

Marcin Koniak, Andrzej Czerepicki

Autonomizacja pojazdów komunikacji miejskiej

JEL: R41, L62. DOI: 10.24136/atest.2019.120.

Data zgłoszenia: 21.11.2018. Data akceptacji: 28.06.2019.

W niniejszym artykule przedstawiono zagadnienia związane z autonomizacją pojazdów, w tym komunikacji miejskiej. W pierwszej części przedstawiona została klasyfikacja poziomów autonomizacji. Na tym tle omówiono strategię producentów polegającą na rozwoju swoich produktów poprzez zapewnienie bazy sprzętowej, a następnie aktualizacji oprogramowania, tak by w pełni wykorzystać dostępne możliwości i tym samym podwyższyć poziom autonomizacji pojazdu. W kolejnej części omówione zostały systemy wspomagania kierowcy instalowane we współczesnych pojazdach. W końcowej części artykułu scharakteryzowano założenia technologii V2X (ang. Vehicle to everything) jako docelowej w rozwoju pojazdów bez kierowcy.

Słowa kluczowe: autonomizacja pojazdów, autobusy autonomiczne, komunikacja miejska.

Wstęp

Wzrastający poziom urbanizacji generuje zarówno skutki pozytywne, jak i negatywne. Silnie zurbanizowane obszary sprzyjają rozwojowi wiedzy, nauki i technologii. Wynika to przede wszystkim z dużego nagromadzenia się idei na stosunkowo niewielkim obszarze, stając się istotnym czynnikiem konkurencyjności i wzrostu gospodarczego państw i regionów [14]. Do negatywnych skutków, związanych z miejskimi systemami transportowymi zaliczyć można m.in. emisję szkodliwych substancji, w tym gazów cieplarnianych, wzrostu kongestii oraz wysokiego ryzyka wypadków komunikacyjnych. Ich konsekwencją są wysokie koszty zewnętrzne [4, 5, 16]. Próba rozwiązania tych problemów jest kreowanie zrównoważonego systemu transportowego [20, 21], obejmującego m.in. wykorzystanie pojazdów z napędem alternatywnym [3, 19].

Istotnym problemem są rosnące koszty pracy i pogłębiające się trudności z rekrutacją kierowców. Próba rozwiązania tego problemu jest autonomizacja pojazdów [17]. Tematyka ta znana i rozwijana jest od wielu lat. Ze względu na łatwość adaptacji oraz kontrolowane warunki ruchu linie metra stanowiły idealny poligon doświadczalny dla autonomizacji. Obecnie funkcjonuje ponad 20 linii metra opartych na zautomatyzowanych systemach ruchu. Znacznie większym wyzwaniem jest wprowadzenie pojazdów autonomicznych na drogi, gdzie liczba zdarzeń, które muszą być prawidłowo zinterpretowane i przetworzone jest znacznie większa. Samochody autonomiczne stanowią bez wątpienia bardzo ważny element ewolucji pojazdów i organizacji ruchu na drogach. Przewiduje się, że pozytywnie wpłyną na bezpieczeństwo, punktualność komunikacji miejskiej, rozwój usług takich jak współużytkowanie pojazdów (ang. *car sharing*) [18], czy ekonomię i ekologię transportu. W komunikacji miejskiej oczekuje się po wprowadzeniu autonomicznych pojazdów wzrostu bezpieczeństwa poprzez wyeliminowanie efektu zmęczenia kierowcy, czy jego gorszej dyspozycji danego dnia. Istotny jest także czas reakcji. W przypadku systemu automatycznego są to dziesiąte części sekundy, dla człowieka to około 1 sekundy. Dzięki komunikacji pojazdów między sobą i infrastrukturą możliwe będzie płynne prowadzenie ruchu w trudnych warunkach pogodowych lub innych wymagających warunkach

drogowych. W takich sytuacjach pojazdy same dostosują prędkość i odstęp. System sterowania będzie przestrzegał zachowania prawidłowej prędkości, pierwszeństwa, czy reakcji na kolor światła na sygnalizatorze. Nadzór nad autonomiczną komunikacją mogłyby przejąć, po adaptacji, istniejące centra sterowania ruchem, gdzie odpowiednio przeszkolony personel obserwowałby i w miarę potrzeby reagował na nietypowe sytuacje.

By dobrze zrozumieć złożoność zagadnienia jakim jest autonomizacja pojazdów należy poznać jej poszczególne poziomy. Zostały one opisane poniżej [2].

Poziom 0: brak autonomizacji. Jest to podstawowy poziom. Kierowca (człowiek) steruje wszystkim: kierowaniem, hamulcami, przepustnicą, mocą. Ten poziom to nic innego jak tradycyjne kierowanie pojazdem.

Poziom 1: wspomaganie kierowcy. W tym przypadku automatyzowana jest jedna wybrana funkcja przykładowo kierowanie, przyspieszanie lub hamowanie. Pozostałe funkcje nadal kontrolowane są przez kierowcę, dodatkowo obowiązany jest on do obserwacji sytuacji na drodze, trzymania rąk na kierownicy i interwencji w razie konieczności.

Poziom 2: częściowa autonomizacja. Jest to poziom, na którym kierowca jest zwolniony z fizycznego kierowania pojazdem, trzymając jednocześnie ręce z dala od kierownicy i pedału gazu. Jednak nadal jest on zobligowany do kontroli tego co dzieje się z pojazdem i musi być gotowy do przejęcia fizycznej kontroli nad pojazdem. Na tym poziomie jazda realizowana jest w określonych warunkach półautonomicznie co oznacza, że pojazd wykorzystuje informacje zewnętrzne takie jak przebieg pasa ruchu oraz realizuje funkcje takie jak jazda prosto, utrzymywanie odległości od innych pojazdów i hamowanie.

Poziom 3: warunkowa autonomizacja. Od tego poziomu zaczyna się stan zawansowania technologii jakiego oczekuje się po samochodach autonomicznych przyszłości. Kierowca nadal musi być w gotowości by przejąć kontrolę nad pojazdem, gdy warunki nie są idealne i nie spełniają w pełni wymagań postawionych przez konstruktorów samochodu do realizacji jazdy automatycznej. W przypadku niespełnienia tych warunków kierowca jest informowany o konieczności przejęcia sterowania. Autonomia realizowana jest w pełni, ale tylko w określonych przypadkach.

Poziom 4: wysoka autonomizacja. Ten poziom oznacza w pełni autonomiczną jazdę. Pojazdy są w stanie zapewnić wszystkie funkcje związane z realizacją bezpiecznej jazdy, monitorują środowisko zewnętrzne, potrafią pozyskiwać z niego dane i komunikować się z innymi pojazdami. Uwaga kierowcy nie jest potrzebna podczas jazdy dla większości warunków drogowych i środowiskowych. Mogą wystąpić wyjątkowe sytuacje w których konieczne jest działanie kierowcy.

Poziom 5: pełna autonomizacja. Pojazdy mogą poruszać się bez kierowców, są przygotowane na każde warunki drogowe. Człowiek w takim pojeździe jest pasażerem, nie potrzebna w nich jest kierownica i pedały.

Na obecnym poziomie rozwoju technologii można mówić o wprowadzeniu do oferty przez producentów pojazdów z grup 0–3. Rozwój w tej dziedzinie związany jest z ewolucją układów wspomagających jazdę autonomiczną. Często producenci podnoszą poziom

autonomizacji pojazdów poprzez aktualizację jego oprogramowania. Stąd bardzo ważne jest zapewnienie na odpowiednio wysokim poziomie bazy sprzętowej na którą składają się:

- ♦ kamery,
 - ♦ systemy radarowe,
 - ♦ lidary,
 - ♦ czujniki ultradźwiękowe,
 - ♦ infrastruktura V2X (ang. *Vehicle to everything*).
- Wymienione elementy zostały scharakteryzowane poniżej.

Kamery

Kamery w pojazdach wykorzystywane są do dwóch głównych zadań [10]. Pierwsze z nich to obrazowanie przestrzeni wokół pojazdu realizowane przez kamery tylne lub 360°. Celem tego rozwiązania jest dostarczenie kierowcy więcej danych o otaczającym pojazd otoczeniu. Często spotykane jest połączenie widoku z tyłu pojazdu z nałożoną trajektorią skrętu wynikającą ze skręcenia kierownicy. Droższe rozwiązanie to obraz 360° generowany z zestawu kamer wokół samochodu wyposażonych w obiektywy szerokokątne.

Drugie zastosowanie to pozyskiwanie obrazu sprzed pojazdu, który następnie poddawany jest automatycznemu wykrywaniu obiektów i ich klasyfikacji. Na przykład obraz z kamery dzięki zaawansowanym algorytmom może służyć do rozpoznawania pieszych, rowerzystów, innych pojazdów, pasów drogowych, ale także znaków drogowych. Kamery te można podzielić na średniego i dalekiego zasięgu. Pierwsze z nich zbierają informacje o sytuacji na drodze (piesi, inne samochody), drugie do rozpoznawania znaków drogowych, określania odległości oraz nawigacji.

Systemy radarowe

Systemy radarowe w pojazdach montowane są od końca XX wieku do dnia dzisiejszego i cechują się możliwością pracy niemal w każdych warunkach środowiskowych. Można je podzielić na trzy grupy w zależności od zasięgu roboczego: bliskiego zasięgu (SRR) 0,2 do 30 m, średniego zasięgu (MRR) 30-80 m i dalekiego zasięgu (LRR) 80 do ponad 200 m.

Systemy radarowe bliskiego zasięgu stosowane są w pojazdach do:

- ♦ monitorowania tzw. martwej strefy,
- ♦ monitorowania pasów ruchu i zapewniają funkcjonalność asystenta zmiany pasa ruchu,
- ♦ pomocy w parkowaniu,
- ♦ monitorowania ruchu przecinającego tor jazdy.

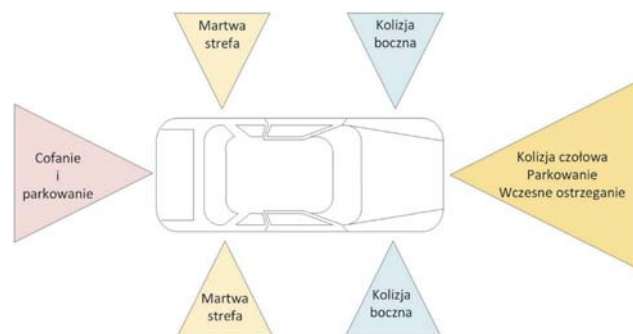
Przewiduje się, że czujniki radarowe mogą zastąpić w przyszłości układy ultradźwiękowe służące do wykrywania obiektów w otoczeniu pojazdu.

Systemy radarowe średniego zasięgu stosowane są w pojazdach do:

- ♦ monitorowania tzw. martwej strefy,
- ♦ ostrzegania przed kolizją,
- ♦ awaryjnego hamowania,
- ♦ ostrzegania i zapobiegania kolizjom.

Radar dalekiego zasięgu (LRR) jest wykorzystywany do systemów wczesnego ostrzegania przed kolizją w tym:

- ♦ systemu ACC (*Adaptive Cruise Control*). Jest to układ służący utrzymaniu bezpiecznego odstępu między pojazdami na tym samym pasie ruchu, wykorzystywany głównie na autostradach i drogach szybkiego ruchu).
- ♦ systemu HAEB (Highway Automatic Emergency Braking Systems) Jest to układ wykrywający przeszkody przed pojazdem,



Rys. 1. Zastosowanie radarów w autonomicznym samochodzie
Źródło: oprac. własne.

potrafi wykryć zbyt szybkie zbliżanie się do innego obiektu, poinformować kierowcę o niebezpieczeństwie, a w przypadku braku jego reakcji wykonać czynność zwalniania.

W specyficznych sytuacjach radary LRR mogą potrzebować dodatkowego wspomaganie kamer ponieważ uzyskane dane mogą potrzebować dodatkowej weryfikacji. Taka sytuacja może wystąpić przykładowo dla wąskich pojazdów (rowery i motocykle), czy obliczenia odległości do niewłaściwego pojazdu związanego z zakrzywieniem drogi.

Lidary

Nazwa LiDAR to akronim angielskiego *Light Detection And Ranging*. Jest to stosunkowo nowy rodzaj czujnika na rynku motoryzacyjnym, jednak sam ma już za sobą całkiem ciekawą historię związaną z obrazowaniem powierzchni księżyca w czasie misji Apollo 15. Natomiast pierwsze zastosowanie lidaru w samochodzie miało miejsce w 2005 roku podczas wyścigu DARPA Grand Challenge. Opiera się on na wykorzystaniu nadajnika laserowego powiązanego z bardzo czułym detektorem. Za pomocą lidaru można dokonać pomiaru odległości do obiektów nieruchomych i ruchomych, a także wykonać trójwymiarowe obrazy wykrytych obiektów. Zasada działania lidaru jest bardzo zbliżona do radaru, główną różnicą jest wykorzystanie fali świetlnej zamiast radiowej. Przykładowe urządzenie tego typu zapewnia czasie rzeczywistym dane 3D o rozdzielczości pionowej i poziomej do 0,1°, zasięgu do 300 metrów oraz 360° obrazu przestrzennego w płaszczyźnie horyzontalnej oraz wertykalnie +15° do -25°. Urządzenie generuje 9,6 milionów punktów pomiarowych na sekundę. Lidar w przeciwieństwie do kamer z których obraz wymaga trudnej konwersji danych 2D na 3D, czy radarów o niewystarczającej rozdzielczości, oferuje zbiór czystych danych w postaci łatwej do analizy przez odpowiednie oprogramowanie. Można powiedzieć, że pojazd wyposażony w lidar na bieżąco tworzy sobie cyfrowy model 3D przestrzeni



Rys. 2. Rozpoznawanie obiektów na drodze za pomocą lidaru
Źródło: oprac. własne.

w której się znajduje, ze wszystkimi szczegółami takimi jak ulice, budynki, pojazdy czy piesi. Ułatwia to nie tylko wykrywanie przeszkód, ale również dokładne pozycjonowanie pojazdu. Autorzy artykułu podzielają pogląd zastępcy prezydenta działu Advanced Engineering w Aptiv – J. Tapley’a, że do stworzenia tego typu samochodu potrzebna jest kamera, radar i lidar [11]. Inną opinię prezentuje Elon Musk (Tesla Inc.) uważający, że lidar jest zbędny, bo pojazd, podobnie jak człowiek może widzieć i analizować obraz wykorzystując do tego kamery. Jednak mimo niepodważalnych zalet lidar nadal posiada dużą wadę jaką jest jego cena. Obecne prace nad tym urządzeniem skupiają się właśnie na obniżeniu ceny, przy zachowaniu, a nawet podwyższeniu parametrów takich jak zasięg i rozdzielczość [15].

Czujniki ultradźwiękowe

Czujniki ultradźwiękowe powszechnie używane są w systemach asysty parkowania. Działają na zasadzie emisji sygnału dźwiękowego o częstotliwości kilkudziesięciu kHz i detekcji odbitego echa. Czujniki te znajdują obecnie zastosowanie tylko dla małych prędkości ze względu na zasięg wynoszący kilka metrów.

V2X (Vehicle to everything)

Technologia V2X (ang. *Vehicle to everything*) jest klasyfikowana jako dodatkowy sensor w jaki wyposażony może być pojazd. Umożliwia komunikację pomiędzy samochodem, a wszystkim tym, od czego może zależeć sytuacja drogową, w tym:

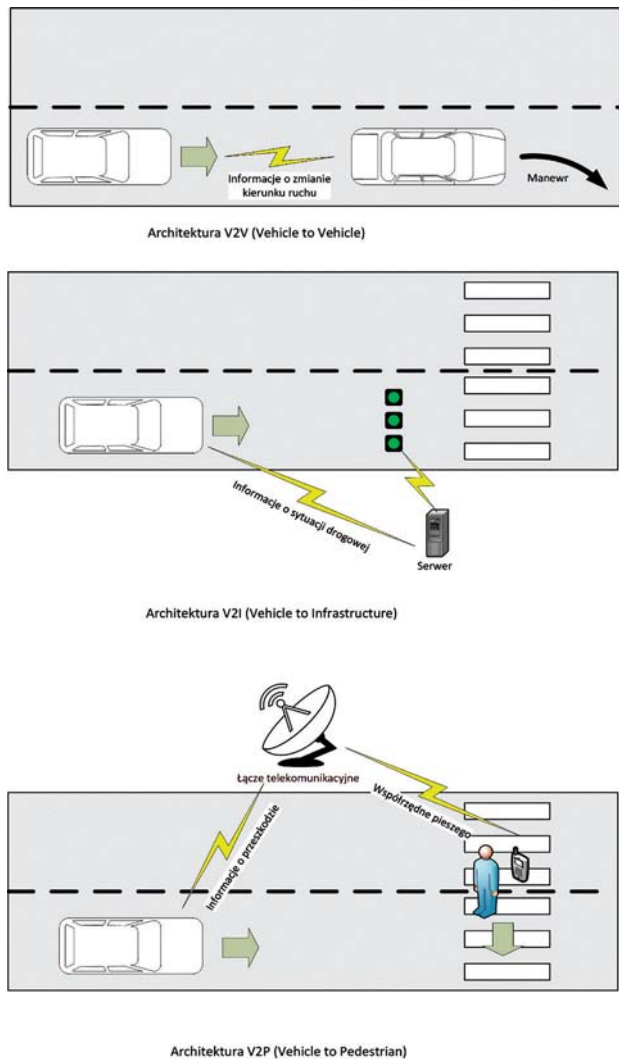
- ♦ innymi pojazdami (V2V – *Vehicle to Vehicle*),
- ♦ otaczającą infrastrukturą (V2I – *Vehicle to Infrastructure*),
- ♦ siecią (V2N – *Vehicle to Network*),
- ♦ pieszymi (V2P – *Vehicle to Pedestrian*).

Do wdrożenia idei takiej komunikacji powstała nowa wersja standardu o oznaczeniu IEEE 802.11p opisująca warstwę fizyczną i podwarstwę MAC bezprzewodowych sieci lokalnych. Implementuje ona rozwiązania umożliwiające dedykowaną komunikację krótkodystansową (ang. *Dedicated Short Range Communication*) która jest podstawą działania systemów V2X.

Ponieważ uważa się, że ta technologia może znacząco wpłynąć na poprawę bezpieczeństwa warto opisać poszczególne jej składowe.

Komunikacja V2V zapewnia wymianę danych w czasie rzeczywistym między samochodami. Dzięki temu możliwe jest pozyskanie informacji z sensorów innego pojazdu co może znacząco wpłynąć na bezpieczeństwo podróży. Przykładowo informacja o wykrytym poślizgu samochodu może służyć do poinformowania innych pojazdów, że w tym miejscu jest zmniejszona przyczepność i należy wcześniej zwolnić. Wymieniane będą także informacje dotyczące jazdy, takie jak zmiana kierunku ruchu, prędkość czy hamowanie. W przypadku awarii otaczające pojazdy otrzymają informację o niej i będą mogły uniknąć kolizji lub przygotować się na utrudnienia przejazdu.

W komunikacji V2I można wyróżnić dwa podstawowe rozwiązania, tj. *Smart Signals* i *Smart Parking*. Pierwsze z nich realizują funkcję adaptacji infrastruktury na podstawie zebranych z kamer i czujników danych do warunków drogowych umożliwiając przykładowo poprawę przepustowości ruchu poprzez właściwe sterowanie światłami uzależnione od liczby oczekujących na przejazd pojazdów. Sygnały z grupy *Smart Signals* można podzielić na ustalone czasowo (FST – *Fixed Signal Timings*) przypisane na stałe od pory dnia oraz te które można modyfikować (IPD – *In-Pavement Detection*) wprowadzające nieznaczne zmiany sterowania uzależnione od sytuacji drogowej.



Rys. 3. Rodzaje infrastruktury V2X

Źródło: oprac. własne.

Sygnały Smart Parking umożliwiają realizację autonomicznego parkowania w sposób możliwie najwydajniejszy. Pojazd posiadając informacje od infrastruktury parkingu o lokalizacji wolnego miejsca może je zająć bez udziału człowieka w możliwie najkrótszym czasie i z wykorzystaniem optymalnej drogi. Po odebraniu pojazdu wymiana danych z infrastrukturą umożliwi pozyskanie automatycznej informacji o miejscu, czasie i opłacie za parkowanie.

Komunikacja V2P rozwijana jest by zapewnić bezpieczeństwo pieszych poprzez monitorowanie sygnałów pochodzących od użytkowanych przez nich urządzeń i tych od samochodu. Komunikacja ta dzięki protokołowi IEEE 802.11p może być realizowana bezpośrednio oraz poprzez infrastrukturę sieciową. Takie podejście może ostrzec zarówno pojazd jak i pieszego o możliwości kolizji. W przypadku braku reakcji pieszego pojazd będzie przygotowany na konieczność obniżenia prędkości lub hamowania. W związku z mnogością sytuacji jakie mogą wystąpić na drodze z uwzględnieniem wpływu decyzji spacerującego człowieka na te sytuacje, problem włączenia V2P do systemów autonomicznej jazdy jest obecnie rozwijany w wielu ośrodkach badawczych.

Komunikacja V2N to rozwiązanie zapewniające połączenie pojazdów z infrastrukturą komórkową i chmurą obliczeniową. Umożliwi to korzystanie w pojazdach z usług takich jak: aktualizacje informacji o ruchu drogowym, czy przesyłanie multimediów.

Niezmiernie istotny w rozwoju pojazdów poruszających się autonomicznie jest stopień gotowości technologicznej i implementacji opisanych wcześniej rozwiązań, nie można jednak zapominać że bez akceptacji ludzi, władz publicznych i odpowiednich przepisów prawnych nie wyjadą one nigdy na drogi. Na świecie aktualnie są przeprowadzane następujące inicjatywy:

- ♦ ustanawiane są przepisy dzięki którym pojazdy autonomiczne mogą być testowane na drogach bez nadzoru ludzkiego kierowcy (Kalifornia) [12],
- ♦ przeprowadzono testy autonomicznego autobusu na 700 m odcinku drogi w Niemczech w miejscowości Bad Birnbach [8],
- ♦ przeprowadzono testy autonomicznego autobusu w Sztokholmie na 1500 m trasie między galerią handlową Kista a dworcem Victoria [13],
- ♦ przeprowadzono testy autonomicznego autobusu jadącego przez centrum stolicy Estonii [6],
- ♦ przeprowadzono testy autonomicznego autobusu Kamaz 1221 w rosyjskim Kazaniu [9].

Przykłady takich działań można mnożyć, a pojawiać się ich będzie coraz więcej. Jest to logiczny i nieunikniony krok w rozwoju systemów transportowych, zarówno z punktu widzenia użytkownika jak i organizatora takich usług.

Również w Polsce można zaobserwować coraz większe zainteresowanie technologią autonomicznego transportu. Na sierpień 2019 r. zapowiedziane zostały miesięczne testy miniautobusu bez kierowcy na ulicach Gdańska. Pojazd będzie poruszać się zaprogramowaną trasą po mieście. Projekt realizowany jest w ramach projektu SOHJOA Baltic, którego celem są badania, promocja oraz testy autonomicznych elektrycznych minibusów w łańcuchu transportu publicznego [7].

Narodowe Centrum Badań i Rozwoju wspólnie z Miastem Jaworzno i Ministerstwem Infrastruktury podpisało list intencyjny, zgodnie z którym ma powstać specjalna strefa przeznaczona do testowania pojazdów autonomicznych komunikacji miejskiej. Tam właśnie mają przechodzić próby autobusy które zostaną sfinansowane w ramach programu „Bezemisjny Transport Publiczny” [1]. Mają one być przygotowane do realizacji autonomii na poziomie 3. Pierwszym etapem testów ma być skanowanie przestrzeni wzdłuż wyznaczonej trasy testowej pozwalające na stworzenie niezwykle dokładnej cyfrowej mapy tego terenu.

Transport realizowany za pomocą autonomicznych elektrycznych autobusów jest perspektywą, która jak widać po zaawansowaniu prac na całym świecie nie wydaje się taka odległa. Zgodnie z zapowiedziami NCBiR autobusy zamówione i skonstruowane w ramach programu „Bezemisjny Transport Publiczny”, mają wejść do eksploatacji w Polsce już w 2023 roku. Do tego czasu rynek i technologie związane z autonomiczną jazdą rozwiną się na tyle, że pytanie „Kto rozważa wprowadzenie takich rozwiązań w swoim mieście?” może zostać zastąpione „Czemu nie jesteśmy na to gotowi?”.

Bibliografia:

1. *Bezemisjny transport publiczny*, <https://www.ncbr.gov.pl/programy/nowe-formuly-b-r/btp-bezemisyjny-transport-publiczny/> (dostęp: 01.07.2019 r.).
2. Cheng H., *Autonomous Intelligent Vehicles. Theory, Algorithms, and Implementation*, Springer, London, Dordrecht, Heidelberg, New York, 2011
3. Dyr T, Misiurski P., Ziółkowska K., *Costs and benefits of using buses fuelled by natural gas in public transport*, „Journal of Cleaner Production” 2019, Vol. 225.

4. Dyr T., Kozłowska M., *Koszty kongestii w Unii Europejskiej*, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2018, nr 1–2.
5. Dyr T., Ziółkowska K., Jażdżik-Osmólska A., Kozłowska M., *Economic safety aspects of the road traffic in Poland*, „Central European Review of Economics & Finance” 2017, Vol. 21, No. 5.
6. http://www.baltic-course.com/eng/good_for_business/?doc=138950
7. <http://www.sohjoabaltic.eu/pl/#projekt-sohjoa-baltic>
8. <https://businessinsider.com.pl/technologie/nowe-technologie/autonomiczny-autobus-deutsche-bahn-testy-w-bad-birnbach/040xv0j>
9. <https://eng.autostat.ru/news/view/15528/>
10. <https://sites.tufts.edu/jquinn/2017/10/10/cameras-the-eyes-of-autonomous-vehicles/>
11. <https://www.digitaltrends.com/cars/solid-state-lidar-for-self-driving-cars/>
12. https://www.dmv.ca.gov/portal/dmv/detail/pubs/newsrel/2018/2018_17
13. <https://www.thelocal.se/20171227/stockholm-gets-scandinavias-first-driverless-buses-on-public-road>
14. Maráková V., Dyr T., Wolak-Tuzimek A., *Factors of tourism's competitiveness in the European Union countries*, „E a M: Ekonomie a Management” 2016, Vol. 19, No. 3.
15. *Multi-Target Tracking using a 3D-Lidar sensor for autonomous vehicles*.
16. Wappa P., Halicka K., *Znaczenie i źródło kongestii transportowej na przykładzie białostockiej aglomeracji miejskiej*, „Ekonomia i Zarządzanie” 2011, T. 3, nr 4, s. 63-75.
17. Wieliczko M., *Autonomiczne auta : wizja niedalekiej przyszłości*, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2019, nr 3.
18. Wołek M., *Car sharing as an element of sustainable urban mobility: some conclusions for Polish cities*, „Transport Economics and Logistics” 2017, Vol. 70.
19. Wołek M., *Pojazdy niskoemisyjne w transporcie publicznym w ramach projektu Clean Fleets*, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2014, nr 1–2.
20. Wołek M., *Sustainable mobility planning in Poland*, „Transport Economics and Logistics” 2019, Vol. 76.
21. Wyszomirski, O., *Zrównoważony rozwój transportu w miastach a jakość życia*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2017, nr 12.

Autonomization of public transport vehicles

In this article has been presented issues of autonomization of public transport vehicles. In the first part is included classification of autonomization levels. On basics of this has been presented manufacturer's strategy of facility development and software update, in order to take full advantage of the available opportunities, and increase the autonomization level. In the second part has been discussed driver assistance systems installed in modern vehicles. The final part contains characterization of V2X technology (Vehicle to everything), with vehicles without a driver as the target.

Keywords: vehicles autonomization, autonomic buses, public transport.

Autorzy:

dr inż. **Marcin Koniak** – Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej
dr hab. inż. **Andrzej Czerepicki** – Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej