

# W OCZEKIWANIU NA AUTONOMICZNE SAMOCHODY. CZY SPEŁNIĄ OCZEKIWANIA KIEROWCÓW I JAK WPŁYNĄ NA MIASTA?<sup>1</sup>

**MACIEJ SZYMCZAK**

dr hab., prof. nadzw. UEP, Katedra Logistyki Międzynarodowej, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, al. Niepodległości 10, 61-875 Poznań, tel. +48 61 854 35 36, e-mail: maciej.szyczak@ue.poznan.pl

**Streszczenie.** Od kilku lat obserwujemy wyraźne wzmoczenie wysiłków prowadzących do opracowania samochodu autonomicznego, a więc takiego, który będzie sam się poruszał bez udziału kierowcy. Samochody takie przechodzą testy drogowe. Ostatnio prawie każde targi motoryzacyjne mają swoją premierę w tym zakresie. W prace te angażują się już nie tylko koncerny motoryzacyjne. Przedsmak tego, co będzie, stanowi aktualna oferta wyposażenia dostępnych na rynku pojazdów, jaką przygotowują producenci samochodów dla poszczególnych swoich modeli. Wiele z jej elementów można uznać za rozwiązania inteligentne prowadzące do autonomizacji samochodu. Wydaje się, że w obliczu tych tendencji warto już dziś zastanowić się, jakie korzyści dla miast może przynieść popularyzacja całkowicie autonomicznych samochodów, a także zbadać nastawienie kierowców do postępującej autonomizacji prowadzenia: do systemów asystujących oraz przyszłych autonomicznych samochodów. Stanowi to cel artykułu. Okazuje się, że można wskazać wiele korzyści dla miast, gdy autonomiczne pojazdy zaczną w nich funkcjonować, jednak będą one odczuwalne, dopiero wtedy, kiedy te samochody zdominują ruch. Przeprowadzone badanie ankietowe wykazało, że użytkownicy samochodów generalnie odbierają pozytywnie postęp w kierunku opracowania autonomicznego samochodu, ale zdecydowana większość kierowców chce mieć możliwość samodzielnego prowadzenia pojazdu. Wyniki analiz uzupełnione zostały krótką charakterystyką postępów w zakresie asystentów jazdy oraz zwięzłym opisem dotychczasowych dokonań w zakresie konstrukcji autonomicznego samochodu.

**Słowa kluczowe:** samochody autonomiczne, samobieżne pojazdy, inteligentne pojazdy, transport miejski

## Wprowadzenie

Współczesne pojazdy stają się coraz bardziej inteligentne. Obecnie kupujący samochód osobowy mają do wyboru wiele rozwiązań ułatwiających jazdę. Coraz większa część z nich staje się standardowym wyposażeniem pojazdu. Wiele kolejnych można dokupić w ramach wyposażenia dodatkowego. Oferta jest coraz bogatsza w tym zakresie i nie dotyczy już tylko najwyżej pozycjonowanych marek i najdroższych modeli. Prace ośrodków rozwojowych idą znacznie dalej. Postawiły one sobie za cel skonstruowanie pojazdu autonomicznego, całkowicie zautomatyzowanego, nie wymagającego prowadzenia przez człowieka. Czy takie pojazdy mają szansę szybko przyjąć się na rynku, a następnie zmienić oblicze transportu w miastach? Jakie korzyści dla miasta może przynieść funkcjonowanie tego typu pojazdów? Odpowiedź na te pytania stanowi zasadniczy cel artykułu. Jego realizacja wymaga także krótkiego scharakteryzowania postępu w za-

kresie inteligentnych rozwiązań w samochodach oraz najważniejszych osiągnięć na drodze do komercjalizacji w pełni autonomicznego samochodu.

## Wyposażenie inteligentnego samochodu

Współcześnie oferowane samochody są już częściowo inteligentne. Jeśli spojrzeć na dodawane do ich wyposażenia coraz liczniejsze różnego typu tzw. asystenty, nierzadko bardzo zaawansowane technicznie, to nie sposób o inną ocenę. Wielu producentów oferuje do swoich pojazdów takie zaawansowane urządzenia, jak np. asystent parkowania, asystent pasa ruchu, asystent świateł drogowych, asystent martwego pola, asystent jazdy ekonomicznej, aktywny tempomat, system wykrywania zmęczenia, system przygotowania samochodu do wypadku, systemy unikania kolizji w jeździe miejskiej czy automatycznej jazdy w kolumnie pojazdów [1]. Nikogo nie dziwią już dzisiaj automatyczne wycieraczki, inteligentnie wybierające przełożenie dwusprzęgłowe skrzynie biegów czy nawigacja satelitarna. Urządzenia te – choć rzadko jeszcze oferowane w standardzie – stały się bardzo popularne jako atrybuty wyższych wersji wyposażeniowych czy dodatkowe wyposażenie w nowych pojazdach. Od lat montowane są w samochodach urządzenia, które w sposób całkowicie bezobsługowy wspomagają pracę kierowcy. Mam tu na myśli systemy niezwykle istotne dla bezpieczeństwa, takie jak: ABS, ASR czy ESP. Stały się one już podstawowym wyposażeniem współczesnego samochodu<sup>2</sup>. Niezwykle bogata jest oferta urządzeń podwyższających komfort podróży, jak np. sterowanie głosem czy wielokonturowe fotele, także przewietrzane i z funkcją masażu. Mają one pośrednio także wpływ na bezpieczeństwo, a równocześnie wzmagają poczucie obcowania z inteligentnym pojazdem.

Kolejne generacje pojazdów klasy wyższej i luksusowej torują drogę nowym i ulepszonym systemom automatyki. Dla przykładu najnowszy Mercedes klasy S z 2013 roku (W222) potrafi samoczynnie zaparkować zarówno równolegle, jak i prostopadle, a także opuścić miejsce parkingowe. Samochód sam utrzymuje się na pasie ruchu, zachowując pozycję środkową względem namalowanych na jezdni pasów. Jest także oferowany system chroniący przed kolizją przy zmianie pasa ruchu, jeśli miałoby dojść do zderzenia czołowego lub zajechania drogi.

<sup>2</sup> Listę obowiązkowego wyposażenia samochodów sprzedawanych w Unii Europejskiej w zakresie systemów podnoszących bezpieczeństwo określają dyrektywy. Lista sukcesywnie staje się coraz dłuższa. Parlament Europejski zdecydował, że od 2011 r. każdy sprzedany w zjednoczonej Europie samochód osobowy i dostawczy, a od 2014 r. wszystkie samochody, muszą mieć ESP.

<sup>1</sup> © Transport Miejski i Regionalny, 2013.

System samoczynnego hamowania chroni nie tylko przed najechaniem na poprzedzający pojazd, ale także „zauważa” samochody wyjeżdżające z poprzecznej ulicy na skrzyżowaniu. Regulowana – dzięki systemowi przyston – plama świetlna świateł drogowych pozwala włączyć je na stałe podczas jazdy nocnej, nie powodując oślepienia jadących z przeciwka. Także tylne światła (w tym kierunkowskazy) mają regulowane natężenie w zależności od prędkości i pory dnia, aby nie oślepić jadących z tyłu. Dodatkowo noktowizyjny system dalekiego zasięgu wykrywa zarówno przechodniów, jak i zwierzęta z odległości 160 metrów, a reflektory automatycznie punktowo doświetlają ich sylwetki [2]. Podobne rozwiązania testuje Volvo. Nowości, które przygotowała ta firma to np. system ochrony przed uderzeniem w barierę, w którym szerokokątne kamery oraz czujniki ultradźwiękowe monitorują przestrzeń z boku pojazdu, aby utrzymać jego właściwy dystans od barier bezpieczeństwa czy krawędzi drogi, oraz system ochrony przed kolizją z dużym zwierzęciem czy system samodzielnego parkowania (obsługiwany za pomocą smartfona) obejmujący wjazd samochodu na parking, wyszukanie wolnego miejsca i zaparkowanie. Część z tych systemów ma się znaleźć na wyposażeniu nowego Volvo XC90 w 2014 roku [3]. Oczywiście zautomatyzowane systemy w samochodzie muszą ze sobą współpracować. Możliwość tej współpracy nierzadko wydają się przekraczać oczekiwania odbiorców. Można tu podać przykład współpracy skrzyni biegów z systemem nawigacji, dzięki czemu wybiera ona najlepszy moment na redukcję biegu przed zakrętem, jak ma to miejsce w BMW serii 7 (po liftingu w 2012 r.) oraz w nowym Rolls-Royce Wraith [4].

### Rozwój pojazdów autonomicznych

Wyposażanie pojazdów samochodowych w coraz liczniejsze urządzenia automatyzujące różnego typu manewry i zachowania doprowadziło do pojawienia się oczekiwania na pojazdy zdolne samodzielnie się prowadzić. Skoro współczesne samochody są w stanie wyręczyć kierowcę w coraz większym zakresie, od jakiegoś czasu było jasne, że nie ma przeszkód technicznych, aby powstały całkiem samodzielne samochody, tym bardziej że podobne systemy są od lat stosowane w transporcie lotniczym. Opracowywane w różnych ośrodkach autonomiczne samochody zawierają wiele urządzeń, w które można już dziś wyposażyć oferowane na rynku pojazdy, a które określa się jako urządzenia wspomagające jazdę.

Dla orientacji w otoczeniu samochody wyposaża się w systemy czujników, kamer (teraz także 3D, które tworzą stereoskopowy obraz sytuacji przed pojazdem) i radarów. Komputer centralny o dużej mocy obliczeniowej zbiera na bieżąco wszystkie dane spływające z czujników, kamer i radarów (nawet do 1 GB na sekundę), a na ich podstawie generuje spójny obraz otoczenia pojazdu. Do tego na wyposażeniu samochodu musi się znaleźć olbrzymia pamięć o krótkim czasie dostępu, w której zapisane jest jak najwięcej sytuacji drogowych (nie tylko typowych), z którymi samochód miałby sobie samodzielnie (automatycznie) poradzić. Należy przewidzieć wszystkie możliwe sytuacje na drodze i zaprogramować odpowiednią reakcję samochodu. Niezbędne są także aktualne i regularnie (najlepiej automa-

tycznie) uaktualniane cyfrowe mapy drogowe dla systemu nawigacji. To właśnie software stanowi obecnie największe wyzwanie dla konstruktorów samobieżnych pojazdów.

Jeszcze więcej możliwości daje uzupełnienie infrastruktury drogowej o różnego typu czujniki, znaczniki, odbiorniki i nadajniki. Samochód komunikuje się wówczas z infrastrukturą, a infrastruktura z samochodem. Systemy V2I (Vehicle-to-Infrastructure) umożliwią bardziej skuteczne zarządzanie ruchem i lepsze wykorzystanie infrastruktury, gdyż będzie można odpowiednio wcześniej zorientować się co do pożądanego kierunku i sposobu jazdy każdego z pojazdów. W systemie V2I możliwe jest funkcjonowanie tzw. asystentów zmiany świateł na sygnalizatorach. Zbliżające się pojazdy będą mogły zgłosić w ten sposób żądanie przejazdu przez skrzyżowanie w określonym kierunku. Nie ma potrzeby wyposażać sygnalizacji świetlnej w pętle indukcyjne czy kamery wideo w celu detekcji pojazdów. Za pośrednictwem systemów I2V (Infrastructure-to-Vehicle) możliwe jest przekazanie do samochodu informacji o znakach drogowych (pionowych i poziomych), regulowanie ruchu czy pobieranie opłat drogowych. W systemie I2V na przykład wspomniany wyżej sygnalizator świetlny przekazuje do pojazdu informację o przewidywanym/planowanym kolejnym zapaleniu się sygnału zielonego, a samochód dostosowuje prędkość jazdy (lub sugeruje odpowiednią prędkość kierowcy), aby przejechać przez skrzyżowanie bez zatrzymywania się. Jeśli samochód zatrzymał się i oczekuje na zapalenie się zielonego światła, sygnalizator przekazuje do pojazdu informację o czasie oczekiwania. Technologia ta zdradza podobieństwo do systemu radiolatarni i radionamierników stosowanych w żegludze. Rozwijane są również systemy komunikacji pomiędzy pojazdami V2V (Vehicle-to-Vehicle). To one pozwolą kierowcy odpowiednio wcześniej pozyskać informacje o sytuacji na drodze, zorientować się co do kierunku jazdy innych znajdujących się w pobliżu pojazdów, a tym samym ich planowanych manewrów i to bez powodowania zbędnej dekoncentracji kierującego. Komunikacja V2V będzie wyjątkowo przydatna w warunkach słabej widoczności – dotyczy to zarówno sytuacji ograniczonej przejrzystości powietrza, jak i tych fragmentów drogi czy tych skrzyżowań, na których istnieje duże ryzyko nie zauważenia innego pojazdu. Odpowiednie informacje wysyłać może także pojazd zaparkowany (np. w kiepsko widocznym miejscu), co chroni przed najechaniem na niego przez inny pojazd. Technologia V2V przyczyni się także do zwiększenia bezpieczeństwa przejazdu pojazdów uprzywilejowanych, np. karettek pogotowia. Wreszcie w ramach komunikacji pomiędzy pojazdami możliwe jest przesyłanie alertów o niebezpieczeństwie (np. wypadki, zatory, przeszkody na jezdni, gołoledź) do pojazdów jadących tą samą trasą będących w zasięgu komunikacji, przez co ich kierowcy mogą zawczasu dostosować parametry jazdy i zachować szczególną ostrożność. Rozwiązanie V2V wykorzystuje powszechnie dziś stosowaną bezprzewodową łączność WLAN, a przesyłane informacje stanowią przetworzone dane pochodzące z rozmaitych czujników i systemów zamontowanych w aucie. Niezbędne są prędkość, przyspieszenie (opóźnienie), kierunek jazdy i oczywiście dokładna pozycja pojazdu. Łączność może być nawiązana między pojazdami znajdującymi się w odległo-

ści kilkaset metrów od siebie. Technologię V2V bardzo mocno rozwijają General Motors, Daimler oraz Volkswagen. Jej wdrożenie nie wiąże się dzisiaj z dużymi kosztami.

Trzy systemy: V2I, I2V oraz V2V, zwane ogólnie Car-2-X, mają niebagatelny wpływ na bezpieczeństwo ruchu. Wszystkie są rozwijane przez różnego typu jednostki badawcze i konsorcja, silnie wspierane przez przemysł motoryzacyjny. Wskazać można liczne prowadzone projekty w tym zakresie. Jednym z wielu był WILLWARN (Wireless Local Danger Warning) realizowany w latach 2004–2007 i poświęcony rozwijaniu systemów zdalnego ostrzegania o niebezpieczeństwie na drodze za pośrednictwem komunikacji V2V [5]. Na bardzo dużą skalę zakrojony był projekt simTD (Sichere Intelligente Mobilität Testfeld Deutschland) realizowany przez 17 partnerów, w tym jednostki naukowo-badawcze, firmy telekomunikacyjne, zarządy dróg, a także sześciu producentów samochodów. W projekcie uczestniczyło 400 pojazdów, a poligon badawczy stanowiło miasto Frankfurt nad Menem oraz jego aglomeracja. Badania prowadzone były na drogach różnego typu: od autostrad po drogi najniższej kategorii [6]. Dla V2V opracowywane są jednolite standardy komunikacyjne, jak na przykład w Europie przez Car2Car Communication Consortium.

Zainteresowanie badaczy i konstruktorów autonomicznymi pojazdami<sup>3</sup> znacznie wzrosło się po tym, jak w 2004 roku Agencja Zaawansowanych Obronnych Projektów Badawczych USA – DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*) – zorganizowała wyścigi samobieżnych pojazdów poruszających się bez kierowców. DARPA już wcześniej realizowała projekty bezzałogowych aparatów latających UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) oraz autonomicznych pojazdów lądowych UGCV (*Unmanned Ground Combat Vehicle*) o militarnym przeznaczeniu, jednak uwagę większej części społeczeństwa zwróciła dopiero konkursem z 2004 roku, który miał charakter cywilny i był otwarty dla wszystkich chętnych, a nagrodą był milion dolarów.

Od 2010 roku pojazdy autonomiczne testuje Google. Internetowy gigant dysponuje już flotą dziesięciu takich pojazdów przygotowanych na bazie Toyoty Prius (6 sztuk), Lexusa RX450h (3) i Audi TT (1) [8]. W sierpniu 2012 roku ogłoszono, że pojazdy Google przejechały ponad 300 tysięcy mil jako pojazdy autonomiczne. Jazdy odbywały się w różnych warunkach drogowych, pogodowych i terenowych, a podczas tych jazd nie zdarzył się żaden wypadek<sup>4</sup> [9]. Jak podaje Google koszt dodatkowego wyposażenia pojazdu, które decyduje o jego autonomiczności, to około 150 tysięcy USD [10]. Niemal połowa z tego to koszt urządzenia o nazwie LIDAR (*Light Detection and Ranging*), które jest połączeniem lasera z teleskopem i działa podobnie do radaru.

Nad autonomicznymi pojazdami pracują intensywnie Audi, BMW, Ford, General Motors, Mercedes, Nissan, Toyota i Volkswagen. Swoją aktywność ostatnio zaznaczają przede wszystkim Audi i Toyota. W styczniu 2013 roku na targach elektroniki konsumenckiej CES (*Consumer Electronics Show*) w Las Vegas autonomiczne samochody zaprezentowały Audi (model A7 Piloted Driving) i Toyota (model Lexus LS Integrated Safety). Dwa miesiące później na salonie samochodowym w Genewie zaprezentowano autonomiczne Audi TT. Niemal wszyscy najważniejsi gracze na rynku motoryzacyjnym ogłaszają, że w najbliższej przyszłości zaoferują samochody, które – najczęściej w określonych warunkach<sup>5</sup> – będą mogły poruszać się samodzielnie.

Również Polska ma na tym polu ciekawe dokonania. Studenci z Wydziału Mechanicznego Politechniki Wrocławskiej, członkowie Koła Naukowego Pojazdów i Robotów Mobilnych, skonstruowali pierwszy polski pojazd autonomiczny, który został pokazany w grudniu 2012 roku podczas I Mistrzostw Polski Robotów [11]. „Jurek” – bo tak się nazywa – jest zaawansowanym systemem-automatem, który może być wbudowany w każdym pojeździe samochodowym. Ten, pokazany w 2012 roku, został umieszczony w Toyocie Yaris, która porusza się samodzielnie, bez kierowcy. Auto można zdalnie uruchomić przez Internet, korzystając np. ze smartfona. W ten sposób także programuje się trasy i harmonogram jazd.

Formułuje się przypuszczenia, że kolejnym opracowanym i pokazanym autonomicznym pojazdem będzie ciężarówka. Autorzy spekulują na temat potencjalnych korzyści i skutków ekonomicznych ich upowszechnienia się [12]. Wyraźny symptom obranego kierunku rozwoju stanowi niedawny fakt testowania samobieżnych busów w Singapurze, które docelowo mają dowozić pasażerów do najbliższego przystanku transportu zbiorowego czy węzła przesiadkowego, rozwiązując problem tzw. pierwszej i ostatniej mili. Autobusy o nazwie Navia zbudowała francuska firma Induct Technology. Osiągają one maksymalną prędkość 20,1 km/h. Na razie kursują na dwukilometrowej trasie między Uniwersytetem Technicznym Nanyang a parkiem technologicznym JTC, zabierając 8 pasażerów. Wszystkie trzy wymienione podmioty są partnerami w projekcie, który wspiera Rada Rozwoju Ekonomicznego Singapuru EDB (*Economic Development Board*) [13].

Za rozwojem pojazdów autonomicznych podążają regulacje prawne. W czerwcu 2011 roku w amerykańskim stanie Nevada, a w kwietniu 2012 w stanie Floryda dopuszczono do ruchu na drogach publicznych autonomiczne samochody. W tym samym roku we wrześniu takie prawo podpisał gubernator Kalifornii. Prawo wymaga jednak, aby za kierownicą takiego pojazdu siedział kierowca z odpowiednim prawem jazdy [14]. Ma on kontrolować działanie maszyny, a w razie konieczności przejąć sterowanie nad nią. Do podobnego kroku szykują się już kolejne stany Ameryki. W Europie brak jest na razie jakichkolwiek regulacji w tej sprawie. Jedynie w Wielkiej Brytanii przygotowano projekt ustawy, która umożliwi przeprowadzanie testów autonomicznych samochodów.

<sup>3</sup> Niezależnym wątkiem badawczym jest konstruowanie pojazdów, którymi można sterować za pomocą sygnałów płynących z mózgu poprzez interfejs mózg-komputer BCI (*Brain-Computer Interface*) bez konieczności fizycznej interakcji z pojazdem [7]. Takie semi-autonomiczne samochody są rozwijane przede wszystkim z myślą o mobilności osób niepełnosprawnych i stanowią forpocztę w pełni autonomicznych pojazdów.

<sup>4</sup> Odnotowano jedną kolizję, która jednak nie obciąża systemów automatycznych – na samochód Google'a najechał inny pojazd, kiedy ten oczekiwał na zmianę świateł na skrzyżowaniu.

<sup>5</sup> Np. podczas jazdy autostradowej czy podczas poruszania się w zatorze drogowym.

Dynamizm badaczy i konstruktorów w zakresie autonomicznych pojazdów jest nie do powstrzymania i z pewnością tego typu doniesień będzie coraz więcej. W tym kontekście warto zastanowić się nad odbiorem tendencji do autonomizowania zachowań samochodów wśród kierowców, a także, czy takie samochody mogą przyjąć się w miastach i jaki może być ich wpływ na transport w mieście. Kwestie te podjęte są w dwóch kolejnych częściach artykułu. Rozważania te są tym bardziej uzasadnione, że spora część oferowanych dziś systemów automatycznych funkcjonuje przy niskich prędkościach, a takie są rozwijane na obszarach zabudowanych.

### Czy kierowcy chcą pojazdów autonomicznych?

Nikt nie kwestionuje korzyści, jakie mogą przynieść współczesne systemy wspomagające jazdę. Oprócz wygody prowadzenia przyczyniają się one do zmniejszenia liczby wypadków i kolizji, zmniejszenia liczby ofiar i poszkodowanych, ograniczenia skali obrażeń i szkód, mniejszego zużycia paliwa, mniejszej emisji szkodliwych substancji. Trudno to przecenić. Kierowcy są przekonani, że automat zadziała lepiej, niż zrobiłby to kierowca. Stąd dzisiejsza popularność wielu takich urządzeń montowanych w pojazdach. Według J.D. Power and Associates średnio co piąty kierowca raczej lub z pewnością zakupiłby kolejny swój samochód z funkcjami autonomicznej jazdy przy założeniu, że będzie musiał zapłacić za to dodatkowo 3 tysiące dolarów, przy czym częściej są do tego skłonne osoby młode i zainteresowane droższymi modelami. Skłonność ta jest wyraźnie większa pośród mężczyzn. Jeśli nie uwzględnić dodatkowego kosztu, skłonność do zakupu deklarowało już 37% respondentów [15]. W badaniach przeprowadzonych przez Accenture pośród klientów w USA i Wielkiej Brytanii aż 49% deklarowało, że odczuwałoby komfort, poruszając się autonomicznym samochodem, mimo iż jednocześnie ponad połowa z nich narzeka na niepoprawną pracę i „zawieszanie się” różnych urządzeń elektronicznych codziennego użytku [16]. Nie wykazali zatem oni bariery psychologicznej, którą Basulto [17] wskazuje jako istotną przeszkodę szybkiego upowszechnienia się pojazdów autonomicznych.

W czerwcu 2013 roku autor przeprowadził w Poznaniu badanie ankietowe na zróżnicowanej wiekowo grupie 134 losowo wybranych osób, które miało na celu wykazać ich zainteresowanie inteligentnymi rozwiązaniami we współczesnych samochodach oraz ich stosunek do autonomicznych pojazdów. Okazało się, że dla 91% respondentów wyposażenie samochodu w urządzenia wspomagające kierowcę jest ważne, a dla 31% bardzo ważne i przesądza o jego zakupie. Tylko 9% badanych nie zwraca uwagi na tego typu udogodnienia. Jako najbardziej przydatne rozwiązania respondenci wskazali<sup>6</sup>: asy-

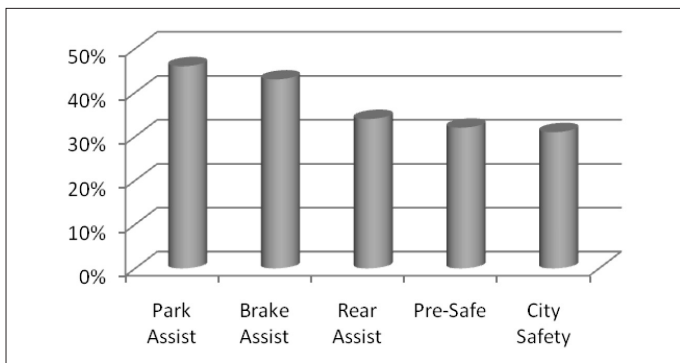
stenta parkowania (46% wskazań), asystenta nagłego hamowania (43%), asystenta cofania (34%), systemy aktywnego bezpieczeństwa, przygotowujące pojazd do (nieuniknionego już) wypadku (32%) oraz systemy unikania kolizji w ruchu miejskim (31%) – rysunek 1. Największym zainteresowaniem cieszą się więc w dużej części systemy znane i stosowane już od lat, także w samochodach klasy popularnej – pierwsze trzy pozycje, a także systemy znane z pojazdów luksusowych – przedostatnia, jak i dynamicznie rozwijane i zdobywające dopiero popularność – ostatnia. Na nieco dalszych pozycjach znalazły się m.in. asystent martwego pola, systemy kontroli czujności/zmęczenia kierowcy oraz aktywny tempomat – każde z nich uzyskało 26% wskazań<sup>7</sup>. Nieco inaczej sprawa wygląda z autonomicznymi samochodami. Okazuje się, że 88% respondentów jest zainteresowanych w pełni autonomicznymi pojazdami. To bardzo dobry, a nawet zaskakujący wynik. Jednak należy zauważyć, iż nie wszyscy zainteresowani autonomicznymi samochodami mają do nich jednolity stosunek. Jedynie niespełna 13% z nich marzy o takim samochodzie. 6% uważa to za dobre rozwiązanie jedynie w podróży miejskich, a prawie 7% – tylko w podróży na większe odległości. Ponadto prawie 63% badanych jest za autonomicznymi samochodami, ale tylko wówczas, kiedy sami będą mogli decydować o pracy systemów automatycznych i także samemu prowadzić samochód. Niemal 12% nie chciałoby mieć w ogóle takiego samochodu i nie wykazuje zainteresowania pojazdami autonomicznymi. Istnieje tu zróżnicowanie ze względu na płeć oraz wiek obecnie użytkowanego pojazdu – rysunek 2. Autonomiczne samochody mają lepszą recepcję u kobiet. Odnotowano stosunkowo niewielkie zróżnicowanie wyników ze względu na wiek respondenta. Autonomiczne samochody najbardziej niechętnie były przyjmowane przez najstarszych uczestników badania. Największą grupę zwolenników autonomicznych pojazdów stanowią użytkownicy (nie koniecznie właściciele) pojazdów mających od 5–10 lat. Najmniejszym zainteresowaniem cieszą się samochody autonomiczne pośród użytkowników najnowszych i najstarszych samochodów. Aż 23% użytkowników pojazdów starszych niż 10-letnie i 16% użytkowników samochodów mających nie więcej niż 3 lata deklaruje, że nie chciałoby mieć samochodu autonomicznego. Zrozumieć można użytkowników najstarszych pojazdów, przyzwyczajonych do dawnych rozwiązań i pełnej kontroli nad pojazdem. Takie podejście jest jednak zastanawiające w grupie użytkowników pojazdów najnowszych – to przecież oni mają podczas jazdy do dyspozycji najwięcej inteligentnych rozwiązań wspomagających jazdę i są beneficjentami korzyści, jakie oferują.

### Pojazdy autonomiczne w mieście

Eksploatacja pojazdów autonomicznych wiąże się z wieloma korzyściami dla użytkownika. Ogniskują się one przede

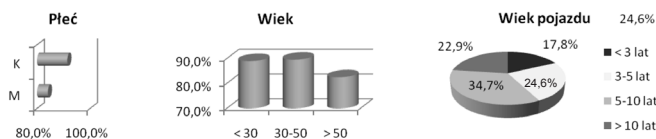
<sup>6</sup> Ankieta zawierała pytanie o następujące systemy: asystent cofania (Rear Assist), asystent parkowania (Park Assist), asystent pasa ruchu/zmiany pasa ruchu (Lane Assist/Side Assist), asystent świateł drogowych (Light Assist), asystent martwego pola (BLIS), asystent zjazdu/podjazdu (Climb Assist/Downhill Assist), aktywny tempomat (ACC+Front Assist), asystent jazdy nocnej (Night Vision), asystent stylu jazdy (Eco-Driving Assist), asystent nagłego hamowania (Brake Assist), system unikania kolizji w ruchu miejskim (City Safety), system aktywnego bezpieczeństwa – przygotowywanie do wypadku (Pre-Safe), system kontroli czujności/zmęczenia kierowcy (Driver Activity Assist).

<sup>7</sup> Zaskakiwać może stosunkowo słaba pozycja asystentów jazdy ekonomicznej (16% wskazań) oferowanych dzisiaj przez producentów w bardzo wielu modelach samochodów. Wynik taki dziwi zwłaszcza w obliczu rosnących kosztów paliw. Respondenci również nie docenili asystentów pasa ruchu (19%), które to systemy są dzisiaj bardzo eksploatowane przez koncerny motoryzacyjne, jako wspomagające bezpieczeństwo czynne.



Rys. 1. Najbardziej pożądane inteligentne rozwiązania w samochodach wg wskazań respondentów

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 2. Poziom zainteresowania autonomicznymi samochodami oraz struktura wiekowa pojazdów wśród osób wykazujących takie zainteresowanie

Źródło: opracowanie własne.

wszystkim wokół bezpieczeństwa i wygody. Dla miasta upowszechnienie się pojazdów autonomicznych oznacza przede wszystkim następujące korzyści:

- lepsze wykorzystanie pojemności poszczególnych elementów infrastruktury drogowej i osiąganie większych wartości przepływu (wyrażonego liczbą pojazdów umownych przekraczających przekrój drogi w jednostce czasu), co wynika z możliwości utrzymywania znacznie mniejszych odstępów pomiędzy autonomicznymi pojazdami będącymi w ruchu;
- lepsze wykorzystanie pojemności placów parkingowych; autonomiczny pojazd wymaga mniejszej przestrzeni podczas postoju, na co największy wpływ ma nie tyle jego zdolność do samodzielnego parkowania, ale przede wszystkim to, że może parkować bez pasażerów, a więc nie ma konieczności zostawiania przestrzeni potrzebnej do wsiadania i wysiadania;
- możliwość unikania wysokiego poziomu kongestii transportowej na sieci i na poszczególnych elementach infrastruktury niezależnie od warunków ruchu i innych okoliczności (np. roboty drogowe)<sup>8</sup>; wynika to z włączenia do systemu zarządzania ruchem w mieście wszystkich pojazdów autonomicznych jako w pełni sterowanych urządzeń zintegrowanych teleinformatycznie z infrastrukturą i innymi pojazdami; ograniczenie poziomu kongestii oznacza jednocześnie redukcję powodowanych przez to zjawisko kosztów, np. kosztów utrzymania infrastruktury czy kosztów zewnętrznych;
- samochody poruszają się możliwie najkrótszymi trasami, nie błądzą i odpowiednio wcześnie wybierają właściwy dla osiągnięcia celu podróży pas ruchu; umożliwia to

system nawigacji wraz z aktualną mapą cyfrową miasta, a bezpośrednim efektem są płynność ruchu i mniejszy poziom kongestii transportowej;

- ograniczona emisja szkodliwych substancji (przy tradycyjnym napędzie spalinowym) ze względu na bardziej płynną jazdę i mniejsze zużycie paliwa w zaprogramowanym trybie ekonomicznym, na które także wpływa ograniczony poziom kongestii transportowej;
- zwiększenie ładów w przestrzeni publicznej i poprawienie estetyki ulic poprzez eliminację znaków drogowych, które autonomicznym pojazdom nie są już potrzebne, gdyż mogą odbierać odpowiednie sygnały z infrastruktury drogą radiową;
- w niektórych przypadkach można mówić jeszcze o pozornie zwiększonej pojemności pojazdów, w których nie musi już być kierowcy – np. autonomiczne taksówki, co skutkuje mniejszą liczbą pojazdów niezbędnych do przewiezienia określonej grupy osób (redukcja zatłoczenia);
- zdecydowanie mniejsza liczba wypadków i kolizji, które zdarzają się tylko w sytuacji awarii urządzeń pokładowych lub nagłej sytuacji drogowej, której nie można przewidzieć (np. wtargnięcie pieszego tuż przed jadącym samochodem);
- brak ograniczeń w korzystaniu z samochodu; autonomicznym samochodem może podróżować osoba nie mająca uprawnień w świetle obowiązujących obecnie przepisów, np.: zbyt młoda, zbyt stara, ociemniała, będąca pod wpływem alkoholu etc.; zwiększa to wygodę mieszkańców miasta, ale przyczynia się do zwiększenia zatłoczenia motoryzacyjnego.

Warto zauważyć, że warunkiem uzyskania niektórych korzyści jest dopuszczenie do ruchu wyłącznie pojazdów autonomicznych. W pozostałych przypadkach skala korzyści zależy od liczby pojazdów autonomicznych w ruchu ogółem. Dlatego, jak zaznaczono wyżej, o korzyściach tych można mówić jedynie w warunkach upowszechnienia się pojazdów autonomicznych. Trudno powiedzieć dzisiaj, kiedy może to nastąpić. Zdaniem R. Rojasa obecność autonomicznych samochodów w ruchu miejskim – ze względu na dużą liczbę słabo przewidywalnych czynników – możliwa jest dopiero za 30 czy 40 lat. Jednak na autostradach i drogach szybkiego ruchu, gdzie jazda opiera się na prostych regułach działania, autonomicznych samochodów można się spodziewać za 10 do 15 lat. Na terenach zamkniętych (np. na lotniskach) już dziś można wprowadzać autonomiczne samochody [19]. Do tego czasu należy rozwiązać wiele kwestii prawnych, jak chociażby to, kto jest odpowiedzialny za wypadek spowodowany przez pojazd autonomiczny. W najwyższym możliwym stopniu należy zminimalizować zagrożenia wynikające z tego, że samochód może być zainfekowany złośliwym oprogramowaniem (*malware*), a w wyniku tego może wykonywać niepożądane działania, ktoś może przejąć nad nim kontrolę albo szpiegować użytkownika<sup>9</sup>. Takie zagrożenie jest realne, gdyż samochód staje się urządzeniem komputerowym włączonym do rozległej sieci.

<sup>8</sup> W praktyce oznacza to nie dopuszczenie do powstania kongestii II typu, przy której wraz z rosnącą gęstością ruchu spada wartość przepływu [18; 22].

<sup>9</sup> Samochód może wówczas w sposób zaprogramowany brać udział w przestępstwie, albo samodzielnie przyjechać do złodzieja.

## Podsumowanie

Człowiek zawsze będzie chciał realizować swoją potrzebę mobilności samodzielnie lub we własnym gronie i przy zachowaniu swobody wyboru trasy. To oferuje samochód. W przyszłości samochody z całą pewnością będą wyglądały nieco inaczej, nie będą napędzane silnikami spalinowymi, być może będą w pełni autonomiczne, ale nie znikną, bo tej potrzeby nie da się zrealizować za pomocą środków transportu zbiorowego. Po niespełna 130 latach od skonstruowania pierwszego samochodu przez Karla Benza, jako pojazdu – jak wówczas to określano – samodzielnie poruszającego się, teraz dopiero w pełni adekwatna staje się jego nazwa. Trudno powiedzieć kiedy samochody autonomiczne się upowszechnią. Trend jest jednak już bardzo wyraźny. Przeprowadzone badanie wykazało, że użytkownicy samochodów są na to przygotowani i przyjmują ten trend pozytywnie, jednak zdecydowana większość chce mieć jednocześnie możliwość samodzielnego prowadzenia pojazdu.

Z perspektywy ruchu w mieście, funkcjonowania i życia miasta można wskazać wiele obszarów, w których ujawnią się korzyści z użytkowania autonomicznych samochodów. Trzeba pamiętać, że można się ich spodziewać dopiero po wyeliminowaniu wielu potencjalnych zagrożeń i przy znacznym upowszechnieniu się tych pojazdów, a więc nieprędko. Może nie rozwiążą one wielu problemów współczesnych miast, może nie będą znaczącym czynnikiem ich przeobrażeń, ale z pewnością przyniosą ulgę w zakresie większej płynności ruchu (choćby tylko czasowo) czy mniejszych jego kosztów zewnętrznych. Trzeba też wspomnieć jeszcze o jednym, co nie zostało podjęte szczegółowo w artykule, a może stanowić inspirację do dalszych dociekań. Otóż zauważa się, że obecna kultura automobilizmu „dezorganizuje życie miasta, odbiera przestrzeń, izoluje, wywołuje napięcia” [20]. Upatruje się w tym istotny problem, którego rozwiązanie wpłynie na poprawę jakości życia w mieście. Jak wspomniano, autonomiczne samochody nie spowodują uwolnienia przestrzeni w mieście<sup>10</sup>, ale z pewnością wpłyną na miasto w wymiarze socjologicznym. Zmieni się bowiem relacja człowiek-samochód, a dalej człowiek-człowiek. Użytkownicy samochodów zamknięci w swoich pojazdach są wyalienowani, a kontakty, jakie nawiązują z innymi użytkownikami drogi są często nacechowane agresją wynikającą z rywalizacji [21; 177]. Styl jazdy samochodem autonomicznym nie zależy bezpośrednio od użytkownika. Samochód jedzie sam, a więc niemożliwe staną się agresywne i brawurowe zachowania zagrażające bezpieczeństwu. Może taki będzie najważniejszy wymiar użytkowania autonomicznych samochodów w miastach przyszłości...

<sup>10</sup> Mniejsza przestrzeń, jakiej wymagają autonomiczne samochody do poruszania się oraz do parkowania wpłynie na zwiększenie pojemności obecnych elementów infrastruktury i być może nieco opóźni potrzebę tworzenia nowych, nie spowoduje jednak, że drogi samochodowe i miejsca postojowe będą likwidowane.

## Literatura

1. H. Ippen, *Multimedia Highlights*, „Auto Zeitung” 2013, nr 4, s.100–101.
2. B. Zienkiewicz, *Klasa S wyznacza kierunek*, „Motor” 2012, nr 50, s. 44–45.
3. *Volvo czuwa nad kierowcą*, „Auto Świat” 2013, nr 33, s. 7.
4. B. Buliński, *Z zacnej rodziny duchów*, „Auto Świat” 2013, nr 11, s. 8–9.
5. A. Hiller, A. Hinsberger, M. Strassberger, D. Verburg, *Results from the WILLWARN Project*, Sixth European Congress and Exhibition on Intelligent Transportation Systems and Services, Aalborg 2007.
6. A. Jaeger, S.A. Huss, *The Weather Hazard Warning in simTD: A Design for Road Weather Related Warnings in a Large Scale Car-to-X Field Operational Test*, 11th International Conference on ITS Telecommunications (ITST), St. Petersburg 2011, s. 375–380.
7. D. Göhring, D. Latotzky, M. Wang, R. Rojas, *Semi-Autonomous Car Control Using Brain Computer Interfaces*, w: S. Lee, H. Cho, K.-J. Yoon, J. Lee (eds.), *Intelligent Autonomous Systems 12*, Volume 2 Proceedings of the 12th International Conference IAS-12, 26-29 June 2012, Jeju Island, Korea, vol. 194, Springer Verlag, Berlin 2013, s. 393–408.
8. D. Lavrinc, *Google Expands Its Autonomous Fleet With Hybrid Lexus RX450h*, „Wired”, <http://www.wired.com/autopia/2012/04/google-autonomous-lexus-rx450h/> (dostęp: 7.04.2013).
9. *The Self-Driving Car Logs More Miles on New Wheels*, „Google Blog”, <http://googleblog.blogspot.hu/2012/08/the-self-driving-car-logs-more-miles-on.html> (dostęp: 12.01.2013).
10. A. Priddle, Ch. Woodyard, *Google Discloses Costs of Its Driverless Car Tests*, „USA TODAY”, [http://content.usatoday.com/communities/driveon/post/2012/06/google-discloses-costs-of-its-driverless-car-tests/1#\\_UhlLZTnwHIW](http://content.usatoday.com/communities/driveon/post/2012/06/google-discloses-costs-of-its-driverless-car-tests/1#_UhlLZTnwHIW) (dostęp: 5.12.2012).
11. *Powstał pierwszy polski samochód autonomiczny*, „Wikinews”, [http://pl.wikinews.org/wiki/Powsta%C5%82\\_pierwszy\\_polski\\_samoch%C3%B3d\\_autonomiczny#cite\\_note-1](http://pl.wikinews.org/wiki/Powsta%C5%82_pierwszy_polski_samoch%C3%B3d_autonomiczny#cite_note-1) (dostęp: 17.04.2013).
12. P. Conway, *The Next Autonomous Car Is a Truck*, „Strategy And Business” 2013, iss. 71, s. 8–10.
13. NAVIA: *Singapore's First Electric Autonomous Vehicle*, „AsianScientist”, <http://www.asianscientist.com/tech-pharm/ntu-jtc-navia-first-electric-autonomous-vehicle-2013/> (dostęp: 20.08.2013).
14. *Automatyczne auta legalne w Kalifornii*, „Dziennik Związkowy”, <http://dziennikzwiązkowy.com/nauka/automatyczne-auta-legalne-w-kalifornii/> (dostęp: 20.01.2013).
15. U.S. *Automotive Emerging Technologies Study*, J.D. Power and Associates, Westlake Village (CA) 2012.
16. *Consumers in US and UK Frustrated with Intelligent Devices That Frequently Crash or Freeze*, New Accenture Survey Finds, Accenture, [http://newsroom.accenture.com/article\\_display.cfm?article\\_id=5146](http://newsroom.accenture.com/article_display.cfm?article_id=5146) (dostęp: 14.07.2013).
17. D. Basulto, *Has the time finally come for the driverless car?*, „The Washington Post”, [http://www.washingtonpost.com/blogs/innovations/post/has-the-time-finally-come-for-the-driverless-car/2013/04/09/1fe1272c-a10d-11e2-bd52-614156372695\\_blog.html](http://www.washingtonpost.com/blogs/innovations/post/has-the-time-finally-come-for-the-driverless-car/2013/04/09/1fe1272c-a10d-11e2-bd52-614156372695_blog.html) (dostęp 6.05.2013).
18. M. Ciesielski, *Koszty kongestii transportowej w miastach*, „Zeszyty Naukowe – Seria II”, nr 87, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 1986.
19. *Auto 2020, czyli przyszłość motoryzacji*, „CHIP”, <http://www.chip.pl/artykuly/trendy/2013/08/auto-2020-czyli-przyszlosc-motoryzacji> (dostęp: 20.01.2013).
20. T. Ferenc, *Kilka uwag na temat mobilności w niewidzialnym mieście*, w: M. Krajewski (red.), *Niewidzialne miasto*, Fundacja Nowej Kultury Bęc Zmiana, Warszawa 2012, s. 99–116.
21. E.T. Hall, *The Hidden Dimension*, Doubleday, Garden City (NY) 1982.