzowanymi musi być kontrolowane bezwzględnie przez człowieka. Na wykonywanie takich testów jest konieczne zezwolenie [13].

W marcu 2020 roku w Linköping w Szwecji na terenie kampusu zaczęły kursować dwa autonomiczne elektryczne wahadłowce (rysunek 2 [14]). Brały one udział w projekcie badawczym, który miał na celu zwiększanie dostępności transportu dla osób, które mają wady wzroku. Szwedzi chcą sprawdzić jak autobusy wahadłowe mogą wpływać na stworzenie lepszych warunków do podróżowania między przystankami a miejscami docelowymi, takimi jak szkoły czy miejsca usług publicznych. Komunikacja autonomiczna może stać się uzupełnieniem tradycyjnego transportu publicznego [14].



Rysunek 2. Autonomiczne wahadłowce [14]

W 2019 roku w Austrii, po okresie testów, wprowadzono do ruchu dwa autonomiczne elektryczne autobusy (rysunek 3 [15]). Pojazdy kursowały na ponad dwukilometrowej trasie i obsługiwały dziesięć przystanków. Autobusy zatrzymywały się na przystankach a drzwi były otwierane przez pasażera po naciśnięciu guzika. Pojazdy mogły zabrać dziesięciu podróżujących, ale ze względów bezpieczeństwa podróż mogła odbywać się tylko na miejscach siedzących. Pojazdy takie mogą jeździć z prędkością do 45 km/h. Jednak w Austrii dopuszczona została prędkość 20 km/h, a w rzeczywistości pojazdy te jeździły około 10 km/h. Trasę zaprogramowano poprzez GPS. Hamowanie takiego pojazdu jest bardzo gwałtowne, dlatego też mógł on przewozić podróżujących jedynie na miejscach siedzących. Autobus ten jest także bardzo wrażliwy na ruch, przez co dochodziło do zatrzymania się pojazdu w chwili zauważenia przez niego ruchu liści na drodze [15]. Niestety niedługi czas po wprowadzeniu pojazdów do ruchu, jeden z autobusów potrafił kobietę, przez co austriacki rząd zaniechał dalszych prób [16].

Finlandia opracowuje pojazdy autonomiczne, które będą radzić sobie ze złymi warunkami atmosferycznymi, przykładowo gęstą mgłą, ulewnym deszczem, śniegiem czy mrokiem. Podczas złej pogody najbardziej zaawansowane zautonomizowane pojazdy mogą nie dać sobie rady z mocnym deszczem czy mgłą. Dzieje się tak, ponieważ czujniki są dezorientowane przez brak punktów orientacyjnych. Człowiekowi złe warunki atmosferyczne potrafią się naprzykrzyć, co dopiero maszynie, która polega na kamerach i czujnikach, co podczas złej pogody może przełożyć się na problemy z niewystarczająco szybką reakcją komputera. Gorsze warunki pogodowe mogą też utrudnić ustalenie lokalizacji samochodu oraz korzystanie z systemów takich jak przykładowo GPS. Oprogramowanie Finów rozwiązuje ten problem. Połączono dane z czujników i powstała technologia, która jest nazywana fuzją czujników. W pojeździe montuje się różne czujniki, przykładowo radary, lidar czy inercyjną jednostkę pomiarową. Dostarczają one informacje o otoczeniu oraz pojeździe. Dzięki temu komputer jest w stanie wykrywać potencjalne przeszkody oraz uzyskać dokładny obraz otoczenia. Opracowane specjalne oprogramowanie może zamienić dowolny pojazd w pojazd autonomiczny. Kiedy jest potrzeba umożliwia też operatorowi zdalne nadzorowanie oraz sterowanie pojazdem

ze zdalnego centrum. Fińska firma mocno wierzy, że współdzielona mobilność oraz automatyzacja to droga do zrównoważonego transportu [17].



Rysunek 3. Elektryczny autobus Navya [15]

W Holandii autonomiczne łodzie wyprzedziły w wyścigu o wdrożenie zaautonomizowane samochody. Do kanałów Amsterdamu trafiły Roboat, czyli autonomiczne łodzie (rysunek 4 [18]). Mają one zajmować się transportem osób oraz towarów. Już w 2015 roku swoje początki miały mini Roboat. Miały wtedy miejsce eksperymenty, które polegały na autonomicznym dokowaniu. W 2020 roku nastąpiła normalizacja wymiarów łodzi i były one na tyle duże, aby na pokładzie utrzymać człowieka. Łódź zasilą nieduży akumulator, który umożliwia dziesięć godzin pracy oraz bezprzewodowe ładowanie. Dzięki GPS Roboat sam wybiera najlepszą trasę, przy czym nieustannie skanuje otoczenie, żeby uniknąć kolizji z innymi łodziami czy też mostami. Łódka wyposażona jest również w lidar oraz zestaw kamer, które umożliwiają trzysta sześćdziesięciostopniowy widok. Dodatkowo, kiedy Roboat trafi na nieznaną obiekt, przykładowo kajak, oznacza go jako nieznaną. Dzięki temu system jest na bieżąco usprawniany [18].

W czerwcu 2022 roku hiszpańska firma wystartowała z ofertą autonomicznego transportu w porcie w Barcelonie. Projekt ten ma na celu zapewnienie autonomicznego transportu pracownikom portu. Na rysunku 5 przedstawiono autonomiczny pojazd na ulicach Barcelony [19]. Dodatkowo, we wrześniu 2022 roku na granicy Hiszpani z Portugalią został zaprezentowany autonomiczny pojazd wykorzystujący technologię 5G (rysunek 6 [20]). Hiszpanie chcą przetestować jak szybka sieć 5G może przyczynić się do rozwoju autonomicznych pojazdów [20].

We Flandrii w Belgii w czerwcu 2022 roku zadebiutował autonomiczny wahadłowiec (rysunek 7 [21]). Pojazd może transportować osiem osób lub paczki pocztowe. Wahadłowiec pokonuje dwu i półkilometrową trasę w około piętnaście minut.

Z transferu korzystają pracownicy firm, które znajdują się na tej trasie. Pojazd wyprodukowany został przez francuską firmę. Na ten czas wahadłowiec kursuje w formie testów, dlatego są obecne dodatkowe środki bezpieczeństwa. Przykładem może być to, że na niektórych częściach trasy zabronione jest parkowanie, wszędzie są obecne znaki ostrzegawcze, a w pojeździe musi być obecny człowiek, który w razie potrzeby może zainterweniować [21].



Rysunek 4. Kurs autonomicznej łodzi Roboat po kanale Amsterdamu [18]

W najbliższym czasie na włoskie drogi także ma wjechać autonomiczny wahadłowiec (rysunek 7 [22]). Pojazd mierzy pięć metrów długości oraz dwa metry szerokości. Może transportować nawet czternastu pasażerów. Dzięki ruchomej platformie umożliwiającej wsiadanie do środka transportu, jest on dostępny dla wszystkich. Wahadłowiec może poruszać się normalnym ruchem miejskim. Wykrywa on przeszkody, lecz na pokładzie będzie operator, aby w razie niebezpieczeństwa przejąć ster. Prędkość pojazdu wynosi około 25 km/h. Bateria wytrzymuje dziewięć godzin. Sam przejazd można zarezerwować poprzez aplikację [22].

Węgry ciągle rozwijają się w temacie nowoczesnej technologii. Jest to państwo, w którym działa wiele motoryzacyjnych firm oraz ich dostawców. Węgry biorą także udział w badaniach testowych pojazdów autonomicznych [23].

Grecja również działa w kierunku wprowadzenia autonomii do transportu. Grecy testowali autonomiczny autobus w Trikali (rysunek 9 [24]). Pojazdy te niewiele różnią się od wahadłowców w innych krajach. Pojazdy kursujące mają określoną trasę, która mierzy około dwa kilometry. Spółka zarządzająca projektem przed startem projektu uruchomiła kampanię dotyczącą tego, aby kierowcy nie wjeżdżali na trasę autobusów autonomicznych. Wiązałoby się to z mandatem. Warto też zauważyć, że pojazd jest bardzo cichy [24].



Rysunek 5. Autonomiczny pojazd Pendel Mobility [19]



Rysunek 6. Autonomiczny pojazd wspomagany technologią 5G [20]



Rysunek 7. Autonomiczny pojazd EasyMile [21]



Rysunek 8. Autonomiczny pojazd Navya [22]

Należy również wspomnieć o Litwie i Estonii, które także pracują nad badaniem oraz testowaniem pojazdów autonomicznych. Na ulice wyjechały nieduże autonomiczne pojazdy, lecz tak jak w większości krajów jest to dopiero etap testów. Na rysunku 10 pokazano autonomiczny pojazd dostawczy, który umożliwia transport ładunku o masie do sto pięćdziesiąt kilogramów na odległość stu kilometrów, który testowano w Wilnie [25]. Natomiast rysunek 11 przedstawia autonomiczny pojazd testowany w Talinie [26]. Pojazdy będące ośmioosobowymi minibusami testowano na trasie liczącej blisko dwa kilometry.

Trzeba też wspomnieć o Słowacji, która mimo tego, że pojazdy nie są dopuszczone do testów na drogach publicznych, działa w kierunku rozwoju autonomii. Słowacki rząd koncentruje się na udzieleniu wsparcia oraz pomocy przy budowie, a także

rozwoju inteligentnych miast. Rząd robi to m.in. przez przyjęcie dokumentu dotyczącego wspierania innowacyjnych rozwiązań oraz poprzez stworzenie strony internetowej, która ma służyć do publikacji programów operacyjnych, które dotyczą rozwoju inteligentnych miast [27].



Rysunek 9. Autonomiczny pojazd CityMobil2 [24]



Rysunek 10. Autonomiczny pojazd CLEVON [25]



Rysunek 11. Autonomiczny pojazd firmy Auve Tech [26]

Polska w 2030 roku zamierza wprowadzać pojazdy autonomiczne. Jest to daleka, ale obiecująca przyszłość. Mniej spalin, pojazdy bardziej energooszczędne, redukcja wypadków drogowych, zmniejszony deficyt kierowców zawodowych to tylko kilka z plusów, które przemawiają za transportem autonomicznym. Zanim się to wydarzy Polskę czeka jeszcze wiele przepraw, m.in. prawnych, ale też na gruncie technologicznym oraz infrastrukturalnym. Polskie prawo nie nadąży nad rozwojem technologii. Sama technologia nie jest natomiast na tyle rozwinięta, aby wykluczyć niepożądane zdarzenia losowe na drogach. Kolejną kwestią jest rozbudowanie infrastruktury, na co potrzeba jest solidny budżet. Istotne jest także, aby społeczeństwo było bardziej świadome oraz akceptowało pojazdy, które będą w pełni zautomatyzowane. Nie tylko Polska boryka się z tymi trudnościami, dlatego tak trudno jest wprowadzić autonomiczny transport [28].

3. Podsumowanie

Nie można zaprzeczyć stwierdzeniu, że problemy z dopuszczeniem pojazdów autonomicznych na drogi publiczne wiążą się z brakiem aktualizacji przepisów prawa. W wielu krajach Unii Europejskiej testowanie pojazdów zautomatyzowanych na drogach publicznych jest dozwolone, jednak potencjalni użytkownicy w większości państw nie mają jednak możliwości ich użytkowania. Użytkownicy pojazdów zautomatyzowanych z reguły muszą zadowolić się drugim poziomem autonomii, lecz w niektórych państwach istnieje możliwość skorzystania z pojazdów na trzecim i czwartym poziomie, w specjalnie przeznaczonych do tego celu miejscach – przykładowo na autonomicznym parkingu.

Zastanawiające jest, czy problem z upowszechnieniem autonomicznych pojazdów wynika tylko z braku odpowiednich przepisów prawa. Wydaje się, że jednak nie. Ludzie nie wyrażają aprobaty w stosunku do pojazdów autonomicznych. Zbyt mała

wiedza w tej tematyce niewątpliwie przekłada się na niechęć do wprowadzania kolejnych poziomów autonomii w pojazdach.

LITERATURA

1. CHOROMAŃSKI W., GRABAREK I., KOZŁOWSKI M., CZEREPICKI A., MARCZUK K.A.: Pojazdy autonomiczne i systemy transportu autonomicznego. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa, Polska 2020. ISBN: 9788301211028.
2. Society of Automotive Engineers. Portal internetowy SAE. Dostępny na: <https://www.sae.org/>.
3. National Highway Traffic Safety Administration. Portal internetowy NHTSA. Dostępny na: <https://www.nhtsa.gov/>.
4. WATZENIG D., HORN M. (red.): Automated Driving. Safer and More Efficient Future Driving. Wydawnictwo Springer. Szwajcaria 2017. ISBN: 978-3-319-31895-0.
5. Regulamin ONZ nr 157 - Jednolite przepisy dotyczące homologacji pojazdów w zakresie automatycznego systemu utrzymania pasa ruchu [2021/389]. Warszawa, Polska, 13 marca 1979. Dz.U.U.E.L.2021.82.75.
6. Są przepisy dla samochodów autonomicznych. Porozumiało się 50 krajów z całego. 2020. Portal internetowy moto.pl. Dostępny na: <https://moto.pl/>.
7. KOZIKOWSKA M.: EasyMile EZ10 to pierwszy autonomiczny pojazd dopuszczony do ruchu. 2021. Portal internetowy Dziennik Motoryzacji Francuskiej. Dostępny na: <https://francuskie.pl/>.
8. MORGAN E.: Semi-autonomous cars now permitted on some French roads. 2022. Portal internetowy The Connexion. Dostępny na: <https://www.connexionfrance.com/>.
9. Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Straßenverkehrsgesetzes und des Pflichtversicherungsgesetzes – Gesetz zum autonomen Fahren. Gesetzentwurf der Bundesregierung. Deutscher Bundestag. Drucksache 19/27439. 09.03.2021.
10. KOLL S.: Autonomiczne pojazdy wyjadą na niemieckie drogi. Ważna decyzja rządzących. 2021. Portal internetowy trans.iNFO. Dostępny na: <https://trans.info/pl/>.
11. Germany wants to lead the autonomous - driving revolution. 2022. Portal internetowy Autovista24. Dostępny na: <https://autovista24.autovistagroup.com/>.
12. KASPRZYCKI D.: Car-pooling. Portal internetowy Encyklopedia Zarządzania. Dostępny na: <https://mfiles.pl/>.
13. Automated vehicles. 2023. Portal internetowy Transport Styrelsen. Dostępny na: <https://www.transportstyrelsen.sel/>.
14. Transdev's autonomous shuttles in Linköping, Sweden celebrate one year. 2021. Portal internetowy Transdev the mobility company. Dostępny na: <https://www.transdev.com/>.
15. URBANOWICZ W.: Wiedeń uruchamia linię autonomicznego autobusu. Na „ostatnią milę”. 2019. Portal internetowy Transport Publiczny. Dostępny na: <https://www.transport-publiczny.pl/>.

16. Kolejna wpadka autonomicznych pojazdów. Wiedeński autobus bez kierowcy potrafił pieszego. 2019. Portal internetowy Auto Świat. Dostępny na: <https://www.auto-swiat.pl/>.
17. FUSIEK D.A.: Navigating the storm. 2022. Portal internetowy The European Investment Bank. Dostępny na: <https://www.eib.org/>.
18. Self-driving 'Roboats' ready for testing on Amsterdam's canals. Reuters. 2021. Portal internetowy New York Post. Dostępny na: <https://nypost.com/>.
19. BASTIAANSEN R., RIESTER C.: Bringing autonomous vehicles to Barcelona with Pendel Mobility. Portal internetowy Bax&Company. Dostępny na: <https://baxcompany.com/>.
20. BROWN P.: 5G-powered autonomous vehicle demoed in Spain-Portugal. 2022. Portal internetowy Electronics360 GlobalSpec. Dostępny na: <https://electronics360.globalspec.com/>.
21. First autonomous shuttle on Flanders public roads runs in the ULaaDS Mechelen Trial. 2022. Portal internetowy Urban Logistics as an on-Demand Service ULaaDS. Dostępny na: <https://ulaads.eu/>.
22. The Turin Test: First self-driving public transport vehicle hits the road in Italy. 2022. Reuters. Portal internetowy TVP World. Dostępny na: <https://tvpworld.com/>.
23. Csécsei N.: Hungary to become a key country in autonomous vehicle development. 2020. Portal internetowy Daily News Hungary. Dostępny na: <https://dailynewshungary.com/>.
24. DYBALSKI J.: Autonomiczny autobus jeździ po greckiej Trikali. 2015. Portal internetowy Transport Publiczny. Dostępny na: <https://www.transport-publiczny.pl/>.
25. First Autonomous Delivery Car Circulated the Streets of Vilnius: Demo Trip Was a Success. 2022. Portal internetowy CLEVON. Dostępny na: <https://clevon.com/>.
26. PATYK A.: Na ulicach Tallina trwają testy autonomicznych ośmioosobowych pojazdów komunikacji miejskiej. 2022. Portal internetowy Obserwator Logistyczny. Dostępny na: <https://obserwatorlogistyczny.pl/>.
27. HUTAN M.: Autonomous vehicles law and regulation in Slovakia. 2020. Portal internetowy CMS law tax future. Dostępny na: <https://cms.law/>.
28. WARNER A.: W 2030 roku pojawią się na polskich drogach pierwsze autonomiczne auta. Portal internetowy Rzeczpospolita. Dostępny na: <https://moto rp.pl/>.