



RAPORT

Transformacja w kierunku autonomicznego transportu w Polsce — rynek, wyzwania i szanse

Warszawa, kwiecień 2025



RAPORT

Transformacja w kierunku autonomicznego transportu w Polsce — rynek, wyzwania i szanse

Warszawa, kwiecień 2025

Spis treści

1. Wartość i znaczenie rynku pojazdów autonomicznych 6
 - 1.1. Gigantyczne inwestycje 8
 - 1.2. Prognozy wzrostu 10
 - 1.3. Inwestycje w R&D i polityka w Europie 12
 - 1.4. Inkluzywność i dostępność: szansa na mobilność dla każdego 14
 - 1.5. Bezpieczeństwo na drogach: AV a wypadki 16
 - 1.6. Gospodarka i rynek pracy: szanse i wyzwania 20
2. Wyzwania rozwojowe dla rynku AV w Polsce 27
 - 2.1. Inne wyzwania hamujące rozwój technologii AV w Polsce 31
 - 2.2. Wnioski z porównania: Polska na tle krajów regionu 39
3. Dotychczasowa legislacja i rekomendacje 49
4. Polska jako lider AV – szanse i znaczenie strategiczne 54
 - 4.1. Jak rozwój rynku pojazdów autonomicznych wpłynie na rynek pracy 54
 - 4.2. Bezpośredni wpływ na wzrost PKB 62
5. Rekomendacje 66
6. Lista źródeł 71



Wartość i znaczenie ryнку pojazdów autonomicznych

- 1.1. Gigantyczne inwestycje
- 1.2. Prognozy wzrostu
- 1.3. Inwestycje w R&D
i polityka w Europie
- 1.4. Inkluzywność i dostępność: szansa
na mobilność dla każdego
- 1.5. Bezpieczeństwo na
drogach: AV a wypadki
- 1.6. Gospodarka i rynek pracy:
szanse i wyzwania

1. Wartość i znaczenie rynku pojazdów autonomicznych

Pojazdy autonomiczne (ang. Autonomous Vehicles, AV) – czyli pojazdy zdolne do samodzielnego prowadzenia bez udziału kierowcy – są zapowiadane jako przełom w transporcie drogowym. Dzięki połączeniu zaawansowanych systemów wspomagania kierowcy (ADAS, Advanced Driver Assistance Systems) oraz łączności pojazdu z otoczeniem (V2X, Vehicle-to-Everything), autonomiczne auta potrafią wykrywać sytuacje na drodze, komunikować się z infrastrukturą i innymi pojazdami oraz unikać zagrożeń¹.

Rozwój tych technologii ma uczynić podróżowanie bezpieczniejszym, wygodniejszym i bardziej dostępnym dla wszystkich, w tym osób, które dotąd były wykluczone transportowo. Już dziś w miastach takich jak San Francisco, Phoenix czy Pekin testuje się taksówki bez kierowców, ciężarówki samoprowadzące czy autonomiczne shuttle busy.

W raporcie skupimy się na wielkości i znaczeniu rynku pojazdów autonomicznych – od miliardowych inwestycji, przez prognozy wzrostu wartości rynku, po potencjalne korzyści dla gospodarki i społeczeństwa.

Warto na wstępie wyjaśnić kilka kluczowych skrótów i pojęć.

ADAS to układy częściowej automatyzacji jazdy (np. adaptacyjny tempomat, asystent pasa ruchu), odpowiadające poziomom 1–2 w skali automatyzacji SAE.

AV (ang. **autonomous vehicle**) to ogólnie pojazd autonomiczny – zwykle termin ten rezerwuje się dla wyższych poziomów automatyzacji (L4–L5 SAE), gdzie auto może faktycznie jechać samo.

V2X oznacza komunikację vehicle-to-everything, czyli wymianę danych między pojazdem a „wszystkim”: innymi autami, infrastrukturą drogową, pieszymi itp., co ma zwiększyć bezpieczeństwo i płynność ruchu¹.

Z kolei **MaaS** (**Mobility as a Service**) to model „mobilności jako usługi” – integracja różnych środków transportu w jedną usługę na żądanie² (np. aplikacja pozwalająca zaplanować podróż łączoną: autobus + robotaxi + hulajnoga, z jedną płatnością).

Ważna jest także standaryzacja poziomów autonomii: **SAE L0–L5** to klasyfikacja poziomów automatyzacji wg Society of Automotive Engineers. Poziom **0** oznacza brak automatyzacji, **L1** – wsparcie kierowcy (np. ostrzeganie, utrzymanie prędkości), **L2** – częściową automatyzację (pojazd sam wykonuje niektóre manewry, ale kierowca nadzoruje), **L3** – automatyzację warunkową (system prowadzi w określonych warunkach, kierowca musi przejąć kontrolę na żądanie), **L4** – wysoki stopień automatyzacji (pojazd samodzielnie jedzie w pewnych warunkach, bez interwencji kierowcy), a **L5** – pełna automatyzacja w każdych warunkach³. Obecnie dostępne są głównie funkcje L2, pierwsze systemy L3, a celem branży na następną dekadę są wdrożenia L4/L5.

1 Syed Adnan Yusuf, Arshad Khan, Riad Souissi, „Vehicle-to-everything (V2X) in the autonomous vehicles domain – A technical review of communication, sensor, and AI technologies for road user safety”, *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 23, 2024

2 MaaS Alliance, „Mobility as a Service?”, URL: <https://maas-alliance.eu>

3 Stanford University Cyberlaw Program, „SAE Levels of Driving Automation”, URL: <https://cyberlaw.stanford.edu>



1.1. Gigantyczne inwestycje

Rozwój pojazdów autonomicznych przyciągnął w ostatnich latach ogromne nakłady finansowe. Globalnie od 2010 r. zainwestowano ponad 100 mld USD w technologię autonomicznej jazdy i nowe modele mobilności⁴.

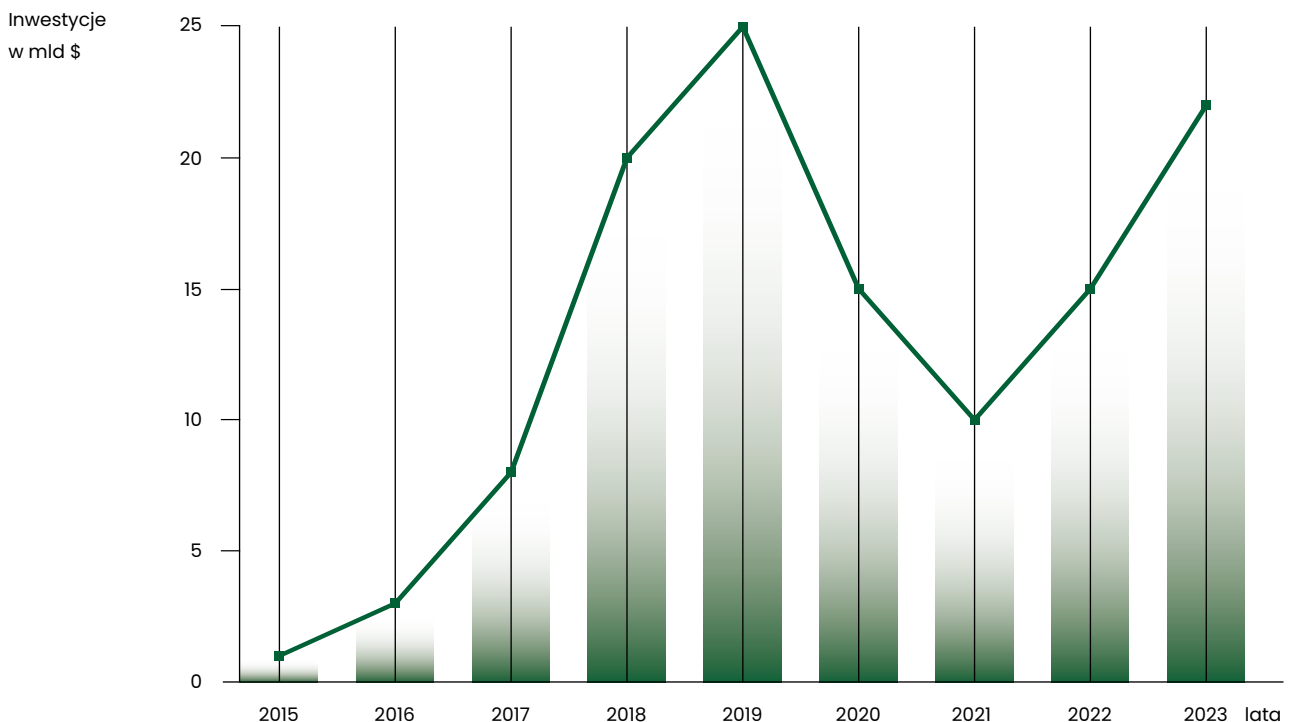
Co istotne, rekordowym rokiem był 2019, kiedy to inwestycje w AV sięgnęły około 25 mld USD. Dla porównania – to więcej niż roczne wydatki na badania i rozwój całego koncernu Volkswagen (ok. 14,3 mld € w 2019 r., czyli około 16 mld USD)⁵. Rysunek poniżej ilustruje szacunkowy trend tych inwestycji: do 2019 r. notowano dynamiczny wzrost, później nastąpiło chwilowe spowolnienie (m.in. z powodu korekt rynkowych i pandemii 2020), ale pod koniec 2023 r. ponownie obserwuje się ożywienie finansowania projektów AV⁶. Innymi słowy, kapitał nadal płynie szerokim strumieniem, co odzwierciedla wiarę inwestorów w to, że autonomia stanie się kluczowym elementem rynku transportowego przyszłości.

4 The AV Industry, „The AV Industry. Portal branżowy poświęcony tematyce pojazdów autonomicznych”, URL: <https://theavindustry.org>

5 Volkswagen AG, „Annual Report 2019”, URL: <https://annualreport2019.volkswagenag.com>

6 The AV Industry, „The AV Industry. Portal branżowy poświęcony tematyce pojazdów autonomicznych”, URL: <https://theavindustry.org>

Global Annual Investment in AV Technology



Źródło: The AV Industry <https://theavindustry.org/> – dane szacunkowe na podstawie trendów inwestycji w AV; W rekordowym 2019 r. inwestycje osiągnęły w przybliżeniu 25 mld USD.

Porównanie z innymi sektorami

Skala około 25 mld USD rocznie stawia AV w gronie najintensywniej finansowanych obszarów nowych technologii. Dla kontekstu, jest to kwota porównywalna z sumą inwestycji w sztuczną inteligencję czy pojazdy elektryczne w tamtym okresie, a nawet przewyższająca roczne budżety NASA czy Europejskiej Agencji Kosmicznej. W ciągu dekady 2010–2020 w szeroko pojęty ekosystem przyszłej mobilności (autonomia, elektryfikacja, usługi współdzielone) zainwestowano łącznie ok. 330 mld USD, z czego aż 2/3 (ok. 206 mld) przypadło na technologie pojazdów autonomicznych i smart mobility⁷. To pokazuje, że autonomia była i jest postrzegana jako kluczowy „game changer” w motoryzacji – pochłonięła więcej kapitału niż choćby rozwój pojazdów elektrycznych czy systemów łączności w autach. Globalna rywalizacja w tym wyścigu jest niezwykle zacięta. Jak podkreśliła przewodnicząca Komisji Europejskiej Ursula von der Leyen, „konkurencja światowa jest zażarta” i Europa musi „działać na dużą skalę”, wspierając alianse przemysłowe i pilotaże, by przyspieszyć wdrożenie pojazdów autonomicznych na drogach⁸.

7 McKinsey & Company, „The Future of Autonomous Vehicles (AV): Convenient and Connected”, 2023, URL: <https://mckinsey.com>

8 European Commission, „Press Statement by President von der Leyen on the Strategic Dialogue on the Future of the Automotive Industry”, 2025, URL: <https://ec.europa.eu/avservices/play.cfm?ref=1268400>



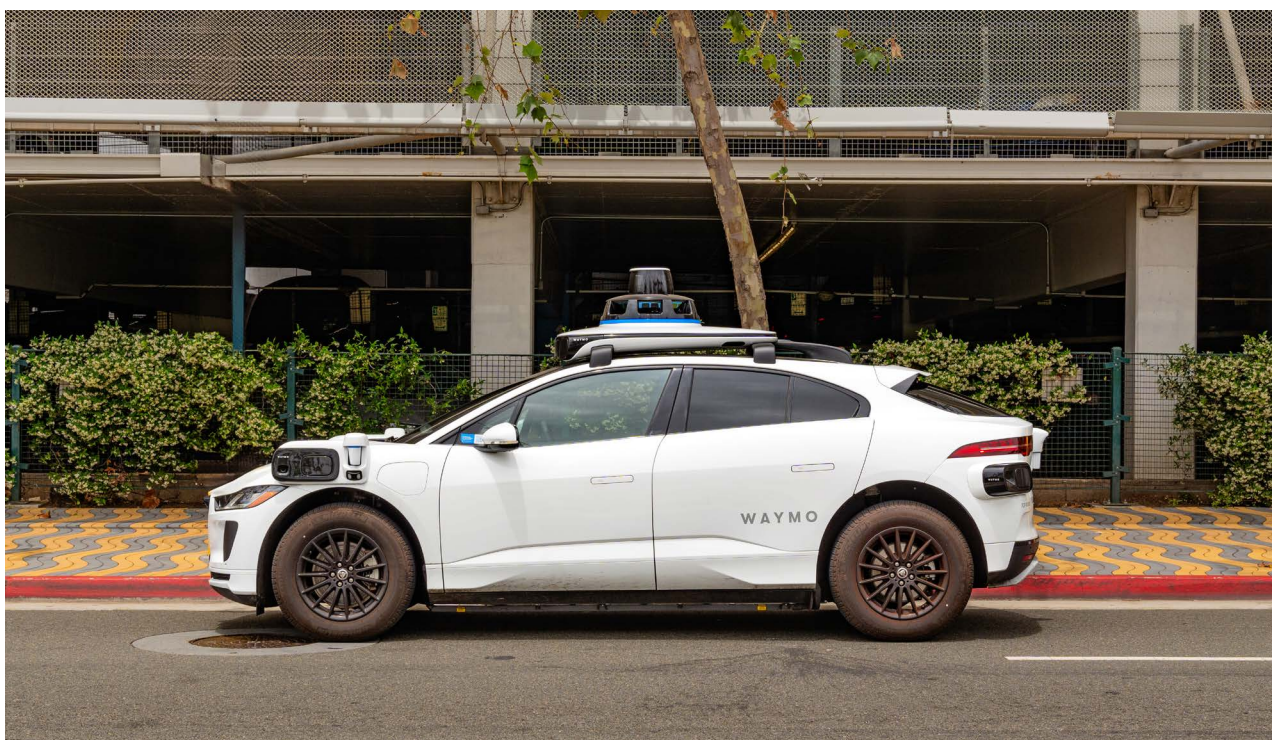
1.2. Prognozy wzrostu

Miliardowe inwestycje znajdują odzwierciedlenie w prognozach potencjalnej wartości rynku pojazdów autonomicznych. Choć harmonogram pełnej autonomii uległ pewnym opóźnieniom (ostrożniejsze podejście do terminów po fali entuzjazmu sprzed kilku lat), analitycy wciąż przewidują ogromne przychody w nadchodzących latach. Według analiz McKinsey, do 2035 r. rynek autonomicznej jazdy (w segmencie samochodów osobowych) może generować 300–400 mld USD rocznie. W tę wartość wliczają się zarówno przychody ze sprzedaży zaawansowanych systemów autonomii (hardware, software) dla producentów aut, jak i przychody usług typu robo-taxi czy autonomiczne dostawy. Inne źródła szacują podobnie, np. raport McKinsey Global Institute dotyczący pojazdów współdzielonych wskazuje, że autonomiczne taksówki i pojazdy MaaS mogą do 2040 r. przejść 25–50% rynku mobilności miejskiej, co odpowiada \$610 mld–\$2,3 bln przychodów w skali świata⁹. Również na poziomie poszczególnych krajów oczekiwania są wysokie – np. według analiz dla rządu brytyjskiego, w 2035 r. ok. 40% nowych aut sprzedawanych w Wielkiej Brytanii może mieć funkcje samojezdne, a wartość rynku CAV (**C**onnected and **A**utonomous **V**ehicles) w UK sięgnie 41,7 mld £. Tak dynamiczny wzrost rynku oznacza nie tylko zyski firm technologicznych i motoryzacyjnych, ale też nowe modele biznesowe w transporcie. Coraz realniejsza staje się wizja mobilności na żądanie (MaaS) opartej o flotę autonomicznych pojazdów współdzielonych, co może zmienić podejście do posiadania samochodu. Według McKinsey robotaksówki i autonomiczne shuttle busy mogą do 2040 r. stać się głównym składnikiem mobilności miejskiej¹⁰ zwłaszcza jeśli ich koszt przejazdu będzie niższy od tradycyjnych usług ride-hailing. Już teraz takie usługi działają pilotażowo – np. Cruise i Waymo wożą pasażerów autami bez kierowcy po ulicach San Francisco i Phoenix, a chińskie Baidu oferuje autonomiczne taksówki Apollo Go w kilkunastu miastach Chin.

9 The AV Industry, „The AV Industry. Portal branżowy poświęcony tematyce pojazdów autonomicznych”, URL: <https://theavindustry.org>

10 Ibidem

Warto podkreślić, że choć pełna autonomia (poziom 5) na masową skalę to perspektywa drugiej połowy lat 2020-tych lub 2030-tych, to elementy autonomizacji wchodzi na rynek stopniowo już teraz. Zaawansowane funkcje ADAS (poziomy L1-L2) są dostępne w nowych autach i według szacunków mogą zredukować liczbę wypadków o około 15% do 2030 r. dzięki wsparciu kierowcy. Trwają również pierwsze wdrożenia systemów L3 (jazda autonomiczna warunkowa, np. Traffic Jam Pilot w niektórych modelach), co reguluje m.in. nowe prawo w Niemczech i regulacje Europejskiej Komisji Gospodarczej – jednej z pięciu komisji regionalnych Organizacji Narodów Zjednoczonych pod jurysdykcją Rady Gospodarczej i Społecznej (UNECE). Te stopnie pośrednie stanowią pomost do pełnej autonomii – budują zaufanie użytkowników i przygotowują grunt prawny pod pojazdy bez kierowców. W efekcie rynek technologii autonomicznej jazdy to nie tylko futurystyczne robotaksówki, ale też już dziś rosnący segment zaawansowanych asystentów kierowcy w zwykłych autach. Zsumowany rynek ADAS+AV będzie znaczący – McKinsey przewiduje, że ADAS/AD (pojazdy zautomatyzowane) wygenerują łącznie 300–400 mld USD przychodu do 2035 r.



1.3. Inwestycje w R&D i polityka w Europie

W wyścigu autonomizacji prym wiodą Stany Zjednoczone (gdzie działają tacy liderzy jak Waymo, Cruise, Tesla, Motional czy Aurora) oraz Chiny (Baidu, Pony.ai, WeRide). Europa jednak również intensywnie inwestuje w tę dziedzinę, starając się utrzymać konkurencyjność swojego przemysłu motoryzacyjnego. Unia Europejska uruchomiła szereg programów badawczych i inicjatyw wspierających CCAM (Cooperative, Connected and Automated Mobility). W ramach programu Horyzont Europa powstało partnerstwo publiczno-prywatne na rzecz CCAM z budżetem 500 mln € ze strony Komisji (i drugie tyle od przemysłu). Od 2021 r. sfinansowano już co najmniej 19 projektów badawczych o łącznym budżecie 159 mln € w obszarze automatyzacji transportu drogowego¹¹. Celem jest rozwój wspólnych europejskich platform technologicznych (np. otwartych architektur dla systemów autonomii) i pilotażowych wdrożeń na dużą skalę, przy jednoczesnym wypracowaniu spójnych regulacji. W 2018 r. UE opublikowała strategię „Europe on the Move” dotyczącą zautomatyzowanej mobilności, a w 2020 r. powołano sojusz na rzecz testów i wdrożeń AV.

¹¹ European Commission, „Automated mobility in Europe: where are we now?”, URL: <https://research-and-innovation.ec.europa.eu>



Priorytetem jest, aby europejskie firmy i kraje działały wspólnie i unikały rozdrobnienia, bo tylko wtedy Europa może konkurować z monolitycznymi rynkami USA czy Chin¹².

Także rządy poszczególnych państw europejskich inwestują w R&D i infrastrukturę pod AV. Wielka Brytania od 2015 r. zainwestowała 200 mln £ w badania i szkoleniowców pojazdów autonomicznych, co wraz z wkładem przemysłu dało ponad 400 mln £ na ok. 90 projektów. Dzięki temu brytyjskie startupy (np. FiveAI, Oxbotica) rozwinęły swoje technologie i przyciągnęły kolejne dziesiątki milionów funtów prywatnego kapitału. Rząd UK szacuje, że do 2035 r. sektor CAV może stworzyć niemal 40 tys. nowych, wysokiej jakości miejsc pracy na rynku brytyjskim.

Podobnie Niemcy zainicjowały programy wsparcia – od poligonów testowych (jak słynny tor testowy w Monachium czy cyfrowy odcinek autostrady A9) po dostosowanie prawa. W 2021 r. Niemcy uchwałyli ustawę o autonomicznej jeździe, umożliwiającą komercyjne wdrożenia pojazdów L4 na drogach publicznych w określonych obszarach (np. shuttle busy w miastach) bez obecności kierowcy. Federalne Ministerstwo Transportu (BMDV) wsparło projekty autonomicznej jazdy kwotą co najmniej 55 mln € w pierwszym konkursie w 2022 r.¹³, a łącznie planuje zainwestować kilkaset milionów euro w transformację cyfrową transportu. Francja i Szwecja również prowadzą testy (projekty SAM, strategiczne wdrożenia w regionach)¹⁴.

Te inwestycje i ramy polityczne w Europie mają na celu nie tylko rozwój technologii, ale też utrzymanie miejsc pracy i przewag przemysłu motoryzacyjnego w obliczu zmian. Sektor automotive to perła europejskiej gospodarki (ponad 14% całości wydatków R&D przemysłu UE pochodziło z motoryzacji)¹⁵. Stąd tak duży nacisk, by europejscy producenci aut i poddostawcy byli liderami także w erze pojazdów autonomicznych. Wyzwania są znaczne – oprócz autonomii, równolegle dokonuje się elektryfikacja napędów i rozwój usług mobilności współdzielonej, a barier na tradycyjnym rynku transportowym wciąż nie brakuje, a barier na tradycyjnym rynku transportowym wciąż nie brakuje. Europa stara się więc kompleksowo wspierać „pojazdy przyszłości”: bezemisyjne, połączone i autonomiczne.

12 European Commission, „Press Statement by President von der Leyen on the Strategic Dialogue on the Future of the Automotive Industry”, 2025, URL: <https://ec.europa.eu/avservices/play.cfm?ref=1268400>

13 Bundesministerium für Digitales und Verkehr, „Funding guidelines for autonomous and connected driving in public traffic: first call for applications published”, URL: <https://bmdv.bund.de>

14 Clean Energy Wire, „German govt supports car industry transformation with investment programme”, URL: <https://cleanenergywire.org>

15 Notre Europe–Institut Jacques Delors, „The Road to New European Automotive Strategy: Trade and Industrial Policy Options”, URL: <https://institutdelors.eu>



1.4. Inkluzywność i dostępność: szansa na mobilność dla każdego

Jednym z najważniejszych potencjalnych atutów pojazdów autonomicznych jest poprawa inkluzji transportowej – czyli zapewnienie mobilności osobom, które dotąd miały do niej utrudniony dostęp. Osoby starsze, niepełnosprawne, chore, a także mieszkańcy obszarów słabo skomunikowanych (wieś, przedmieścia oraz małe miasta) często borykają się z brakiem możliwości swobodnego przemieszczania się. Samojedzne pojazdy mogą to zmienić. Auto, które „samo się prowadzi”, pozwoli niezależnie podróżować osobom niewidomym, poruszającym się na wózku czy takim, które z powodów zdrowotnych/wiekowych nie mają prawa jazdy. To nie tylko kwestia wygody – to szansa na pełniejsze uczestnictwo tych osób w życiu społecznym i rynku pracy.

Najnowsze badania National Disability Institute (NDI) w USA próbują oszacować te korzyści w ujęciu ekonomicznym. Analiza NDI zakłada scenariusz, w którym dzięki dostępności AV aktywność zawodowa osób z niepełnosprawnościami wzrasta o 15% (czyli więcej osób podejmuje pracę lub szuka pracy dzięki możliwości dojazdu autonomicznym transportem). Wyniki są imponujące: w samych Stanach Zjednoczonych oznaczałoby to 4,4 mln nowych pracujących osób z niepełnosprawnościami, co wraz z efektami pośrednimi przełożyłoby się na 9,2 mln dodatkowych miejsc pracy w gospodarce¹⁶. PKB USA mógłby wzrosnąć o \$867 mld (ok. +3,8%), a łączna produkcja gospodarki o \$1,6 bln (niemal +6%).

Wzrosłyby także dochody ludności (+\$416 mld) i wpływy podatkowe (+\$92 mld rocznie). Krótko mówiąc, usunięcie barier transportowych poprzez AV pozwoliłoby setkom tysięcy dotąd wykluczonych osób podjąć pracę, co jest wielką niewykorzystaną dziś rezerwą rynku. Rząd USA zaoszczędziłby też znacząco na wypłatach świadczeń socjalnych (mniej osób musiałoby polegać na SSI/SSDI dzięki posiadaniu dochodu z pracy) – w moderowanym scenariuszu NDI oszczędności wydatków federalnych osiągnęłyby \$28 mld rocznie, a wraz z dodatkowymi podatkami netto budżet zyskałby ok. \$121 mld¹⁷.

16 National Disability Institute / ICF, „Economic Impacts of Removing Transportation Barriers to Employment for Disabled Individuals Through Autonomous Vehicle Adoption”, 2022, URL: <https://ndi.org>

17 Ibidem

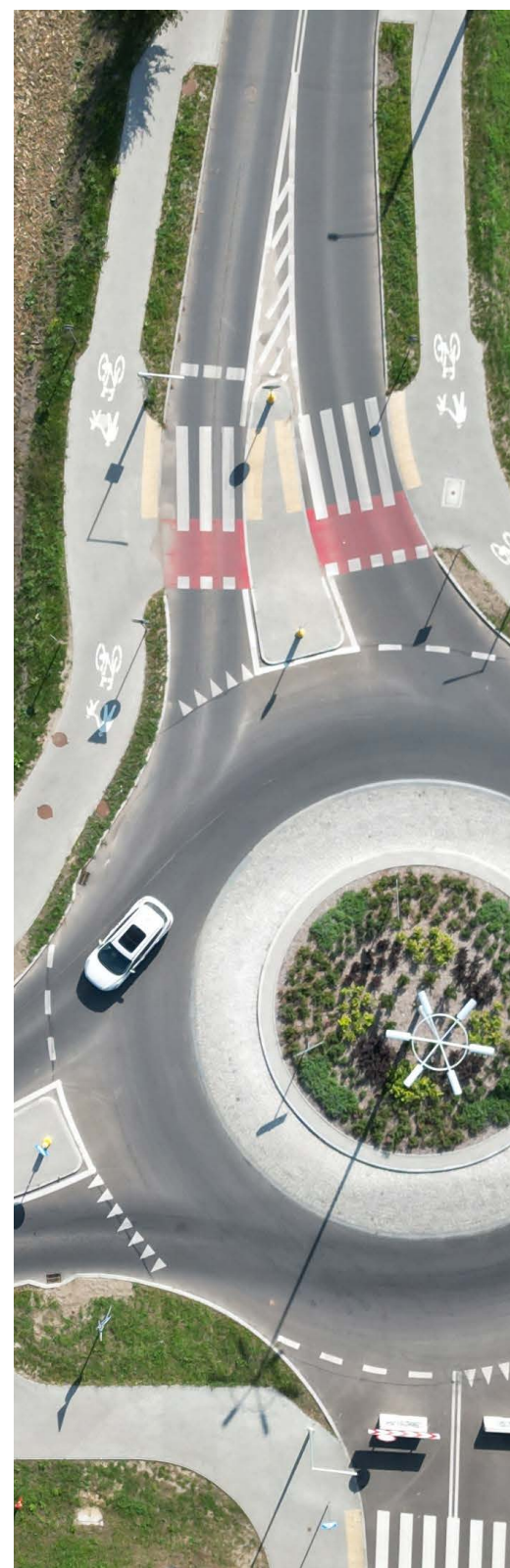
Te liczby podkreślają społeczny wymiar autonomicznej mobilności. Zwiększenie niezależności osób z niepełnosprawnościami to nie tylko poprawa ich jakości życia i dobrostanu (ograniczenie izolacji społecznej, depresji związanej z bezrobociem, ale i wymierny zysk ekonomiczny dla całego społeczeństwa. Podobne rozważania można odnieść do osób starszych: starzenie się społeczeństw sprawia, że miliony seniorów tracą mobilność (przestają prowadzić auta ze względu na stan zdrowia). AV mogłyby wydłużyć okres ich aktywności i samodzielności – np. dowozić osoby w podeszłym wieku do lekarza, na zakupy czy do klubów seniora, zmniejszając obciążenie opiekunów i instytucji opieki. Według danych UE, już w 2018 r. ok. 40% osób powyżej 65 r.ż. miało trudności z dostępem do transportu publicznego w Europie¹⁸, co prowadzi do zjawiska wykluczenia transportowego seniorów. Autonomiczny „podwózek” mógłby stać się dla nich wybawieniem – zwiększyć częstotliwość kontaktów społecznych, poprawić zdrowie psychiczne i fizyczne (choćby przez możliwość dojazdu na wizyty lekarskie), i przełożyć się na mniejsze koszty opieki zdrowotnej i socjalnej.

Inkluzywność dotyczy też społeczności o niższych dochodach i mniejszości. Raport „Autonomous Vehicles: Leveraging Technology for Diverse Community Benefit” zauważa, że miejsce zamieszkania determinuje dostęp do żywności, opieki medycznej, edukacji czy pracy, a historycznie izolacja geograficzna niektórych społeczności (np. ubogich dzielnic peryferyjnych) pogłębia nierówności¹⁹. Pojazdy autonomiczne mogą stać się narzędziem niwelowania tych różnic, zapewniając niedrogą i sprawną mobilność tam, gdzie brakuje tradycyjnego transportu. Już teraz firmy testują AV dostawcze dowożące zakupy spożywcze do tzw. food desert (obszarów bez supermarketów), czy autonomiczne mobilne kliniki docierające do dzielnic z ograniczonym dostępem do lekarzy. Choć brzmi to futurystycznie, technologia rozwija się szybko – np. podczas pandemii COVID-19 autonomiczne vany w USA rozwoziły żywność i leki dla osób pozostających w domach.

Podsumowując, włączenie jest jednym z najważniejszych argumentów za rozwojem AV: ma szansę uczynić transport naprawdę dostępnym dla każdego, co przyniesie zarówno poprawę jakości życia wykluczonych grup, jak i korzyści ekonomiczne (mniejszy koszt wykluczenia transportowego ponoszony obecnie przez państwo i społeczności).

18 European Commission, „Special Eurobarometer (2018)”, URL: <https://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/index.cfm/Survey/getSurveyDetail/instruments/SPECIAL/surveyKy/2232>

19 Brian Woolfolk, „Autonomous Vehicles: Leveraging Technology for Diverse Community Benefit”



1.5. Bezpieczeństwo na drogach: AV a wypadki

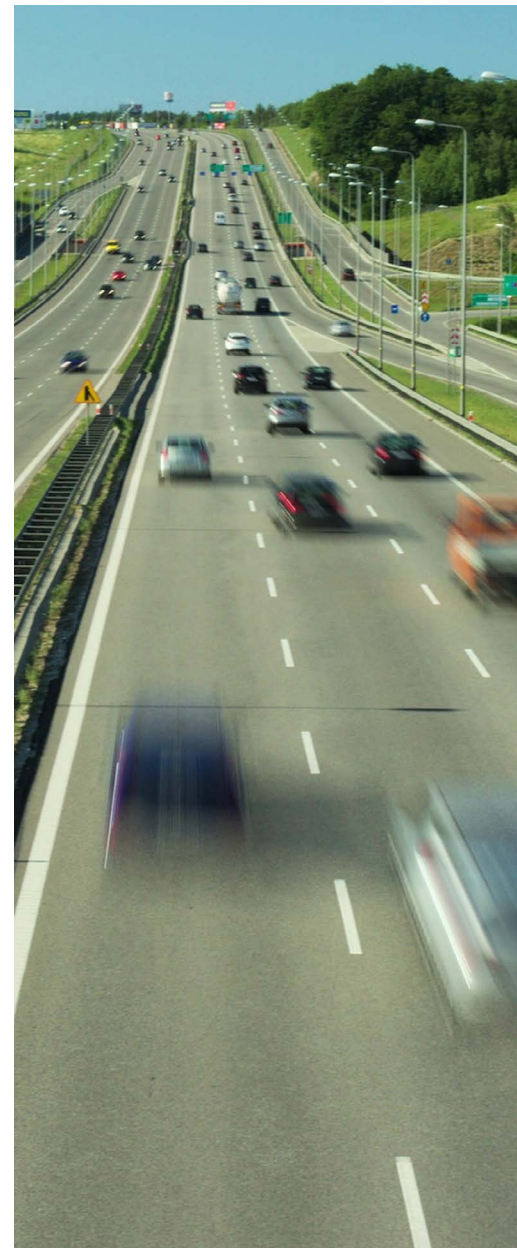
Jednym z kluczowych motywatorów rozwoju pojazdów autonomicznych jest poprawa bezpieczeństwa ruchu drogowego. Ludzki błąd odpowiada za zdecydowaną większość (ok. 94%) poważnych wypadków²⁰ – kierowcy popełniają błędy, jeżdżą zbyt szybko, bywają rozkojarzeni lub prowadzą pod wpływem alkoholu lub substancji psychoaktywnych.

W efekcie co roku na świecie w wypadkach drogowych ginie około 1,3 miliona osób (to 3700 ofiar śmiertelnych dziennie), a od 20 do 50 milionów zostaje rannych. W samych Stanach Zjednoczonych w 2022 r. zginęło prawie 46 tysięcy osób – co oznacza wzrost o 22% w porównaniu z rokiem 2019. Wypadki drogowe pozostają główną przyczyną śmierci nastolatków w USA²¹. Poza ludzką tragedią, przekłada się to na gigantyczne koszty ekonomiczne: straty materialne, koszty leczenia i utraconą produktywność. Według analiz, globalnie wypadki drogowe mogą kosztować światową gospodarkę łącznie \$1,8 bln w latach 2015–2030 co daje średnio ok. \$120 mld rocznie. Dla porównania – to tak jakby co roku tracić równowartość łącznego rocznego PKB niewielkiego kraju z powodu kraks i kolizji.

Autonomiczna rewolucja obiecuje odwrócić te statystyki. Komputery za kierownicą nie piją alkoholu, nie zasypiają, nie rozmawiają przez telefon ani nie przekraczają prędkości. Dobrze zaprogramowany system powinien jeździć ostrożniej i przewidywać więcej zagrożeń niż przeciętny kierowca. Oczywiście technologia musi osiągnąć ogromną niezawodność – dlatego firmy testujące AV przejeżdżają miliony kilometrów, by wytrenować algorytmy na wszelkie możliwe scenariusze drogowe. Już pierwsze dane z testów pokazują obiecujące rezultaty. Przykładowo, flota autonomicznych taksówek Cruise (General Motors) bez kierowcy, jeżdżąc po ulicach San Francisco, podczas pierwszego miliona mil odnotowała o 54% mniej kolizji ogółem w przeliczeniu na dystans niż te kierowane przez człowieka. Co ważne, poważne wypadki z ryzykiem obrażeń były rzadsze o 73%, a zdarzenia, w których to pojazd Cruise był głównym sprawcą, o 92% rzadsze niż w przypadku

20 World Economic Forum, „How satellite technology is transforming the future of road safety”, URL: <https://weforum.org>

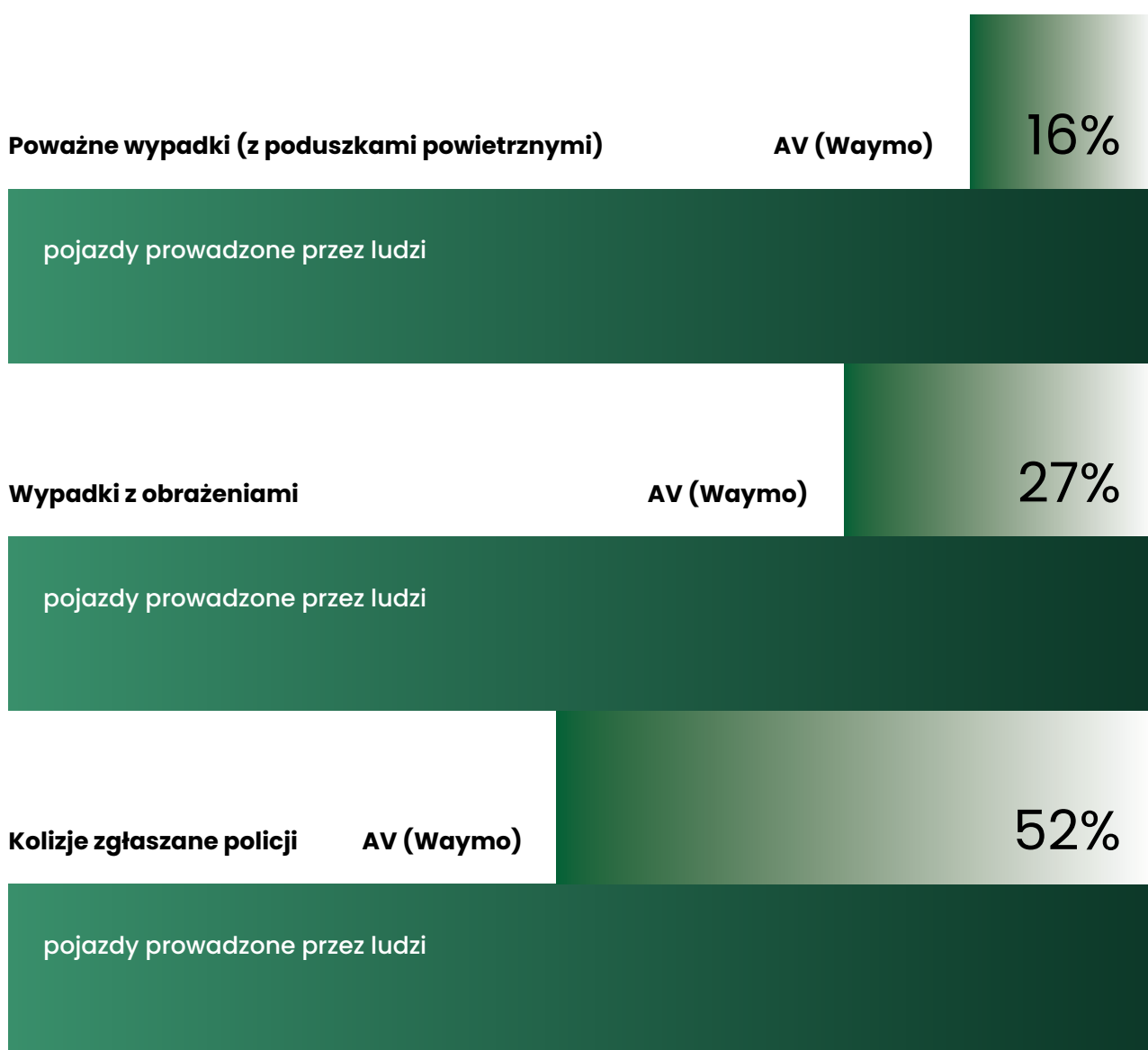
21 Cruise, „Cruise’s Safety Record Over 1 Million Driverless Miles”, 2023, URL: <https://getcruise.com/news/blog/2023/cruises-safety-record-over-one-million-driverless-miles/>



Porównanie względnej liczby wypadków (przyjęto poziom 100 dla kierowcy ludzkiego)

Źródło: waymo.com

Dane Waymo z testów w miastach USA: AV notuje o około 48% mniej kolizji zgłaszanych policji, około 73% mniej wypadków z obrażeniami i około 84% mniej wypadków poważnych (z poduszkami powietrznymi) niż pojazdy prowadzone przez ludzi.



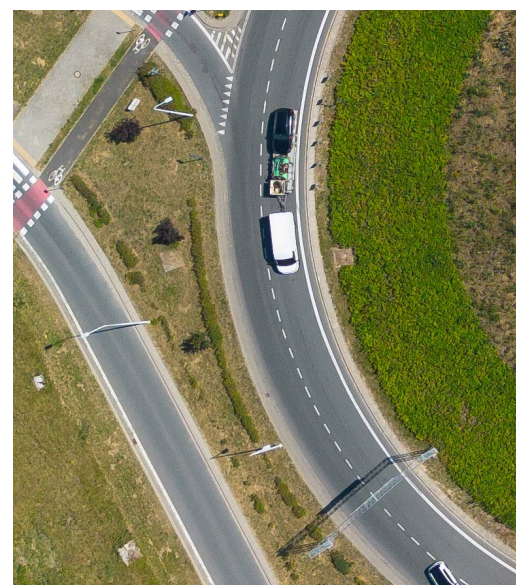
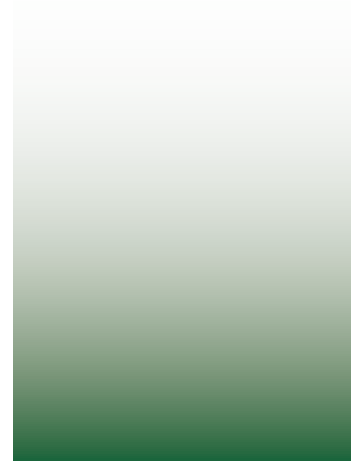
człowieka. Także konkurencyjny Waymo (Google/Alphabet) publikuje szczegółowe raporty bezpieczeństwa. Do połowy 2024 r. ich pojazdy bez kierowcy przejechały ponad 22 mln mil, uczestnicząc w 73% mniej wypadków z obrażeniami i 84% mniej poważnych wypadków (z odpaleniem poduszek) niż średni kierowcy w tych samych miastach²². Poniższy wykres ilustruje porównanie częstości wypadków (relatywnie) dla kierowców ludzkich i AV Waymo w trzech kategoriach: wszystkich zgłoszonych kolizji, wypadków z obrażeniami i wypadków poważnych. W każdej z nich wskaźniki dla aut autonomicznych są o rząd wielkości niższe.

Oczywiście, żaden system nie jest doskonały – zdarzały się kolizje z udziałem pojazdów autonomicznych (często jednak z winy innych kierowców lub w skomplikowanych sytuacjach miejskich). Głośne były przypadki wypadków testowych Uber ATG (śmiertelne potrącenie pieszego w 2018) czy incydenty z udziałem Tesli na autopilocie. Dlatego branża podkreśla: celem nie jest zero wypadków, ale znacząca redukcja ich liczby i ciężkości. Analiza RAND Corporation wykazała, że jeśli pierwsze generacje AV będą choćby 10% bezpieczniejsze od przeciętnego kierowcy, to przy dość szybkim wdrożeniu dałoby się zapobiec 600 tys. ofiar śmiertelnych w USA w okresie 35 lat²³. To potężny efekt – odpowiada populacji dużego miasta. Im wcześniej bezpieczne AV trafią do ruchu, tym więcej żyć uda się ocalić. Z tego powodu firmy takie jak Cruise mówią wprost: „Nasza misja jest pilna – każde opóźnienie to kolejne ofiary na drogach”.

Oszczędności ekonomiczne dzięki redukcji wypadków również byłyby ogromne. Mniej stłuczek i kolizji to niższe koszty napraw, ubezpieczeń, opieki zdrowotnej, mniej korków (wypadki generują około 25% zatorów miejskich) i przerw w pracy poszkodowanych. Szacuje się, że wyeliminowanie błędów ludzkich mogłoby zmniejszyć koszty wypadków o nawet 90%, co globalnie dałoby oszczędności rzędu setek miliardów dolarów rocznie. Nawet częściowa automatyzacja przynosi efekty – już teraz niektóre systemy ADAS (np. automatyczne hamowanie) realnie ograniczają częstość szkód.

22 World Economic Forum, „How satellite technology is transforming the future of road safety”, URL: <https://weforum.org>

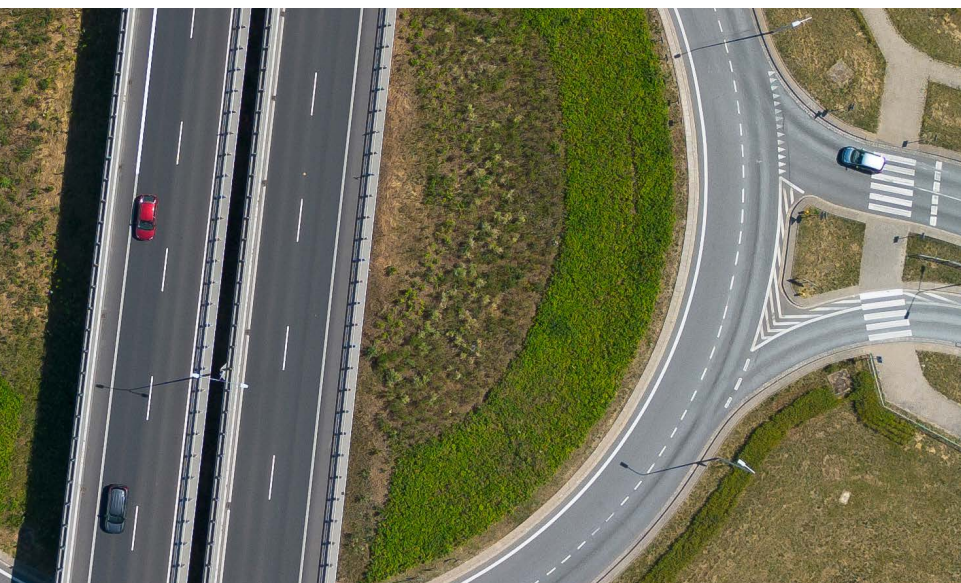
23 Cruise, „Cruise’s Safety Record Over 1 Million Driverless Miles”, 2023, URL: <https://getcruise.com/news/blog/2023/cruises-safety-record-over-one-million-driverless-miles/>



Wpływ na płynność ruchu

Co ciekawe, pojazdy autonomiczne mogą nie tylko zapobiegać wypadkom, ale także zmniejszać korki i upłynniać ruch. Gdy samochody komunikują się między sobą i jadą koordynowanie, mogą utrzymywać mniejsze odstępy i szybciej reagować na sytuacje. Badacze z Cambridge pokazali to na przykładzie: mała flota modeli aut sterowanych autonomicznie zareagowała na zatrzymanie jednego pojazdu tak, że inne pasy zwolniły nieco, by go ominąć – dzięki współpracy aut ogólny przepływ ruchu poprawił się o co najmniej 35%²⁴. Co więcej, gdy dołączył agresywnie jadący samochód prowadzony przez człowieka, autonomiczne pojazdy nauczyły się ustępować mu, co zwiększyło bezpieczeństwo. Symulacje ruchu miejskiego wskazują, że przy odpowiednim udziale pojazdów komunikujących się (V2X) można wyeliminować efekt falowania ruchu i nagłych hamowań, które stoją u źródeł wielu korków. To istotny czynnik ekonomiczny – mniejsze korki to oszczędność czasu pracowników (w skali UE szacowana na dziesiątki miliardów € rocznie) oraz mniejsze zużycie paliwa i emisje z powodu płynniejszej jazdy. Krótko mówiąc, autonomizacja może przybliżyć nas do wizji bezpiecznego, a zarazem sprawnego transportu – z minimalną liczbą wypadków, uspokojonym ruchem i optymalnym wykorzystaniem infrastruktury.

24 University of Cambridge, „Driverless cars working together can speed up traffic by 35 percent”, 2019, URL: <https://arxiv.org/abs/1902.06133>



1.6. Gospodarka i rynek pracy: szanse i wyzwania

Wejście pojazdów autonomicznych na rynek będzie mieć dalekosiężne skutki dla gospodarki – wpływ na wiele sektorów, strukturę zatrudnienia, nowe modele biznesowe i wartość dodaną. Spróbujemy podsumować te potencjalne zmiany.

Nowe miejsca pracy vs. automatyzacja zawodów kierowcy. Autonomizacja niewątpliwie uderzy w zawody polegające na prowadzeniu pojazdów. Według U.S. Bureau of Labor Statistics (Biuro Statystyki Pracy), w 2023 roku w Stanach Zjednoczonych zatrudnionych było 3,05 mln kierowców ciężarówek, przy podobnej liczbie 3,04 mln w 2022 roku²⁵. Natomiast dane Departamentu Handlu USA, z 2015 r., że około 3,8 mln osób pracowało jako zawodowcy kierowcy pojazdów (ciężarówki, autobusy, taksówki, kurierzy itp.) – byli to głównie mężczyźni, często starsi i z wykształceniem średnim lub niższym. Dodatkowo aż 11,7 mln pracowników wykonywało w pracy pewne obowiązki wymagające jeżdżenia autem (np. serwisanci, pracownicy budowlani dojeżdżający na miejsce, pielęgniarki środowiskowe, przedstawiciele handlowi). Łącznie 15,5 mln miejsc pracy w USA (1 na 9 pracowników) potencjalnie może ulec zmianie pod wpływem pojazdów autonomicznych²⁶. To duża zmiana.

Z jednej strony, wiele z tych etatów może z czasem zniknąć lub zmienić charakter – szczególnie kierowcy ciężarówek dalekobieżnych, taksówkarze czy operatorzy transportu towarowego. Już dziś odczuwa się niedobór kierowców ciężarówek w Europie i USA, co paradoksalnie może ułatwić akceptację automatycznych ciężarówek (uzupełnią one braki kadrowe). Z drugiej strony, powstanie zupełnie nowy ekosystem miejsc pracy związanych z AV: od inżynierów oprogramowania i specjalistów od AI, przez personel centrów nadzoru flot autonomicznych, teleoperatorów zdalnie wspierających pojazdy w trudnych sytuacjach, po mechaników utrzymujących zaawansowane czujniki i platformy AV. Wreszcie, jeśli autonomiczne pojazdy znacznie obniżą koszt transportu, może wzrosnąć popyt na usługi przewozowe – a to wygeneruje kolejne miejsca pracy w sektorach powiązanych (logistyka, obsługa klienta, nowe usługi mobilności).

25 U.S. Bureau of Labor Statistics, „Industry at a Glance: Truck Transportation, 2022–2023”, URL: <https://bls.gov/iag/tgs/iag484.htm#workforce>

26 U.S. Department of Commerce, Economics and Statistics Administration, Office of the Chief Economist, „The Employment Impact of Autonomous Vehicles”, URL: <https://commerce.gov>

Różne analizy starają się oszacować ten bilans. Na przykład powołana w USA koalicja AV Jobs Alliance wskazuje, że w ciągu 15 lat AV mogą stworzyć netto do około 450 tys. nowych miejsc pracy w gospodarce amerykańskiej (scenariusz optymistyczny zakładający szybkie wdrożenie około 36 mln AV)²⁷. W Wielkiej Brytanii wspomniany raport Connected Places Catapult estymuje +40 tys. miejsc pracy do 2035 r. dzięki rozwojowi CAV (Connected and Automated Vehicles)²⁸. Oczywiście rozkład tych korzyści będzie nierównomierny geograficznie – najwięcej zyskają regiony będące centrami rozwoju technologii (Kalifornia, Szanghaj, Monachium, Stuttgart, Göteborg itp.), gdzie powstaną wysokopłatne miejsca pracy dla specjalistów. Z kolei regiony, gdzie praca kierowcy jest częstym zawodem (np. kraje rozwijające się z dużą liczbą kierowców taxi czy przewoźników), mogą stanąć przed wyzwaniem przekwalifikowania tej siły roboczej w dłuższej perspektywie. Warto zaznaczyć, że transformacja będzie stopniowa – raport Securing America's Future Energy ocenia, że istotne skutki dla rynku pracy kierowców zaczną być odczuwalne dopiero w latach 2030–2040²⁹, dając czas na adaptację. Do tego czasu wielu dzisiejszych kierowców ciężarówek odejdzie na emeryturę w naturalnym trybie.

27 Chamber of Progress, „Autonomous Vehicle Jobs to Exceed 110k in U.S. Every additional 1000 autonomous vehicles will mean 190 jobs”, URL: <https://progresschamber.org>

28 GOV.UK, „UK on the cusp of a transport revolution, as self-driving vehicles set to be worth nearly £42 billion by 2035”, URL: <https://gov.uk>

29 Securing America's Future Energy, „How and When will Autonomous Vehicles Impact the Workforce?”, URL: <https://avworkforce.secureenergy.org>



Wpływ na sektor motoryzacyjny i wartość dodaną. Autonomiczne pojazdy to również ogromny rynek dla przemysłu technologicznego i motoryzacyjnego. Wdrożenie AV wymaga sensorów (lidary, radary, kamery), układów scalonych o wysokiej mocy obliczeniowej, specjalistycznego oprogramowania AI – to wszystko tworzy nową wartość dodaną. Tradycyjni producenci aut (OEM) inwestują, aby tę wartość przechwycić – stąd sojusze (np. Ford + Argo AI, GM + Cruise, Toyota inwestująca w Pony.ai itd.) i przejęcia startupów. Jednocześnie sektor usług mobilności (transport osób i towarów) może się gruntownie przeobrazić. Robotaxi i autonomiczne dostawy mogą obniżyć koszt przejazdu i przewozu na tyle, że zwiększy się popyt na usługi transportowe – ludzie chętniej będą korzystać z przewozów na żądanie zamiast własnych aut. To potencjalnie wygeneruje nową wartość w sektorze usług (MaaS, logistyka na żądanie). Według Boston Consulting Group autonomiczne ciężarówki mogą obniżyć koszty transportu o ponad 30% dzięki oszczędności na kosztach kierowcy oraz jeździe 24h na dobę (bez przerw, zwiększenie wykorzystania floty)³⁰. Może to zrewolucjonizować łańcuchy dostaw – obniżyć koszty dóbr konsumpcyjnych, skrócić czasy dostaw, zmienić model centrów logistycznych (np. huby pod przejęcia ładunku między ciężarówką autonomiczną a lokalnym kurierem). Sektory powiązane, jak ubezpieczenia (mniej wypadków – niższe składki), służba zdrowia (mniej urazów komunikacyjnych), energetyka (płynniejszy ruch – mniejsze marnotrawstwo paliwa) również odczują wpływ. Poniższa tabela zbiera wybrane wskaźniki obrazujące wpływ AV na gospodarkę: inwestycje, prognozy rynku oraz efekty dla zatrudnienia i PKB.

30 Boston Consulting Group, „Mapping the Future of Autonomous Trucking”, 2022, URL: <https://bcg.com>



Tabela: Wybrane wskaźniki dotyczące rynku i wpływu ekonomicznego pojazdów autonomicznych

WSKAŹNIK / ASPEKT	WARTOŚĆ (OKRES, REGION)	ŹRÓDŁO
Globalne inwestycje w AV (2010–21)	> 100 mld USD (skumulowane); 25 mld USD w 2019 (rekord)	AV Industry Assoc. theavindustry.org
Prognoza wartości rynku AV (globalna)	300–400 mld USD rocznie (2035, samochody osobowe, świat)	McKinsey
Prognoza rynku CAV (Wielka Brytania)	41,7 mld £ rocznie (2035, UK, scen. 40% nowych aut to AV)	Raport CPC gov.uk
Nowe miejsca pracy dzięki AV (UK)	około 40 000 (2035, Wielka Brytania)	Raport CPC gov.uk
Wzrost PKB dzięki inkluzji (USA)	+867 mld USD (+3,8%) (scenariusz pełnej dostępności AV dla osób z niepełnosprawnościami, USA)	NDI/ICF

Objaśnienie: Powyższe dane pokazują zarówno rozmiar nakładów na rozwój AV, jak i oczekiwane korzyści. Inwestycje sięgnęły w szczycie kilkudziesięciu mld USD rocznie, a rynkowe przychody z AV w połowie lat 30. mogą sięgać kilkuset mld USD rocznie. Jednocześnie autonomia może przynieść nowe miejsca pracy (dziesiątki tysięcy w jednym kraju) mimo automatyzacji części zawodów, a także znacznie podnieść PKB poprzez aktywizację osób dziś wykluczonych transportowo.

Źródła: The AV Industry <https://theavindustry.org/>; UK on the cusp of a transport revolution, as self-driving vehicles set to be worth nearly £42 billion by 2035 gov.uk; U.S. Department of Commerce Economics and Statistics Administration – Office of the Chief Economist – The Employment Impact of Autonomous Vehicles commerce.gov

Podsumowując, pojazdy autonomiczne mają potencjał stać się jednym z motorów wzrostu gospodarczego w nadchodzących dekadach, ale jednocześnie wymagają przygotowania na transformację rynku pracy.

Rządy i instytucje będą musiały zarządzić tym przejściem: z jednej strony wspierać rozwój nowych sektorów (AI, software, usługi mobilności), z drugiej – oferować programy przekwalifikowania dla kierowców i dbać, by korzyści z autonomii były szeroko dzielone (np. poprzez uwzględnienie wymogów dostępności dla niepełnosprawnych, regulacje sprzyjające niższym cenom usług MaaS itp.).

Już teraz w dyskusjach publicznych pojawia się concept, by firmy wdrażające robotaksówki partycypowały w funduszach na przekwalifikowanie kierowców taxi, albo by ubezpieczyciele dostosowali modele biznesowe (ubezpieczenie bardziej producenta systemu niż indywidualnego kierowcy). To wszystko wymaga przemyślanej strategii – stąd apele, by państwa zawczasu analizowały skutki społeczne AV. Na przykład Parlament Europejski w rezolucji z 2019 r. wzywał do zapewnienia „sprawiedliwej transformacji” dla pracowników sektora transportu w kontekście automatyzacji.



Wyzwania rozwojowe dla rynku AV w Polsce

- 2.1. Inne wyzwania hamujące rozwój technologii AV w Polsce
- 2.2. Wnioski z porównania: Polska na tle krajów regionu

2. Wyzwania rozwojowe dla rynku AV w Polsce

Pojazdy autonomiczne (AV, Autonomous Vehicles – pojazdy zdolne do samodzielnego poruszania się bez udziału kierowcy) stanowią globalnie jeden z najbardziej innowacyjnych obszarów motoryzacji. Niestety w Polsce rozwój tej technologii napotyka na fundamentalną barierę: brak jasnych i spójnych ram prawnych umożliwiających testowanie AV w warunkach drogowych. Obecne przepisy są mało przychylne – wręcz zbyt restrykcyjne – co praktycznie blokuje prowadzenie badań i rozwoju (B+R, badania i rozwój, ang. R&D – Research and Development) w tym sektorze.



W świetle obowiązujących regulacji w Polsce testowanie pojazdów o wyższym stopniu automatyzacji jest obwarowane szeregiem wymogów administracyjnych. Aby przeprowadzić jazdy testowe pojazdu zautomatyzowanego na drodze publicznej, konieczne jest uzyskanie specjalnego zezwolenia. Projektowana nowelizacja Prawa o ruchu drogowym (UD17) przewiduje, że do wydania takiego zezwolenia wymagane będą pozytywne opinie aż trzech organów: właściwego komendanta wojewódzkiego policji, komendanta Państwowej Straży Pożarnej oraz organu zarządzającego ruchem na danej drodze³¹. Oznacza to rozbudowaną procedurę biurokratyczną angażującą różne instytucje, co już na wstępie czyni proces uzyskania zgody na testy długim i niepewnym. Co istotne, projekt nie przewiduje żadnego trybu odwoławczego w razie odmowy wydania zezwolenia, pozostawiając decyzje urzędników bez możliwości ich zaskarżenia. Z perspektywy firm chcących rozwijać technologię AV taka uznaniowość to duże wyzwanie.

Horyzont czasowy takiego zezwolenia również budzi poważne wątpliwości. Obecne propozycje zakładają, że zezwolenie na testy będzie ważne tylko przez 12 miesięcy. Biorąc pod uwagę czasochłonność przygotowań do testów (np. sprowadzenie pojazdu, wyposażenie go w aparaturę pomiarową, przeszkolenie zespołu) oraz brak pewności co do uzyskania finalnej decyzji, roczny okres ważności jest zdecydowanie zbyt krótki. Po jego upływie procedurę trzeba byłoby ponawiać od początku, co stanowi nadmierne obciążenie dla przedsiębiorców. Dla porównania, organizacje branżowe postulują wydłużenie ważności takich zezwoleń do co najmniej 24, a najlepiej 36 miesięcy, aby zapewnić stabilność planowania projektów badawczych.

Zakres i definicje w projektowanych regulacjach również są problematyczne. Obecne propozycje nie rozróżniają dostatecznie pojęć **pojazdu zautomatyzowanego** od **pojazdu autonomicznego**, ani jazd testowych od regularnego uczestnictwa takich pojazdów w ruchu drogowym. Brak tych rozróżnień prowadzi do nadmiernego rozszerzenia wymogów – według zaproponowanej definicji nawet samochody wyposażone w zaawansowane systemy asysty kierowcy poziomu 2 lub 2+ (ADAS – **Advanced Driver Assistance Systems**, zaawansowane systemy wspomagania kierowcy) traktowane byłyby jak „pojazdy zautomatyzowane”

31 Polska, Sejm RP, „Nowelizacja Prawa o ruchu drogowym (UD17). Projekt z dnia 3 grudnia 2024 r. Ustawa o zmianie ustawy – Prawo o ruchu drogowym”

i wymagały zezwoleń na testy. Innymi słowy, nawet samochód z częściową automatyzacją (np. z aktywnym tempomatem i asystentem pasa ruchu) podlegałby tym samym obostrzeniom co pojazd w pełni autonomiczny. Taka nadregulacja stanowi barierę dla wdrażania nowych funkcji już dostępnych w autach produkcyjnych. Z punktu widzenia rozwoju technologii, przepisy powinny koncentrować się na wyższych poziomach autonomii (SAE L3+), a nie hamować testowanie systemów poziomu L2, które i tak wymagają ciągłego nadzoru kierowcy³².

Kolejną kwestią jest brak jasności co do zakresu zezwolenia – nie wiadomo, czy ma ono dotyczyć konkretnego pojazdu, danego projektu badawczego, czy działalności firmy jako całości. Nie określono też, czy opłata (znaczna, bo proponowana wysokość to aż 20 000–40 000 zł za wydanie jednego zezwolenia) będzie pobierana od każdego pojazdu, każdego testu czy innej jednostki. Tak wysoka opłata wpisana w ustawę wyższej rangi dziwi przedsiębiorców – stanowi istotny koszt dla centrów B+R, a nie jest jasne, co dokładnie firma za nią „otrzymuje” (np. jaki jest zakres wsparcia czy nadzoru państwa nad testami). Całość przepisów tworzy obraz procesu nie tylko kosztownego i złożonego, ale też niepewnego co do wyniku³³.

Zamiast oczekiwanego przez branżę wsparcia, obecne ramy prawne de facto zniechęcają do testowania pojazdów autonomicznych w Polsce. Celem zmian powinno być „stworzenie jak najbardziej optymalnych warunków dla rozwoju sektora B+R w branży automotive, w tym dla testowania w Polsce pojazdów zautomatyzowanych”, tymczasem zaproponowane rozwiązania wciąż zawierają liczne bariery administracyjne nieadekwatne do realiów biznesowych. Przedstawiciele branży podkreślają, że zniesienie tych barier stałoby się zachętą dla firm do pozostania w kraju i inwestowania tutaj w nowe technologie, zamiast lokować projekty badawcze za granicą. W obecnej sytuacji jest niestety odwrotnie – brak przyjaznych regulacji powoduje „ucieczkę” innowacji. Polska może stracić potencjalne korzyści gospodarcze i technologiczne, ponieważ firmy wybierają testowanie swoich rozwiązań tam, gdzie procedury są prostsze, a prawo bardziej przewidywalne.

32 Ibidem

33 Ibidem



Warto zauważyć, że problem ten dostrzegają także władze lokalne i inne resorty. Już w 2019 roku media donosiły, że w Ministerstwie Sprawiedliwości rozpoczęto analizę sytuacji prawnej pojazdów autonomicznych, badając rozwiązania m.in. we Francji, Holandii i Austrii. Samorządy takie jak Rzeszów, Jaworzno czy Gdańsk były zainteresowane wdrożeniem autonomicznych autobusów, lecz wprost wskazywały brak przepisów jako główną przeszkodę. Prezydent Rzeszowa Tadeusz Ferenc deklarował: „Chcemy wdrożyć autonomiczne autobusy... Jesteśmy gotowi na realizację takiego projektu u nas. Przeszkodą jest brak przepisów dotyczących ich poruszania się”. Rzeczywiście, zgodnie z aktualnym Prawem o ruchu drogowym możliwe są jedynie testy systemów autonomicznych i to po spełnieniu wyśrubowanych wymogów bezpieczeństwa oraz uzyskaniu specjalnego zezwolenia. Rzeszów, Gdańsk i Jaworzno podjęły pewne działania pilotażowe (od krótkich demonstracji minibusu po przebudowę odcinków dróg pod kątem AV) – jednak wdrożenie regularnej usługi na większą skalę wszędzie zostało uzależnione od zmian prawnych, na które wciąż czekamy³⁴.

Konsekwencją tego stanu rzeczy jest praktyczny zastój: od kilku lat w Polsce nie odbywają się żadne znaczące pilotaże samochodów autonomicznych na ulicach, poza zamkniętymi pokazami. Jak podsumowuje Gazeta Prawna, „przybywa miast zainteresowanych wprowadzeniem pojazdów bez kierowcy. Na razie przeszkodą są ich ceny i brak ram prawnych do wdrożenia rozwiązania”

Technologia jest gotowa do testowania (znajdują się nawet fundusze i chęci), ale brakuje „zielonego światła” ze strony ustawodawcy.

34 Gazeta Prawna, „Miasta chcą wprowadzać autonomiczne autobusy, ale brakuje przepisów...”, 2019, URL: <https://serwisy.gazetaprawna.pl>





2.1. Inne wyzwania hamujące rozwój technologii AV w Polsce

Brak odpowiednich regulacji to najpoważniejsza, lecz nie jedyna bariera rozwoju rynku pojazdów autonomicznych w Polsce. Równolegle występuje szereg innych czynników, które spowalniają postęp i wymagają uwagi decydentów.

Barriere administracyjne i koordynacyjne

Do problemów biurokratycznych należy zaliczyć ogólną złożoność procedur i brak sprawnej współpracy instytucji. Nawet poza samym procesem uzyskiwania pozwoleń, rozwój innowacji wymaga często zaangażowania wielu organów (od ministerstw po samorządy). Aktualnie brakuje mechanizmu „jednego okienka” czy dedykowanej instytucji, która wspierałaby projekty z zakresu autonomicznej mobilności. Polska administracja dostrzega co prawda wyzwania związane z autonomizacją transportu, jednak prowadzonym działaniom brakuje skali i koordynacji międzyinstytucjonalnej³⁵.

Przykładowo, Ministerstwo Infrastruktury koncentruje się głównie na dronach i przygotowaniu do autonomii drogowej, Ministerstwo Cyfryzacji prowadziło odrębne prace nad IoT (Internet of Things, Internet Rzeczy) w transporcie, a samorządy we własnym zakresie inicjują pilotaże. Brak jest jednak spójnej strategii łączącej te wysiłki.

Kolejnym aspektem jest długotrwałość i nieprzewidywalność procesów decyzyjnych. Firmy motoryzacyjne prowadzące w Polsce prace B+R nad systemami autonomicznymi wskazują, że uzyskanie jakiegokolwiek zgody (np. na test na określonym odcinku drogi) wymaga licznych uzgodnień i potrafi trwać miesiącami. Dla młodej technologii oznacza to utratę przewagi – cykl iteracyjny rozwoju znacznie się wydłuża. Jak podaje raport Polskiego Instytutu Ekonomicznego, nowa technologia z laboratorium trafi na ulice miast dopiero, gdy przewyższy bariery regulacyjne, uzyska standaryzację oraz społeczną akceptację będzie na odpowiednim poziomie. W Polsce droga od prototypu do pilotażu wydłuża się z powodu właśnie barier formalnych.



Z perspektywy przedsiębiorców brak uproszczonych procedur to istotna przeszkoda konkurencyjna. Podkreślają oni, że Polska powinna znosić zbędne obciążenia administracyjne i prawne – tylko wtedy kraj ten stanie się atrakcyjnym miejscem do rozwijania i testowania innowacji³⁶. W przeciwnym razie globalne koncerny ulokują swoje projekty tam, gdzie łatwiej je realizować (np. w krajach sąsiednich, o czym więcej w dalszej części raportu). W skrajnym przypadku grozi nam scenariusz, w którym Polska stanie się wyłącznie odbiorcą cudzych technologii, bez udziału własnych ośrodków w ich tworzeniu.

36 Polska, Sejm RP, „Nowelizacja Prawa o ruchu drogowym (UD17). Projekt z dnia 3 grudnia 2024 r. Ustawa o zmianie ustawy – Prawo o ruchu drogowym”

37 Polski Instytut Ekonomiczny, „Autonomiczny transport przyszłości”, kwiecień 2020

38 Gazeta Prawna, „Miasta chcą wprowadzać autonomiczne autobusy, ale brakuje przepisów...”, 2019, URL: <https://serwisy.gazetaprawna.pl>

Niedostateczna infrastruktura cyfrowa i drogowa

Infrastruktura jest kluczowym czynnikiem w rozwoju pojazdów autonomicznych – zarówno ta fizyczna (drogi, oznakowanie), jak i cyfrowa (łączność, systemy zarządzania ruchem). Na obu polach Polska ma istotne zaległości.

Po stronie infrastruktury drogowej wyzwaniem jest dostosowanie istniejącej sieci transportowej do potrzeb pojazdów autonomicznych. Systemy automatycznej jazdy najlepiej funkcjonują w przewidywalnym, dobrze ustrukturyzowanym środowisku. Tymczasem polskie drogi często cierpią na braki w oznakowaniu poziomym (niewyraźne linie, szybko znikające tymczasowe oznaczenia przy remontach) czy niespójne ograniczenia prędkości. Modernizacja infrastruktury pod kątem AV będzie kosztowna – konieczne może być wyposażenie dróg w czujniki, kamery, urządzenia komunikacyjne oraz ewentualna przebudowa niektórych odcinków³⁷. Na razie brakuje dedykowanych funduszy i programów na ten cel. W 2019 r. Jaworzno, planując autonomiczne busy, z własnej inicjatywy przebudowało fragment arterii miejskiej³⁸, jednak takie pojedyncze działania nie zastąpią ogólnokrajowej strategii.

Równie istotna jest infrastruktura telekomunikacyjna i cyfrowa. Pojazdy autonomiczne generują i przetwarzają ogromne ilości danych w czasie rzeczywistym – wg PIE, „minuta jazdy autonomicznego samochodu to terabajty przetwarzanych informacji” (czujniki LIDAR, kamery, radar, komunikacja). Do sprawnej wymiany danych potrzebne są szybkie sieci bezprzewodowe o niskich opóźnieniach.

Technologia 5G (sieć komórkowa piątej generacji) ze swoją wysoką przepustowością i krótkim czasem reakcji jest uważana za kluczową dla obsługi komunikacji **Vehicle-to-Everything (V2X)** – czyli łączności pojazdu ze wszystkim wokół (innymi pojazdami, infrastrukturą drogową, systemami zarządzania ruchem, pieszymi itp.). Niestety, wdrażanie 5G w Polsce się opóźnia. W efekcie dyspozycyjność łączności 5G na głównych korytarzach transportowych jest ograniczona, co utrudnia testy zaawansowanych funkcji komunikacyjnych pojazdów (np. jazdy w konwoju z małym dystansem między ciężarówkami, gdzie pojazdy muszą wymieniać dane w ułamkach sekund)³⁹.

Również rozwój **Inteligentnych Systemów Transportowych (ITS, ang. Intelligent Transport Systems)** – takich jak np. inteligentne sygnalizatory reagujące na nadjeżdżający pojazd czy systemy ostrzegające o zdarzeniach na drodze – w Polsce przebiega wolniej niż w Europie Zachodniej. Infrastruktura **cooperative ITS (C-ITS)**, umożliwiająca komunikację V2X, została wdrożona pilotażowo jedynie w kilku miejscach (np. na odcinku autostrady A1 testowano system informowania o warunkach pogodowych). Brakuje na razie sieci **roadside units** (nadajników przydrożnych) gotowych do komunikacji z pojazdami na dużą skalę. Dla porównania, kraje zachodnie realizują projekty tzw. korytarzy 5G – np. w Czechach trwa projekt 5G Corridor Munich-Prague, gdzie autostrada łącząca te miasta jest wyposażana w infrastrukturę komunikacyjną dla pojazdów autonomicznych⁴⁰. Polska, choć uczestniczy w paneuropejskich inicjatywach na poziomie deklaracji, nie posiada jeszcze takiego pokrytego odcinka testowego z prawdziwego zdarzenia.

Konsekwencją niedostatków infrastruktury jest ograniczenie możliwości testowania bardziej zaawansowanych scenariuszy AV, np. komunikacji między pojazdami różnych producentów czy pojazd-sygnalizacja świetlna. Badania naukowe pokazują, że jeśli pojazdy autonomiczne będą ze sobą współpracować, mogą znacząco usprawnić ruch – np. eksperyment Uniwersytetu Cambridge wykazał, że flota autonomicznych aut jadących kooperacyjnie (komunikujących się i reagujących na siebie nawzajem) poprawiła płynność ruchu o co najmniej 35% w porównaniu do aut nie komunikujących się.

39 Polska, Sejm RP, „Nowelizacja Prawa o ruchu drogowym (UD17). Projekt z dnia 3 grudnia 2024 r. Ustawa o zmianie ustawy – Prawo o ruchu drogowym”

40 Connected Automated Driving, „Czech Republic – informacje nt. krajowych regulacji testów AV”, 2024, URL: <https://connectedautomateddriving.eu>



Gdy jedno auto się zatrzymało, inne otrzymywały sygnał i odpowiednio zwalniały lub zmieniały pas, żeby nie doprowadzić do powstania zatoru⁴¹. To dowód, że technologie V2X mogą zwiększyć przepustowość i bezpieczeństwo na drogach. Jednak bez inwestycji w infrastrukturę (zarówno sieciową, jak i standaryzację protokołów komunikacji), polskie drogi nie będą gotowe na wykorzystanie tych możliwości. W efekcie nawet jeśli pojazd autonomiczny technicznie mógłby jechać bezpiecznie, otoczenie drogowe w Polsce może nie dostarczyć mu wszystkich niezbędnych danych lub warunków do optymalnego działania.

41 University of Cambridge, „Driverless cars working together can speed up traffic by 35 percent”, 2019, URL: <https://arxiv.org/abs/1902.06133>

Niskie zaufanie społeczne i brak kampanii edukacyjnych

Akceptacja społeczna nowych technologii odgrywa ogromną rolę w ich upowszechnieniu. W przypadku pojazdów autonomicznych mamy do czynienia z pewną ostrożnością, a nawet nieufnością opinii publicznej – zarówno w Polsce, jak i globalnie. Społeczeństwo obawia się przede wszystkim kwestii bezpieczeństwa (czy samochód bez kierowcy nie spowoduje wypadku?), ale także utraty kontroli, prywatności czy etyki decyzji podejmowanych przez maszynę.

Badania globalne wskazują, że sceptycyzm wobec autonomii drogowej jest dość powszechny. Według McKinsey, w ostatnich latach spadło zaufanie konsumentów do bezpieczeństwa AV – ich badanie ACES (**A**utonomous, **C**onected, **E**lectric, **S**hared mobility) pokazało spadek odsetka osób ufających autonomicznym autom o 5 punktów procentowych, a także zmniejszenie odsetka popierających dopuszczenie takich pojazdów do ruchu o 15 p.p. Innymi słowy, im więcej doniesień o opóźnieniach czy incydentach, tym ostrożniej podchodzą do tego ludzie. W Polsce brakuje aktualnych, szeroko zakrojonych badań opinii publicznej w tym zakresie. Częstkowe dane sugerują jednak, że Polacy mogą być nawet bardziej zachowawczy wobec autonomicznych aut niż np. wobec dronów. Jak odnotowano w raporcie PIE, autonomiczne **bezzałogowe statki powietrzne** (drony) cieszyły się u nas dość wysoką akceptacją społeczną być może dlatego,

że ich zastosowania (fotografia, dostawy) wydają się mniej zagrażające przeciętnemu człowiekowi. Natomiast „samochód bez kierowcy” na ulicy budzi więcej obaw, wynikających chociażby z wyobrażenia co się stanie, gdy zawiedzie technologia w ruchu miejskim pełnym pieszych⁴².

Na niskie zaufanie społeczne złożyło się kilka czynników. Po pierwsze, brak jest w Polsce realnych doświadczeń obywateli z pojazdami autonomicznymi. Większość ludzi nie miała okazji przejechać się takim samochodem czy minibusem, zobaczyć go w codziennym działaniu. A jak wiadomo, nowe technologie często budzą lęk dopóki nie staną się oswojone. Pilotażowe projekty w Gdańsku czy Rzeszowie – choć udane – miały ograniczony zasięg (kilka tygodni testów, ograniczona trasa). Nie przeprowadzono natomiast szerzej zakrojonych demonstracji np. w Warszawie czy innych dużych miastach, które mogłyby przybliżyć ideę AV szerszej publiczności.

Po drugie, brakuje kampanii edukacyjnych czy informacyjnych ze strony władz publicznych. Do tej pory nie prowadzono ogólnopolskiej akcji uświadamiającej korzyści z autonomizacji transportu ani wyjaśniającej społeczeństwu, jak działają takie pojazdy i jakie istnieją zabezpieczenia. Dla porównania – w obszarze elektromobilności organizowano kampanie promujące samochody elektryczne, strefy czystego transportu itp. W temacie AV panuje cisza, przez co lukę wypełniają często spekulacje i jednostkowe negatywne przekazy medialne (np. informacje o wypadkach Tesli na autopilocie za granicą, czy głośny śmiertelny wypadek z udziałem Uber AV w 2018 r.). To wszystko utrwała przekonanie, że technologia jest niebezpieczna lub „niegotowa”.

Po trzecie, społeczeństwo może obawiać się szerszych skutków społeczno-gospodarczych: utraty miejsc pracy (np. kierowców zawodowych), cyberzagrożeń (hakowanie pojazdów) czy kwestii etycznych (kogo „wybierze” samochód autonomiczny w sytuacji kolizji nie do uniknięcia). Choć debata na te tematy toczy się na świecie, w Polsce nie zostały one podjęte w dialogu publicznym z obywatelami. Stąd niski poziom zaufania idzie w parze z niskim poziomem wiedzy – co tworzy błędne koło zatrzymujące postęp.

42 Polski Instytut Ekonomiczny, „Autonomiczny transport przyszłości”, kwiecień 2020



Zwiększenie akceptacji społecznej wymaga aktywnych działań informacyjnych. Przykładowo, McKinsey sugeruje, że aby zyskać zaufanie konsumentów, producenci powinni edukować klientów, np. poprzez przeszkolenie sprzedawców samochodów, by potrafili objaśnić jak działają systemy autonomiczne i rozwiązać obawy nabywców. Na poziomie kraju przydałyby się „dni autonomicznej mobilności”, podczas których każdy chętny mógłby zobaczyć pokaz pojazdów, poznać zasadę działania sensorów, czy porozmawiać z inżynierami. Bez takiego osławiania technologii trudno oczekiwać, by społeczeństwo popierało zmiany prawne ułatwiające jej rozwój – a poparcie to mogłoby wywierać oddolną presję na decydentów.

Nieuregulowana odpowiedzialność cywilna i ubezpieczenia

Jednym z najtrudniejszych wyzwań legislacyjnych związanych z pojazdami autonomicznymi jest uregulowanie kwestii odpowiedzialności za szkody powstałe w wyniku ich udziału w ruchu. Obecnie w Polsce brak przepisów szczególnych dotyczących odpowiedzialności cywilnej czy karnej za zdarzenia z udziałem pojazdów autonomicznych – co rodzi duże wątpliwości zarówno dla potencjalnych użytkowników, jak i ubezpieczycieli czy producentów.

W razie wypadku z udziałem AV należałoby sięgnąć do ogólnych zasad Kodeksu cywilnego i kodeksu drogowego⁴³. Standardowo za szkodę odpowiada kierujący pojazdem (na zasadzie winy lub ryzyka, w przypadku ruchu mechanicznego). Tylko że w pojeździe w pełni autonomicznym rola kierowcy jest znikoma albo nie ma go w ogóle. Powstaje pytanie: kto jest „kierującym” lub podmiotem odpowiedzialnym? Czy właściciel pojazdu (np. firma, miasto) ma ponosić odpowiedzialność, czy producent systemu autonomicznego, a może osoba nadzorująca zdalnie przejazd? Prawnicy wskazują, że na gruncie obecnego prawa prawdopodobne byłoby pociągnięcie do odpowiedzialności właściciela pojazdu lub operatora (jeśli taki istnieje), ewentualnie obu – w zależności od okoliczności. Mogłaby wchodzić w grę nawet odpowiedzialność karna operatora i właściciela, choć jeśli system działa autonomicznie i człowiek realnie nie

43 Gazeta Prawna, „Miasta chcą wprowadzać autonomiczne autobusy, ale brakuje przepisów...”, 2019, URL: <https://serwisy.gazetaprawna.pl>



miął możliwości ingerencji, przypisanie winy operatorowi budzi wątpliwości. Taki stan niepewności prawnej jest oczywiście nieakceptowalny w dłuższej perspektywie – ani podmioty rozwijające technologię, ani użytkownicy nie będą skłonni ryzykować niejasnych konsekwencji prawnych.

Problem dostrzega również Unia Europejska. Komisja Europejska już parę lat temu zauważyła lukę w przepisach i zasugerowała pewne środki zaradcze. Jedną z propozycji jest wyposażanie pojazdów autonomicznych w rejestratory danych (czarne skrzynki), które w razie wypadku pozwoliłyby ustalić z dużą pewnością, czy za błąd odpowiadał system (oprogramowanie), czy człowiek. Taki rejestrator mógłby zapisywać np. historię poleceń, prędkość, działanie systemów pojazdu tuż przed zdarzeniem. Postulat ten został zresztą uwzględniony – w 2022 r. UE przyjęła przepisy obligujące nowe pojazdy (choć jeszcze nie w pełni autonomiczne) do posiadania **Event Data Recorder**. Jednak sama obecność danych nie rozstrzyga zasad odpowiedzialności – to musi zrobić prawo krajowe lub unijne. Trwają prace nad dostosowaniem dyrektywy komunikacyjnej i przepisów o ubezpieczeniach do ery pojazdów autonomicznych. Wspomina się np. o modelu brytyjskim, gdzie zaproponowano, by odpowiedzialność za szkody spowodowane przez AV przejmowało ubezpieczenie pojazdu (jak obecnie OC), a ubezpieczyciel miałby roszczenie regresowe do producenta jeśli zawinił system. Polska jednak na razie nie wprowadziła żadnych szczególnych regulacji w tym zakresie.

Brak pewności prawnej co do odpowiedzialności hamuje rozwój rynku AV z kilku powodów. Po pierwsze, ubezpieczyciele nie mają podstaw do wyceny ryzyka – jak skalkulować polisę dla autonomicznego autobusu, jeśli nie wiadomo, kogo uznać za potencjalnego sprawcę szkód? Po drugie, miasta czy firmy obawiają się wystawiać takie pojazdy na drogi, wiedząc że w razie incydentu mogą ugrzęznąć w długich sporach o odszkodowania. Przykładowo, gdyby dziś wydarzył się wypadek z udziałem testowego busa bez kierowcy w Polsce, zapewne odpowiedzialność próbowałby przypisać prokurator osobie nadzorującej test (operatorowi), a poszkodowani pozwoliby właściciela pojazdu (np. gminę) – finał w sądzie byłby precedensowy i niepewny. To odstrasza wielu potencjalnych pionierów.



Ekspert wskazuje, że uregulowanie kwestii odpowiedzialności jest warunkiem koniecznym, by pojazdy autonomiczne mogły wyjechać na ulice w normalnym ruchu⁴⁴. Nowe prawo musi precyzyjnie rozgraniczyć odpowiedzialność producentów, operatorów i użytkowników tak, aby zachować równowagę między zachętami do rozwoju technologii a ochroną obywateli. Być może potrzebne będzie wprowadzenie **obowiązkowego ubezpieczenia** dla podmiotów testujących AV (analogicznie do polis OC, ale rozszerzonych o ryzyka specyficzne dla jazdy autonomicznej) oraz funduszu gwarancyjnego na wypadek szkód spowodowanych przez systemy bezosobowe. Dopóki jednak takie ramy nie zostaną zdefiniowane, dopóty żaden poważny operator nie odważy się na komercyjne wdrożenia AV w Polsce, a i testy będą mocno ograniczane.



44 Polski Instytut Ekonomiczny, „Autonomiczny transport przyszłości”, kwiecień 202



2.2. Wnioski z porównania: Polska na tle krajów regionu

Opisane powyżej bariery kontrastują z podejściem niektórych sąsiadów Polski w regionie Europy Środkowo-Wschodniej. Choć wszystkie kraje UE stoją przed podobnymi wyzwaniami, tempo dostosowań prawnych i inwestycji infrastrukturalnych jest zróżnicowane. Niestety, w wielu aspektach Polska odstaje in minus na tle Czech, Słowacji czy Niemiec, które już podjęły konkretne działania na rzecz wsparcia rozwoju pojazdów autonomicznych.

Czechy uchodzą za przykład kraju, który stosunkowo wcześniej umożliwił testy pojazdów automatycznych na drogach publicznych. Już obowiązujące przepisy czeskie zezwalają na testowanie pojazdów SAE poziomu 2 nie podlegają żadnym specjalnym warunkom. Poziomy SAE 3 i 4 mogą być testowane w warunkach określonych przez władze. Co ważne, nie wprowadzono sztywnych ograniczeń co do czasu ważności zezwoleń, obszaru testów czy scenariuszy użycia⁴⁵.

Przykładowo, czeskie prawo nie narzuca limitu geograficznego – testy mogą odbywać się na terenie całego kraju (w praktyce wyznacza się trasy, ale nie ma ustawowego zakazu wyjazdu poza poligon). Również okres ważności pozwolenia nie jest ograniczony – pozwolenia mogą być bezterminowe lub na czas trwania projektu, co daje firmom stabilność. Czechy wymagają oczywiście obecności kierowcy bezpieczeństwa w pojeździe (to standardowy wymóg ze względów bezpieczeństwa), ale procedury starania się o zgodę są uproszczone. Wprowadzono np. standardowy formularz aplikacyjny dla chętnych do testów oraz dziennik testów do raportowania podstawowych informacji, jednak bez nadmiernej biurokracji. Ciekawym ułatwieniem jest gotowość czeskich władz do uznawania zagranicznych zezwoleń – jeżeli pojazd uzyskał pozwolenie testowe w innym kraju UE i spełnia tamtejsze wymogi bezpieczeństwa, może być dopuszczony do testów w Czechach bez powtarzania całej procedury od zera. To bardzo proinnowacyjne podejście, ułatwiające testy cross-border. Czechy aktywnie uczestniczą też w projektach transgranicznych – wspomniany korytarz 5G z Bawarią,

45 Connected Automated Driving – Czech Republic, informacje nt. krajowych regulacji testów AV (2024) URL: <https://connectedautomateddriving.eu>



czy deklaracje współpracy z innymi krajami w ramach wizji rozwoju mobilności autonomicznej. Infrastrukturalnie Czechy mogą pochwalić się kilkoma obiektami testowymi: działą poligon w mieście Milovice (zainwestowany przez firmę Valeo) oraz powstaje duże centrum testowe koło Mladé Boleslavi (inicjatywa Aurel). Wszystko to sprawia, że nasi południowi sąsiedzi są postrzegani jako środowisko przyjaźniejsze dla firm rozwijających AV – mają już praktykę w wydawaniu zgód i przeprowadzaniu jazd testowych na ulicach m.in. Pragi czy Ostrawy. W efekcie np. czeskie miasta (jak Pilzno) były miejscem testów autobusów autonomicznych we współpracy z lokalnymi uniwersytetami, podczas gdy w Polsce podobny projekt utknąłby na przeszkodach formalnych.

Słowacja również poczyniła istotne postępy. Na początku 2023 r. weszła tam w życie nowa ustawa (nr 429/2022) kompleksowo regulująca testowanie pojazdów zautomatyzowanych i wprowadzająca pojęcia związane z **Connected and Autonomous Vehicles (CCAM)**⁴⁶. Ustawa ta określa procedurę uzyskiwania zezwoleń na testy na drogach publicznych i wyznacza koordynatora ds. inteligentnej mobilności w strukturach państwa. Słowackie przepisy precyzyjnie wymieniają wymagane dokumenty przy aplikacji (m.in. opis systemu, ocena ryzyka, potwierdzenie od zarządcy drogi, ubezpieczenie pojazdu), ale sama ścieżka jest prosta – kompetentnym organem jest Ministerstwo Transportu, które wydaje zgodę. Czas rozpatrywania wniosku jest stosunkowo krótki: średnio 30 dni od złożenia oficjalnej prośby (poprzedzonej ok. 2-miesięcznym pre-konsultingiem). Co ważne, opłata administracyjna wynosi symboliczne 100 euro, w porównaniu do dziesiątek tysięcy złotych proponowanych w Polsce. Słowacja nie narzuca też rygorystycznych ograniczeń testów – można ubiegać się o testowanie samochodów osobowych, ciężarówek, autobusów, a nawet małych robotów dostawczych.

Nie określono limitu poziomu automatyzacji – potencjalnie dopuszczalne są testy nawet pojazdów poziomu 4 czy 5. Warunki takie jak obszar czy czas testu są ustalane indywidualnie w zezwoleniu (brak sztywnej granicy 12 miesięcy – organ może przyznać pozwolenie na dłuższy okres odpowiednio do potrzeb projektu). Słowacja wymaga oczywiście zapewnienia bezpieczeństwa – w pojeździe

46 Connected Automated Driving, „Slovakia – informacje nt. krajowych regulacji testów AV”, 2024, URL: <https://connectedautomateddriving.eu>



47 Bundesministerium für
Digitales und Verkehr (BMDV),
„Strategie zur Automatisierten
und Vernetzten Mobilität“, 2024,
URL: <https://bmdv.bund.de>



musi być osoba nadzorująca, gotowa przejąć kontrolę (choć interesujące jest, że prawo słowackie przewiduje możliwość zdalnego nadzoru i przejęcia sterowania również zdalnie w razie potrzeby, co otwiera drogę do testów np. z operatorem w centrum kontroli).

Podobnie jak Czechy, Słowacja wymaga instalacji urządzeń rejestrujących dane z testów, ale zakres raportowania do władz ogranicza się do kluczowych informacji lub incydentów – nie ma obowiązku ciągłego dzielenia się wszystkimi danymi z jazdy. To zrównoważone podejście: państwo dba o bezpieczeństwo (poprzez weryfikację wniosku, polisę ubezpieczeniową i prawo wglądu w raporty), ale nie dławi innowacji nadmiarem formalności. Pierwsze testy na mocy nowej ustawy już ruszyły – Słowacy chwalą się, że na ulicach Bratysławy pojawiły się pilotażowe pojazdy autonomiczne w ramach projektów europejskich. Dzięki temu słowacki sektor B+R ma możliwość zbierania doświadczeń *in situ*, podczas gdy Polska dopiero tworzy podstawy prawne na papierze.

Niemcy należą do liderów w rozwoju pojazdów autonomicznych w Europie, dysponując zaawansowanym otoczeniem prawnym i programami wsparcia. Już w 2017 r. znowelizowano prawo drogowe, dopuszczając samochody z automatyzacją poziomu 3 (warunkową) przy obecności kierowcy. Kolejny przełom nastąpił w 2021 r., gdy weszła w życie federalna ustawa umożliwiająca regularną eksploatację pojazdów bez kierowcy (SAE Level 4) na drogach publicznych – w wyznaczonych obszarach operacyjnych i na terenie całego kraju⁴⁷. Był to pierwszy tak kompleksowy ramowy akt prawny na świecie, pozwalający wyjść poza fazę testów i wdrażać usługi z samojezdnymi pojazdami w codziennym ruchu. Ustawa oraz towarzyszące jej rozporządzenie wykonawcze z 2022 r. określają m.in. wymogi techniczne, procedury homologacji przez Federalny Urząd Transportu Samochodowego (KBA) oraz role i obowiązki podmiotów operujących AV. Pojazd poziomu 4 musi mieć wyznaczonego technicznego nadzorcę – osobę, która zdalnie monitoruje system i w razie potrzeby podejmuje interwencje (ma np. możliwość zdalnego zatrzymania lub inicjacji manewru). Taki zdalny operator musi być ubezpieczony i ponosi odpowiedzialność analogiczną do kierowcy pojazdu.



Dzięki tym regulacjom testy i pilotażowe usługi AV są legalnie dozwolone na drogach publicznych, bez wymogu fizycznej obecności kierowcy bezpieczeństwa, o ile system uzyska aprobatę KBA i działa w określonym obszarze zgodnie z zezwoleniem.

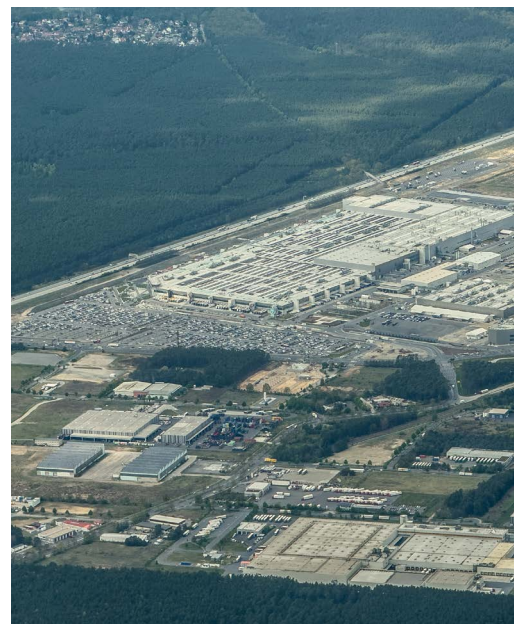
Niemcy stworzyły gęstą sieć poligonów doświadczalnych dla AV. Funkcjonuje m.in. **Digitales Testfeld** na autostradzie A9 w Bawarii oraz pierwszy w Europie transgraniczny korytarz 5G do testów autonomicznej jazdy łączący Niemcy, Francję i Luksemburg. Ponadto wyznaczono miejskie strefy testowe w dużych ośrodkach (np. Hamburg, Berlin, Drezno) wyposażone w infrastrukturę V2X i sieci komunikacji miejskiej gotowe na pojazdy bezzałogowe. Równocześnie wspierane są projekty AV na obszarach wiejskich – przykładem jest region Górnej Frankonii, gdzie autonomiczne minibusy dowoziły mieszkańców do węzłów transportu publicznego w ramach programu pilotażowego Shuttle-Modellregion Oberfranken⁴⁸. Rząd federalny aktywnie finansuje badania i wdrożenia: do 2025 r. dofinansowano już ponad **40 projektów z budżetem ok. 90 mln €** w zakresie automatyzacji i cyfryzacji transportu. W grudniu 2024 przyjęto zaś narodową Strategię na rzecz jazdy autonomicznej, zakładającą dalsze zwiększanie skali wdrożeń – do 2028 r. ma powstać największy na świecie spójny obszar operacyjny dla pojazdów autonomicznych, a w perspektywie kolejnych lat technologia ta ma być dostępna na terenie całego kraju⁴⁹. Państwo stawia na AV jako element poprawy bezpieczeństwa i zrównoważonej mobilności, czemu towarzyszy rozbudowa infrastruktury cyfrowej (np. sieci 5G) oraz dostosowanie przepisów (Niemcy aktywnie współpracują nad standardami UE i ONZ w zakresie AV, m.in. inicjując regulacje ONZ dla systemów ALKS – automatycznej jazdy po pasie ruchu do 130 km/h. Władze ściśle współdziałają z przemysłem motoryzacyjnym, aby utrzymać przewagę technologiczną kraju – niemieckie firmy i rząd wspólnie deklarują ambicję uczynienia z Niemiec globalnego pioniera autonomicznej mobilności⁵⁰.

Wiele inicjatyw realizuje koncepcję „żywego laboratorium” w rzeczywistym ruchu drogowym. W Hamburgu przeprowadzono testy autonomicznych busów pasażerskich w normalnym ruchu miejskim (projekt HEAT i kolejne) – pojazdy te z powodzeniem integrowano z komunikacją publiczną HafenCity, poruszając się dzięki połączeniu

48 Ibidem

49 Deutschlandfunk, „Regierung will autonomes Fahren flächendeckend ermöglichen”, URL: <https://deutschlandfunk.de>

50 Verband der Automobilindustrie (VDA), „Autonomes Fahren: So verteidigen wir die Pole-Position”, Automobil-Insight 2023, URL: <https://vda.de/de/themen/Automobil-Insight-2023/Autonomes-Fahren-so-verteidigen-wir-die-pole-positionthemen/Automobil-Insight-2023/Autonomes-Fahren-so-verteidigen-wir-die-pole-position>



czujników pokładowych i inteligentnej infrastruktury ulicznej. W Berlinie oraz innych miastach uruchamiano eksperymentalne linie obsługiwane przez autonomiczne minibusy (np. dowozowe shuttle na terenie kampusów). Na lotnisku w Stuttgarcie koncern Mercedes-Benz wdrożył we współpracy z Boschem pierwszy w świecie w pełni automatyczny system parkowania (Level 4) – kierowca może wysłać samochód do wyznaczonego garażu, a pojazd samodzielnie odnajdzie i zajmie miejsce parkingowe. Równolegle trwają pilotaże pojazdów autonomicznych różnych typów: w Hamburgu i Monachium testowane są elektryczne vany Volkswagen ID.Buzz z autopilotem (docelowo jako robotaxi lub autobusy na żądanie), a na wybranych odcinkach autostrad sprawdzane są samoprowadzące ciężarówki w transporcie towarowym (np. projekty ATLAS-L4 oraz pilotaż hub-to-hub firmy Traton we współpracy z startupem Plus, przygotowujące grunt pod autonomiczne konwoje logistyczne). Ponadto niemieckie konsorcja badawcze uczestniczą w wielu inicjatywach europejskich – międzynarodowy charakter ma wspomniany korytarz testowy z Francją i Luksemburgiem, a doświadczenia z krajowych projektów AV zasilają prace nad jednolitymi regulacjami UE. Dzięki temu Niemcy dysponują najbardziej zaawansowanym ekosystemem AV w regionie, obejmującym spójne przepisy, rozwiniętą infrastrukturę i liczne wdrożenia pilotażowe, co czyni je punktem odniesienia dla sąsiadów w Europie Środkowo-Wschodniej.



Powyższe przykłady pokazują, że Polska znajduje się w tyle za kilkoma krajami regionu pod względem gotowości regulacyjnej i infrastrukturalnej na nadejście pojazdów autonomicznych.

Podczas gdy nasi sąsiedzi zbudowali już pierwsze poligony i strefy testowe, my dopiero rozważamy, czy i jak dopuścić testy na drogach publicznych.



Podczas gdy oni wydłużają ważność pozwoleń i obniżają opłaty, u nas proponuje się zezwolenia roczne z wysoką opłatą.

51 Polski Instytut Ekonomiczny,
„Autonomiczny transport
przyszłości”, kwiecień 2020

Naturalnie, każde państwo musi dbać o bezpieczeństwo ruchu i ostrożnie wprowadzać rewolucyjne zmiany – jednak nadmierna ostrożność Polski może oznaczać utratę szans rozwojowych. Już teraz polskie firmy działające w obszarze autonomicznych systemów prowadzą znaczną część prac za granicą (np. testując algorytmy w laboratoriach w Niemczech czy USA). Jeśli sytuacja się nie poprawi, innowatorzy mogą trwale omijać nasz kraj, co przełoży się na opóźnienie wdrożenia korzyści, jakie niesie autonomiczny transport.

A korzyści tych jest wiele – od poprawy bezpieczeństwa na drogach, przez zwiększenie mobilności osób wykluczonych komunikacyjnie, po efektywność logistyczną. Polski Instytut Ekonomiczny szacuje, że pełna automatyzacja transportu mogłaby przynieść Polsce nawet 51 mld zł oszczędności rocznie dzięki uratowanemu życiu i zdrowiu uczestników ruchu.

Już sama automatyzacja ciężarówek (czyli wyeliminowanie błędów kierowców) mogłaby dać 3,6–4,9 mld zł oszczędności rocznie z tytułu mniejszej liczby wypadków⁵¹. Dodajmy do tego mniejsze zużycie paliwa w pojazdach jadących płynnie i w konwoju, likwidację korków dzięki inteligentnej koordynacji, czy uwolnienie czasu kierowców na inne aktywności – zyski społeczne i gospodarcze są ogromne. Co więcej, auta autonomiczne już dziś w testach okazują się bezpieczniejsze od przeciętnego kierowcy.

Technologia autonomiczna może znacząco podnieść bezpieczeństwo, eliminując błędy człowieka – główną przyczynę wypadków. Dla kraju takiego jak Polska, gdzie wskaźnik ofiar śmiertelnych w wypadkach drogowych wciąż należy do najwyższych w UE, jest to argument nie do przecenienia.



52 Rzeczpospolita, „Szybki finał drugiej aukcji częstotliwości dla sieci 5G w Polsce”, 2025, URL: <https://rp.pl/biznes/art42007021-szybki-finał-drugiej-aukcji-czestotliwosci-dla-sieci-5g-w-polsce>



Aby jednak z tych dobrodziejstw skorzystać, **Polska musi pilnie nadrobić zaległości**. Przede wszystkim potrzebne jest uchwalenie spójnej ustawy regulującej testy i wdrożenia AV – ustawy, która odzwierciedli potrzeby branży, zapewni bezpieczeństwo, ale nie będzie przeregulowana. Kluczowe jest wydzielenie oddzielnych ścieżek dla badań (testów) i dla docelowej eksploatacji oraz dostosowanie wymogów do poziomu automatyzacji. Niezbędne będzie też uzupełnienie innych aktów prawnych (Prawo o ruchu drogowym, Kodeks cywilny, prawo ubezpieczeniowe) o zapisy dotyczące pojazdów autonomicznych, tak aby rozwiązać wątpliwości co do odpowiedzialności za zdarzenia. Rząd powinien ponadto zainwestować w infrastrukturę testową – czy to poprzez stworzenie własnego centrum na wzór ZalaZONE, czy wsparcie finansowe istniejących poligonów w dostosowaniu do AV. Ważne jest również aktywne uczestnictwo w europejskich inicjatywach (korytarze 5G, projekty badawcze Horizon Europe) oraz budowanie partnerstw międzynarodowych, by Polska nie była samotną wyspą, lecz częścią większego ekosystemu rozwoju tej technologii.

Warto zaznaczyć, że po latach niewielkich sukcesów w rozwoju sieci 5G pojawiły się sygnały o znaczącym przełomie – przeprowadzenie dwóch aukcji (marzec 2025) częstotliwości 700 i 800 MHz zwiastuje dynamiczny rozwój tego segmentu. Aukcje te, w których cztery główne sieci komórkowe (Polkomtel, Orange Polska, T-Mobile Polska i P4 [Play]) szybko zdobyły zasoby, zapewnią solidne podstawy do budowy sieci 5G w standardzie Stand Alone⁵². Oczekuje się, że w rezultacie poprawi się zarówno zasięg, jak i jakość usług, co umożliwi wdrażanie nowoczesnych mechanizmów, takich jak slicing, a także zagwarantuje wysoką przepustowość i niezawodność łączności.

W kontekście systemów autonomicznych, rozwój infrastruktury 5G ma kluczowe znaczenie. Lepsze pokrycie sieci oraz wydajniejsza komunikacja bezprzewodowa otwierają nowe perspektywy dla autonomicznych pojazdów, pozwalając na bezpieczniejszą i bardziej efektywną wymianę danych w czasie rzeczywistym. Szybkie łącza i niski czas opóźnień będą fundamentem dla zaawansowanych systemów wspomagających i autonomicznych rozwiązań w transporcie, co przekłada się na wyższy komfort i bezpieczeństwo użytkowników dróg.

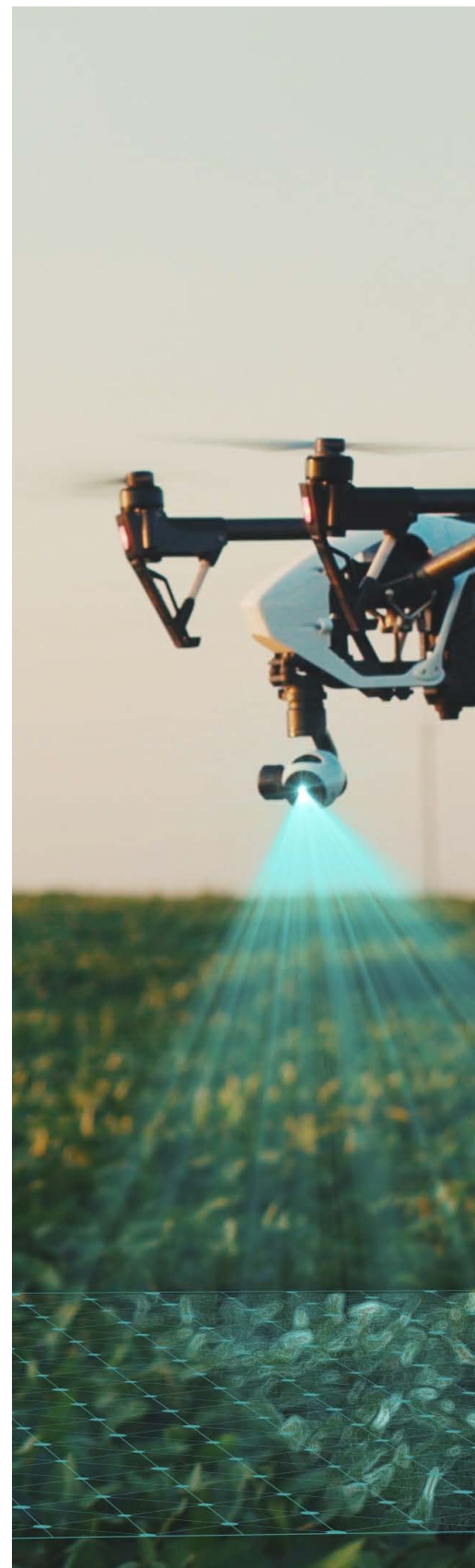


Aukcje te nie tylko umacniają pozycję Polski w dziedzinie nowoczesnej telekomunikacji, ale również stanowią impuls do dalszych innowacji, które wpłyną pozytywnie zarówno na sektor 5G, jak i przyszły rozwój autonomicznych pojazdów.

Nie można zapomnieć o czynniku ludzkim – konieczne są działania edukacyjne i informacyjne, które zwiększą zaufanie Polaków do autonomicznych rozwiązań. Społeczeństwo powinno zostać partnerem tej transformacji, a nie jej biernym obserwatorem. Kampanie pokazujące realne zalety (np. mniejszą liczbę wypadków, możliwość mobilności dla seniorów i niepełnosprawnych, redukcję emisji) pomogą zbudować poparcie dla zmian i odczarować mit „samochodu widmo”.

Podsumowując, bariery spowalniające rozwój sektora AV w Polsce są znaczące, ale nie nieusuwalne. Stanowią one wypadkową ostrożności regulacyjnej, niedoinwestowania infrastruktury oraz braku dialogu z opinią publiczną. Inwestycje w technologie AV oraz współpraca z partnerami z UE pozwolą Polsce na stworzenie atrakcyjnego centrum badań i rozwoju, przyciągając inwestorów i generując nowe, wysoko wykwalifikowane miejsca pracy. Wdrożenie rozwiązań autonomicznych przełoży się na znaczne oszczędności dzięki redukcji wypadkowości, optymalizacji transportu i zmniejszeniu kosztów operacyjnych, co poprawi konkurencyjność firm. Przemysłana transformacja rynku pracy, pozwoli na złagodzenie kryzysu kadrowego w sektorze transportowym. Automatyzacja transportu będzie także kluczowym narzędziem w walce z wykluczeniem transportowym w regionach wiejskich i małych miastach, poprawiając dostępność mobilności dla wszystkich obywateli. Dzięki determinacji polskich przedsiębiorców oraz wsparciu instytucji rządowych, Polska ma szansę stać się jednym z liderów innowacyjnego transportu w Europie i globalnie.

Niniejsza diagnoza powinna posłużyć jako podstawa do podjęcia zdecydowanych działań – tak, aby Polska z pozycji outsidera mogła stać się aktywnym graczem w wyścigu po autonomiczną przyszłość transportu.





Dotychczasowa
legislacja
i rekomendacje

3. Dotychczasowa legislacja i rekomendacje

W przypadku stworzenia legislacyjnej strategii pojazdów autonomicznych potrzebne jest podejście holistyczne, adresujące wyzwania na różnych poziomach. **W aktualnie obowiązującym stanie prawnym nie ma możliwości dopuszczenia do ruchu drogowego pojazdów w pełni autonomicznych bez udziału kierującego, a testowanie pojazdów autonomicznych jest dozwolone, ale nie na wszystkich poziomach automatyczności.** Wynika to głównie z definicji „kierującego” zawartej w art. 2 pkt. 20 Prawa o ruchu drogowym, zgodnie z którym **kierującym jest osoba**, która kieruje pojazdem lub zespołem pojazdów, a także osoba, która prowadzi kolumnę pieszych, jedzie wierzchem albo pędzi zwierzęta pojedynczo lub w stadzie. Art. 65k Prawa o ruchu drogowym zawiera definicję pojazdu autonomicznego, zgodnie z którą 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 oraz przepisy dotyczące wykorzystania dróg na potrzeby prac badawczych nad pojazdami autonomicznymi (art. 65l – art. 65n). Mając na uwadze powyższe, należy wysnuć wniosek że pojazdy autonomiczne muszą być wyposażone w układ kierowniczy i inne elementy niezbędne do fizycznego przejęcia kontroli przez człowieka. Zatem w obecnym stanie prawnym kierujący zawsze musi być w pojeździe i nie ma przestrzeni na rzeczywisty rozwój autonomii.

Zakres projektowanych zmian obejmuje:

1. Określenie pojazdu zautomatyzowanego i w pełni zautomatyzowanego oraz organizatora prac testowych art. 2 pkt 88, 89 i 90 (przewiduje dodanie nowych definicji legalnych) – definicje zawarte w art. 2 pkt 88 i pkt 89 zostały oparte na obowiązujących definicjach „pojazdu zautomatyzowanego” oraz „pojazdu w pełni zautomatyzowanego” ujętych w art. 3 pkt 21 i 22 rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/2144.
2. Wykorzystanie dróg na potrzeby prac testowych (art. 65k – 65n)
 - Projekt ustawy zakłada zmianę brzmienia oddziału 6 ustawy
 - Prawo o ruchu drogowym.
 Dotychczasowe brzmienie oddziału 6 odnosiło się do prac testowych nad pojazdami autonomicznymi, zaś nowe brzmienie tego oddziału odnosi się do prac testowych nad pojazdami zautomatyzowanymi i w pełni zautomatyzowanymi. Według uzasadnienia projektu zmiana nazewnictwa ma na celu umożliwienie stosowania przepisów do prac testowych na różnym poziomie automatyzacji, nie tylko tych w których systemy sprawują kontrolę nad ruchem tego pojazdu i umożliwiając jego ruch bez ingerencji kierującego.
3. Wykorzystanie dróg na potrzeby prac testowych (art. 140mc)
 - Projekt ustawy przewiduje również karę pieniężną nałożoną w drodze decyzji administracyjnej za prowadzenie prac testowych



pojazdem zautomatyzowanym albo w pełni zautomatyzowanym bez wymaganego zezwolenia lub z naruszeniem warunków określonych w zezwoleniu.

Projekt jest poważnym krokiem w stronę rozwoju AV. Doceniamy, że legislator zauważył pewne problemy i wyszedł im na przód. Wierzymy, że metodą małych kroków zbliżamy się do kompleksowej regulacji kwestii pojazdów autonomicznych i możliwości ich testowania, a także w niedalekiej przyszłości także do dopuszczenia ich do ruchu drogowego w Polsce.

Jednym z głównych wyzwań przedłożonego projektu nowelizacji „Prawa o ruchu drogowym” jest brak rozróżnienia pomiędzy pojazdami zautomatyzowanymi i autonomicznymi oraz pomiędzy jazdami testowymi, a ruchem pojazdów zautomatyzowanych i autonomicznych na polskich drogach.

Zgodnie z uzasadnieniem i Oceną Skutków Regulacji, przedłożony projekt służyć ma odblokowaniu możliwości realizacji na drogach publicznych w Polsce jazd testowych pojazdów w zakresie rozwiązań automatyzujących funkcje kierowania pojazdami. Nowelizacja ustawy „Prawo o ruchu drogowym” powinna dotyczyć testowania pojazdów zautomatyzowanych na drogach publicznych, a nie ruchu pojazdów zautomatyzowanych i autonomicznych na tych drogach – są to po prostu dwa różne zagadnienia, które ze sobą nie korespondują.

Należy zauważyć, że przedstawiony projekt podchodzi bardzo rygorystycznie formalności związanych wydaniem

zezwolenia na prowadzenie prac testowych. Przed złożeniem wniosku należy uzyskać zgodę aż trzech podmiotów (komendy wojewódzkiej Policji, Państwowej Straży Pożarnej i organu zarządzającego ruchem na drodze) oraz poinformować wojewodę o możliwych zagrożeniach związanych z testowaniem pojazdów.

Wątpliwości budzi także przyznanie Krajowemu Koordynatorowi Prac Testowych (KKPT) i obserwatorowi badań testowych uprawnień takich jak nakazanie rejestracji przebiegu badań testowych, obowiązek przedłożenia potwierdzeń testów symulacyjnych i prób fizycznych, jak również sprawozdań z jazd testowych, a także przyznanie KKPT uprawnienia do regulowania ważnych i wrażliwych spraw w drodze autorytatywnych decyzji. Pojawia się pytanie, czy dane te będą należycie zabezpieczone przez organy administracji.

Zastrzeżenia należy złożyć zarówno do nieprecyzyjnych definicji, a także do regulacji kwestii zezwolenia na przeprowadzenie prac testowych. Ponadto, samo złożenie wniosku o wydanie zezwolenia na przeprowadzenie prac testowych obwarowane jest wieloma rygorystycznymi warunkami, które wydają się wręcz niemożliwe do spełnienia jak chociażby wskazanie konkretnych dróg, po których będzie poruszał się pojazd testowy, czy wymóg montowania systemów rejestracji przebiegu badania testowego. Co więcej, brak katalogu zamkniętego przesłanek umożliwiających wydanie decyzji odmownej, a także brak regulacji umożliwiających złożenie odwołania od decyzji. Zauważmy także, że termin ważności zezwolenia jest rażąco krótki – rok to zdecydowanie zbyt krótki termin biorąc pod uwagę

pracochłonności i czasochłonności całości procesów związanych z testami. Kolejnym aspektem budzącym wątpliwości jest wysokość opłaty za przeprowadzenie procesu związanego z wydaniem zezwolenia w wysokości od 20.000 zł do 40.000 zł jest nieadekwatna.

Podsumowując, chcielibyśmy zauważyć że proponowane przepisy są wymagające formalnie – uzyskania licznych zgód (policja, straż, zarządcy dróg), co znacząco opóźnia testy AV, a brak jasnych regulacji zmusza przedsiębiorców do poszukiwania alternatywnych rynków lub testowania technologii za granicą. Proponowany wieloetapowy system uzyskiwania zgód powoduje znaczące wydłużenie uzyskania zgody na prace testowe, a samo zezwolenie jest ważne przez zbyt krótki czas (np. 12-miesięczna ważność zezwoleń) co dodatkowo komplikuje procesy B+R i możliwość podejmowania działań.

Pozostaje żywić nadzieję, że kolejne projekty dotyczące dostosowania powszechnie obowiązujących przepisów do realiów branży AV oraz związanych z nią wyzwań będą uwzględniać bieżące problemy oraz zmierzać do ich rozwiązania i umożliwiać dalszy postęp technologiczny.

Wyzwania legislacyjne

Biorąc pod uwagę materię, jaką są pojazdy autonomiczne, przepisy powinny być wyważone, uwzględniać potrzeby branży, która na bieżąco śledzi aspekty techniczne i B+R, a także realia związane z pojazdami autonomicznymi. Regulacje powinny również iść w duchu deregulacji, a nie nakładać nadmiernych obciążeń administracyjnych na przedsiębiorców.

Polska musi być gotowa na dalszy rozwój technologii autonomicznych – nie ulega wątpliwości, że stopniowe wprowadzanie rozwiązań autonomicznych do transportu drogowego, kolejowego, morskiego i lotniczego jest nieuniknione. Naszym zadaniem jest dostosowanie zarówno przepisów, jak i stworzenie środowiska umożliwiającego ten rozwój.

Polskie regulacje powinny przede wszystkim położyć nacisk na wyraźne rozróżnienie poziomów autonomii (od L1 do L5), z ograniczeniem restrykcji do pojazdów o wysokiej autonomii. Zgodnie z duchem deregulacji powinno nastąpić uproszczenie procedur administracyjnych – model „one-stop-shop”, a także wydłużenie ważności zezwoleń do 24 miesięcy oraz zniesienie ograniczeń terytorialnych.

Biorąc pod uwagę delikatność przetwarzanych danych oraz ich wagę, należy wprowadzić przepisy chroniące tajemnicę przedsiębiorstwa i ograniczające dostęp do danych testowych. Warto rozważyć kwestie bezpieczeństwa systemów krytycznych oraz podatności na ewentualne ataki hakerskie. Konieczne jest uzupełnienie regulacji o zagadnienia dotyczące odpowiedzialności cywilnej. Powstaje pytanie, jak uregulować kwestię odpowiedzialności za szkodę, kto ponosi odpowiedzialność za zdarzenia z udziałem pojazdów autonomicznych oraz jak powinien funkcjonować rynek ubezpieczeń. Odpowiednio przygotowane przepisy wpłyną na zmniejszenie obaw społecznych przed nowymi technologiami w postaci AV, umożliwiając ich większą akceptowalność i rozwój rynku.



Przyjęcie rekomendowanych zmian umożliwi Polsce stanie się atrakcyjnym centrum rozwoju technologii autonomicznych – przyciągając inwestorów, tworząc nowe miejsca pracy i wzmacniając konkurencyjność kraju w globalnym tańcuchu wartości.

To ogromne wyzwanie zarówno dla polskiego, jak i unijnego porządku prawnego. **Miejmy nadzieję, że niedługo postęp technologiczny będzie tak duży, że będzie stanowił silny impuls do zmian prawa i pojazdy autonomiczne staną się elementem polskiego krajobrazu. Zamiast powyższego, zaprezentowano projekt, który nakłada nadmierne obciążenia na przedsiębiorców i może potencjalnie stanowić barierę inwestycyjną.**

Polska jako lider AV – szanse i znaczenie strategiczne

- 4.1. Jak rozwój rynku pojazdów autonomicznych wpłynie na rynek pracy
- 4.2. Bezpośredni wpływ na wzrost PKB

4. Polska jako lider AV – szanse i znaczenie strategiczne

4.1. Jak rozwój rynku pojazdów autonomicznych wpłynie na rynek pracy

Pomimo powyższych wyzwań, rozwój technologii autonomicznych stanowi dla Polski ogromną szansę – zarówno w kontekście rynku pracy, jak i strategicznych interesów gospodarczych. Polski sektor transportu drogowego już od dłuższego czasu zmagają się z poważnymi problemami kadrowymi. Pomimo że w branży pracuje ponad 700 tys. zawodowych kierowców (w tym ok. 450 tys. kierowców ciężarówek i 200 tys. kierowców autobusów)⁵³, popyt na ich pracę zdecydowanie przewyższa podaż. Szacuje się, że niedobór kierowców wynosi obecnie od 120 do 150 tys. osób, a według niektórych analiz sięga nawet 200 tys. wakatów⁵⁴. To stawia Polskę w niechlubnej czołówce Europy pod względem braków kadrowych w transporcie. Aż 70% firm transportowych w Polsce deklaruje problemy ze znalezieniem pracowników na stanowiska kierowców⁵⁵. Braki te są częściowo łagodzone przez kierowców z zagranicy (już 160 tys. kierowców w Polsce to obcokrajowcy, głównie z Ukrainy)⁵⁶, jednak

nawet napływ siły roboczej z innych krajów nie zaspokaja rosnących potrzeb branży.

Problem potęguje starzenie się siły roboczej. Zawód kierowcy należy do najszybciej starzejących się profesji – średni wiek polskiego kierowcy zawodowego przekracza 50 lat. Według szacunków Międzynarodowej Unii Transportu Drogowego aż 33% kierowców w Europie ma ponad 55 lat, co oznacza, że w ciągu najbliższej dekady przejdą na emeryturę⁵⁷. Polska nie jest tu wyjątkiem – już teraz niemal 30% kierowców z uprawnieniami kat. C+E ma powyżej 65 lat. Jednocześnie brakuje młodych następców: osoby poniżej 25. roku życia stanowią znikomy odsetek w tym zawodzie. W rezultacie następuje naturalne ubywanie kadry (wiele osób odejdzie w najbliższych latach na emeryturę), co dodatkowo pogłębi istniejący deficyt wykwalifikowanych kierowców.

Sytuację kierowców komplikują rosnące wymagania regulacyjne i bariery wejścia do zawodu. Aby zostać kierowcą ciężarówki lub autobusu, trzeba spełnić szereg restrykcyjnych warunków: uzyskać odpowiednie prawo jazdy (co wymaga ukończenia kosztownych kursów i zdania trudnych egzaminów), przejść badania lekarskie i psychologiczne, zdobyć świadectwo kwalifikacji zawodowej (tzw. Kod 95) oraz regularnie uczestniczyć w szkoleniach okresowych⁵⁸. Młode osoby długo nie mogły zaczynać kariery w transporcie – minimalny wiek do uzyskania uprawnień kategorii C/C+E wynosił 21 lat (co Unia Europejska niedawno obniżyła do 18 lat). Ponadto praca kierowcy podlega surowym normom czasu pracy i odpoczynku, co choć potrzebne ze względów bezpieczeństwa,

wymusza na firmach zatrudnianie większej liczby kierowców lub reorganizację grafiku. Dodatkowym wyzwaniem są coraz bardziej rygorystyczne przepisy (np. Pakiet Mobilności UE), rosnące koszty ubezpieczeń i paliwa, a także perspektywa wcześniejszych emerytur pomostowych dla kierowców zawodowych od 2024 r. Wszystko to sprawia, że zawód ten dla wielu jest mało atrakcyjny – trudne warunki pracy (długie rozładki z rodziną, stres, odpowiedzialność) nie rekompensują nawet rosnące wynagrodzenia. W efekcie młodzi rzadko wybierają tę ścieżkę kariery, a branża stoi przed widmem luki pokoleniowej i „tsunami kadrowego” w nadchodzących latach.

Autonomiczne pojazdy jako rozwiązanie problemów kadrowych i operacyjnych

Pojazdy autonomiczne jawią się jako obiecujące remedium na powyższe wyzwania kadrowe w transporcie ciężkim i pasażerskim w Polsce. Wprowadzenie autonomizacji w sektorze transportu drogowego mogłoby uzupełnić narastające niedobory kierowców, rozwiązując realne problemy operacyjne, z jakimi borykają się firmy logistyczne i przewoźnicy pasażerscy.

W transporcie ciężarowym automatyczne ciężarówki mogłyby przejąć znaczną część zadań na długodystansowych trasach, które obecnie najtrudniej obsadzić kierowcami. Już dziś dalekobieżne przewozy ciężarowe cierpią na brak chętnych – są to monotonne, wielogodzinne przejazdy autostradami, wymagające długich przerw zgodnie z przepisami. Ciężarówki wyposażone w autopilota poziomu 4+

mogłyby pokonywać autostradowe odcinki bez udziału kierowcy, który potrzebny byłby jedynie do wykonania manewrów „pierwszej i ostatniej mili” (np. wyjazd z bazy i dojazd do punktu rozładunku). Taki model „hub-to-hub” pozwoliłby obsłużyć więcej ładunków mniejszą liczbą kierowców – jedna osoba nadzorująca flotę lub przejmująca kontrolę jedynie w newralgicznych momentach zastąpi dziś potrzebnych kilku kierowców na długiej trasie.

53 Automargo, „Ile jest kierowców zawodowych w Polsce? Aktualne dane i trendy”, 2023, URL: <https://www.automargo.pl>

54 Polska Izba Motoryzacji, „Autonomiczne pojazdy – wizja przyszłości”, 2024, URL: <https://www.pim.pl>

55 Polski Instytut Transportu Drogowego, „Brakuje kierowców! Jak rozwiązać największy problem w transporcie drogowym?”, 2025, URL: <https://pitd.org.pl/news/brakuje-kierowcow-jak-rozwiazac-najwiekszy-problem-w-transporcie-drogowym/>

56 pulshr.pl, „Już 160 tys. kierowców w Polsce to obcokrajowcy. Większość to Ukraińcy, przybywa Azjatów i Afrykanów”, URL: <https://pulshr.pl>

57 Ciężarówki i Logistyka, „Zapotrzebowanie na pracowników TSL ciągle rośnie”, 2025, URL: <https://truckslog.pl/aktualnosci/zapotrzebowanie-na-pracownikow-w-sektorze-tsl-ciagle-rosnie/>

58 Inelo, Brak kierowców zawodowych – jak radzić sobie z tym problemem? (2023) [inelo.pl](https://www.inelo.pl)



Co więcej, pojazdy autonomiczne mogą jeździć 24 godziny na dobę, nie potrzebując przerw na odpoczynek – to radykalnie zwiększy efektywność wykorzystania floty. Szacuje się, że autonomiczne ciężarówki mogą obniżyć koszty transportu o ponad 30% dzięki oszczędnościom na płacach kierowców i możliwości jazdy non-stop.

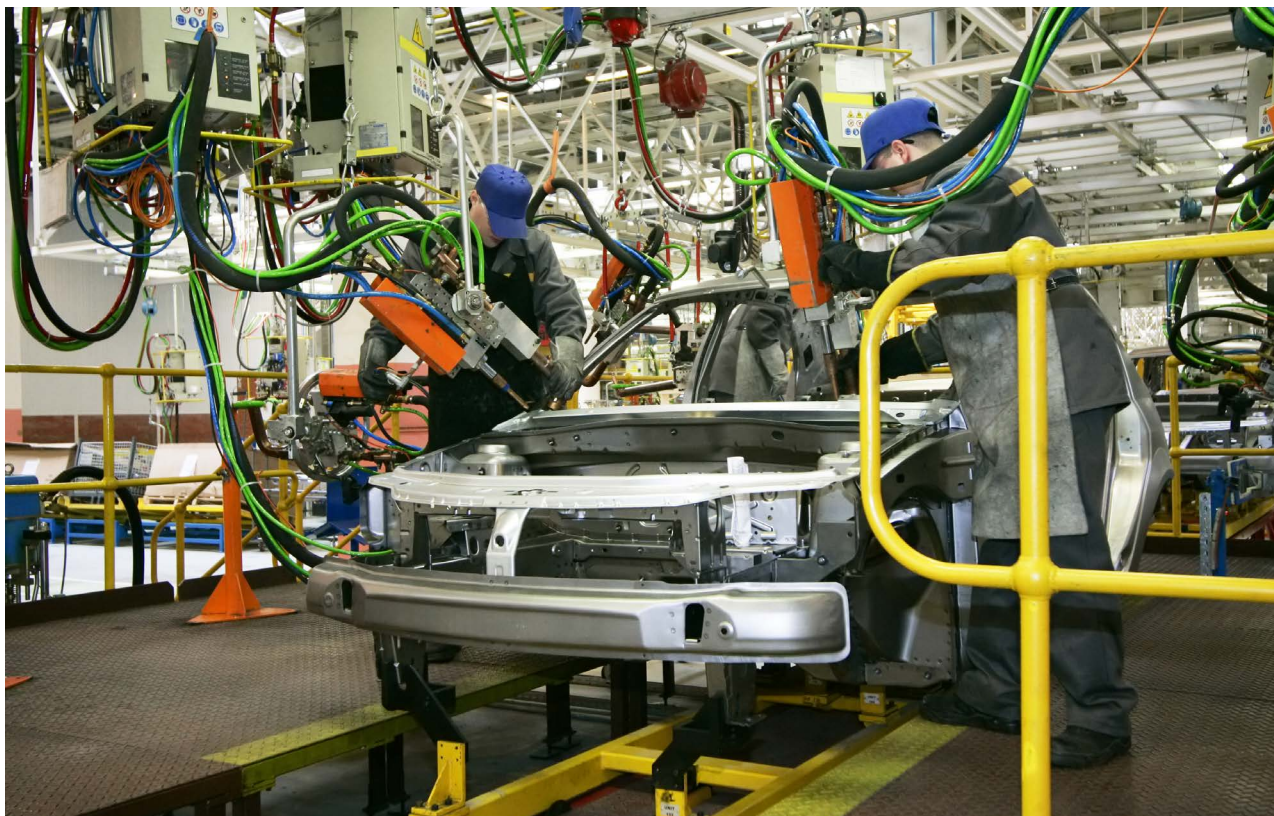
Dla polskiej branży TSL (Transport-Spedycja-Logistyka), generującej ok. 7% PKB i 6,5% krajowego zatrudnienia⁵⁹, byłby to bodziec do wzrostu produktywności przy mniejszej presji płacowej. Bezpieczeństwo na drogach również by zyskało – wyeliminowanie czynnika ludzkiego (zmęczenia, błędu) w transzycie towarów zmniejszy liczbę wypadków z udziałem tirów.

W Polsce co roku dochodzi do wielu poważnych zdarzeń z udziałem przemęczonych kierowców ciężarówek; automatyzacja mogłaby te statystyki istotnie poprawić.

Także transport pasażerski mógłby skorzystać na autonomizacji w obliczu braków kadrowych. W wielu miastach polskich notuje się niedobór kierowców komunikacji miejskiej – przedsiębiorstwa autobusowe mają trudności z rekrutacją, skutkiem czego ograniczana bywa częstotliwość kursów. Autobusy autonomiczne lub minibusy typu shuttle mogłyby utrzymać regularność połączeń nawet przy brakach personelu. Co więcej, dzięki redukcji kosztów pracy można by uruchomić opłacalne przewozy w obszarach i porach obecnie nieobsługiwanych – np. w małych miejscowościach i nocą, gdzie dziś transport publiczny się nie opłaca. Autonomiczne minibusy na żądanie

mogłyby przeciwdziałać zjawisku wykluczenia transportowego polskiej wsi, dowożąc mieszkańców do węzłów komunikacyjnych bez konieczności zatrudniania kierowcy na każdej małej linii. Również w miastach robotaxi mogą uzupełnić ofertę transportową, skracając czas oczekiwania na przejazd i obniżając koszt taksówek. Pierwsze pilotażowe wdrożenia już się pojawiają – pod koniec 2022 r. w Jaworznie przeprowadzono test autonomicznego busa w ruchu ulicznym⁶⁰. Jeśli prawo i infrastruktura nadążą, w perspektywie dekady w polskich miastach mogą funkcjonować autonomiczne taksówki i autobusy obsługujące pasażerów tam, gdzie brakuje dziś rąk do pracy lub koszty są zbyt wysokie.

Reasumując, rozwój pojazdów autonomicznych niesie dla polskiego transportu podwójną korzyść: złagodzi bieżący kryzys kadrowy (pojazdy samojezdne wypełnią luki tam, gdzie brakuje kierowców) oraz usprawni operacje przewozowe (większa wydajność, niższe koszty, poprawa bezpieczeństwa). Oczywiście transformacja będzie stopniowa – analizy wskazują, że istotne skutki automatyzacji odczujemy dopiero w latach 2030–2040, dając czas na dostosowanie się rynku pracy. W tym okresie wielu obecnych kierowców zdąży naturalnie odejść z zawodu (na emeryturę), co zmniejszy społeczne koszty zmian. Kluczowe jest jednak, by Polska już teraz przygotowała się na tę transformację – tak, aby maksymalizować korzyści (lepszą efektywność transportu, nowe miejsca pracy w sektorze technologicznym) przy minimalizacji negatywnych skutków (utrata etatów wśród kierowców). Temu służyć powinny zarówno inicjatywy biznesu, jak i świadoma polityka publiczna.



Miejsca pracy zagrożone brakiem adaptacji technologii AV i AI

Brak wdrożenia autonomicznych pojazdów i sztucznej inteligencji w Polsce niesie poważne ryzyko dla zatrudnienia w kluczowych branżach. Jeśli polskie firmy transportowe nie wdrożą tych technologii, staną się mniej wydajne i droższe od konkurencji zagranicznej korzystającej z AV. W rezultacie polscy przewoźnicy mogą stracić kontrakty na rzecz podmiotów z krajów, które wyeliminują koszt kierowcy. To oznacza, że dziesiątki tysięcy etatów kierowców w Polsce znalazłyby się w zagrożeniu, mimo obecnego popytu na ich pracę.

Szczególnie zagrożony byłby region Śląska, w którym skoncentrowane jest największe w Polsce zatrudnienie związane

z produkcją OEM (ang. Original Equipment Manufacturer – Producent Oryginalnego Wyposażenia), dostawami części, serwisami, stacjami paliw i transportem drogowym opartym na silnikach spalinowych. W samym obszarze Gliwickiej Podstrefie Katowickiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej pracuje 23 800 osób, z czego 20 100 jest zatrudnionych bezpośrednio w 70 przedsiębiorstwach motoryzacyjnych.

59 Polska Izba Motoryzacji, „Autonomiczne pojazdy – wizja przyszłości”, 2024, URL: <https://www.pim.pl>

60 Motofaktor.pl, „Testy pojazdów autonomicznych w Polsce – Jaworzno”, 2023, URL: motofaktor.pl



Na Śląsku sektor motoryzacji oparty na pojazdach z silnikami spalinowymi to istotny filar lokalnej gospodarki i rynku pracy. W Gliwickiej Podstrefie Katowickiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej – największej podstrefie KSSE – działa 97 przedsiębiorstw, które zatrudniają łącznie 23 800 osób. Z nich aż 70 firm związanych jest bezpośrednio z branżą motoryzacyjną, dając zatrudnienie 20 100 pracownikom.

W 2024 r. Katowicka SSE wydała 92 nowe decyzje o wsparciu inwestycji, dzięki którym w województwach śląskim i opolskim powstanie 845 nowych miejsc pracy. Znaczną część z nich wygenerują projekty w sektorze motoryzacyjnym – rozbudowa i modernizacja zakładów produkcyjnych, rozwój linii montażowych producentów oryginalnego wyposażenia, inwestycje w dostawców podzespołów, a także rozbudowa sieci serwisów, stacji diagnostycznych, salonów sprzedaży i logistyki paliwowej oraz części zamiennych⁶¹.

Branża produkcyjna jest filarem polskiego rynku pracy – przemysł wytwórczy zatrudnia ponad 2,7 mln osób. Większość z nich to pracownicy linii montażowych, operatorzy maszyn i kontrolerzy jakości, czyli zawody najbardziej narażone na robotyzację. Potencjał automatyzacji w produkcji należy do najwyższych spośród sektorów – prace wymagające precyzyjnie zdefiniowanych, powtarzalnych czynności mogą niemal w całości przejąć roboty. Polska stoi jednak w obliczu niedostatecznego wdrażania tych technologii. Gęstość robotyzacji w polskim przemyśle wynosi tylko 78 robotów na 10 tys. pracowników, podczas gdy średnia w Europie to ok. 429 robotów⁶². Choć wskaźnik ten rośnie (w 2016 r. było to

zaledwie 32 roboty/10 tys. osób), wciąż plasujemy się daleko za liderami (dla porównania Niemcy: 309 robotów/10 tys.). Jeżeli polskie fabryki nie unowocześnią parku maszynowego i nie wdrożą AI (np. do kontroli jakości czy optymalizacji procesów), mogą utracić przewagi kosztowe wynikające dotąd z tańszej siły roboczej. Globalne koncerny już teraz lokują nowe inwestycje tam, gdzie poziom automatyzacji zapewnia wyższą produktywność – brak modernizacji grozi więc wygaszaniem zakładów w Polsce i przenoszeniem produkcji do krajów bardziej zaawansowanych technologicznie.

Niewdrożenie nowoczesnych technologii nie tylko ogranicza wzrost produktywności, ale także może prowadzić do trwałej utraty konkurencyjności całych branż. Analizy krajowe podkreślają, że Polska musi nadążyć za trendami AI i Industry 4.0, inaczej globalni inwestorzy wybiorą rynki bardziej sprzyjające innowacjom.

61 Samorząd.gov.pl, „Katowicka Specjalna Strefa Ekonomiczna SA liderem w tworzeniu nowych miejsc pracy w 2024”, URL: <https://samorzad.gov.pl/web/gmina-hazlach/katowicka-specjalna-strefa-ekonomiczna-sa-liderem-w-tworzeniu-nowych-miejsc-pracy-w-2024>

62 International Federation of Robotics, „World Robotics 2024 Report”, URL: <https://fairp.pl>

63 World Economic Forum, „The Future of Jobs Report 2025”, 2025, URL: <https://weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025>

Przedsiębiorcy alarmują, że bez usprawnienia otoczenia dla nowych technologii, międzynarodowe koncerny będą realizować projekty w krajach sąsiednich, gdzie wdrażanie innowacji jest łatwiejsze. W skrajnym scenariuszu **Polska zostałaby jedynie odbiorcą cudzych technologii, zamiast miejsc ich wytwarzania.** Oznacza to nie tylko odpływ inwestycji, ale i likwidację miejsc pracy – fabryki i centra logistyczne mogą zostać relokowane tam, gdzie automatyzacja obniża koszty operacyjne.

Podsumowując, brak adaptacji AV i AI grozi polskiej gospodarce podwójnie: z jednej strony bezpośrednią utratą nawet milionów etatów wskutek braku wsparcia obecnych modeli biznesowych, a z drugiej – stopniowym zaprzepaszczeniem przewag konkurencyjnych i ucieczką kapitału za granicę. Wnioski z raportów OECD i krajowych są zgodne: tylko inwestycje w nowe technologie oraz podnoszenie kwalifikacji pracowników pozwolą ochronić polski rynek pracy przed tymi zagrożeniami⁶³.

Nowe miejsca pracy dzięki rozwojowi rynku AV

Choć automatyzacja może w dłuższym horyzoncie zmniejszyć zapotrzebowanie na kierowców, równolegle stworzy ona cały ekosystem nowych miejsc pracy – również w Polsce. Powstaną zupełnie nowe zawody i specjalizacje, aby projektować, produkować, obsługiwać i utrzymywać flotę autonomicznych pojazdów. Już teraz na świecie inwestuje się miliardy dolarów w rozwój technologii AV, co przekłada się na tysiące etatów dla wysoko wykwalifikowanych specjalistów.

Polska ma szansę uczestniczyć w tym trendzie i przyciągnąć część nowych przedsięwzięć związanych z AV, co przełoży się na wzrost zatrudnienia w sektorach zaawansowanych technologii. Poniżej przedstawiamy kluczowe kategorie miejsc pracy, które mogą zostać stworzone lub rozbudowane wraz z rozwojem rynku pojazdów autonomicznych:

Inżynierowie oprogramowania, specjaliści AI i robotyki – rozwój pojazdów autonomicznych opiera się na zaawansowanym oprogramowaniu, uczeniu maszynowym, czujnikach i elektronice. Potrzebni będą programiści, inżynierowie AI oraz specjaliści od integracji systemów, którzy zaprojektują algorytmy jazdy autonomicznej, systemy percepcji otoczenia, łączność V2X czy zabezpieczenia cybernetyczne. Polska dysponuje dużym potencjałem w postaci wykwalifikowanych kadr IT – już dziś globalne firmy motoryzacyjne lokują tu swoje centra R&D (np. centrum inżynierskie Aptiv w Krakowie rozwijające technologie autonomicznej jazdy). Rozwój sektora AV oznacza więcej wysokopłatnych miejsc pracy dla inżynierów – od ekspertów od algorytmów i danych po projektantów hardware (lidary, radary, kamery itp.).

Technicy serwisu i utrzymania pojazdów autonomicznych – każde autonomiczne auto będzie wymagać wykwalifikowanej obsługi technicznej. Pojawi się zapotrzebowanie na nową generację mechaników posiadających kompetencje z dziedziny elektroniki, mechatroniki i informatyki. Ich zadaniem będzie kalibracja sensorów, aktualizacja oprogramowania pokładowego, diagnostyka zaawansowanych systemów oraz naprawa pojazdów



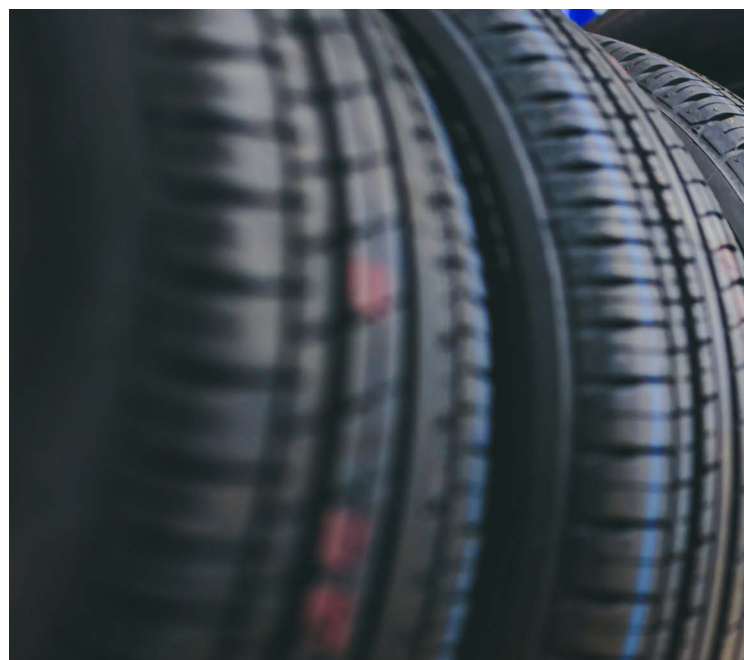
wyposażonych w automatykę. Istniejące sieci serwisowe będą musiały rozszerzyć zakres usług, a producenci AV mogą tworzyć własne wyspecjalizowane centra serwisowe – to kolejne miejsca pracy, od techników i inżynierów serwisu po instruktorów szkolących mechaników.

Operatorzy zdalni i personel centrów zarządzania flotą – w modelu rozproszonej autonomii człowiek nadal odgrywa istotną rolę jako nadzorca systemu. Spodziewany jest rozwój centrów monitorowania flot autonomicznych, zatrudniających operatorów czuwających nad przebiegiem jazdy dziesiątek pojazdów jednocześnie. Tacy teleoperatorzy będą zdalnie asystować autonomicznym autom w sytuacjach niestandardowych (np. tymczasowe utrudnienia, nietypowe zdarzenia na drodze), przejmując kontrolę lub wydając dyspozycje pojazdom. Już dziś trwają testy takich rozwiązań – w przyszłości dyspozytorzy flot AV mogą zastąpić kierowców w roli „opiekunów” pojazdów. Powstaną również stanowiska analityków i planerów ruchu w centrach zarządzania mobilnością – osoby te będą optymalizować trasy, nadzorować infrastrukturę V2X i dbać o sprawne funkcjonowanie zautomatyzowanych przewozów. Dla wielu obecnych kierowców praca w ciepłym biurze jako operator floty może okazać się atrakcyjną ścieżką przebranżowienia.

Pracownicy produkcji pojazdów i komponentów AV – rozwój rynku autonomicznych aut to szansa dla polskiego przemysłu motoryzacyjnego. Krajowe fabryki już teraz produkują pojazdy (autobusy, samochody dostawcze) oraz części (np. silniki, akumulatory) dla światowych koncernów.

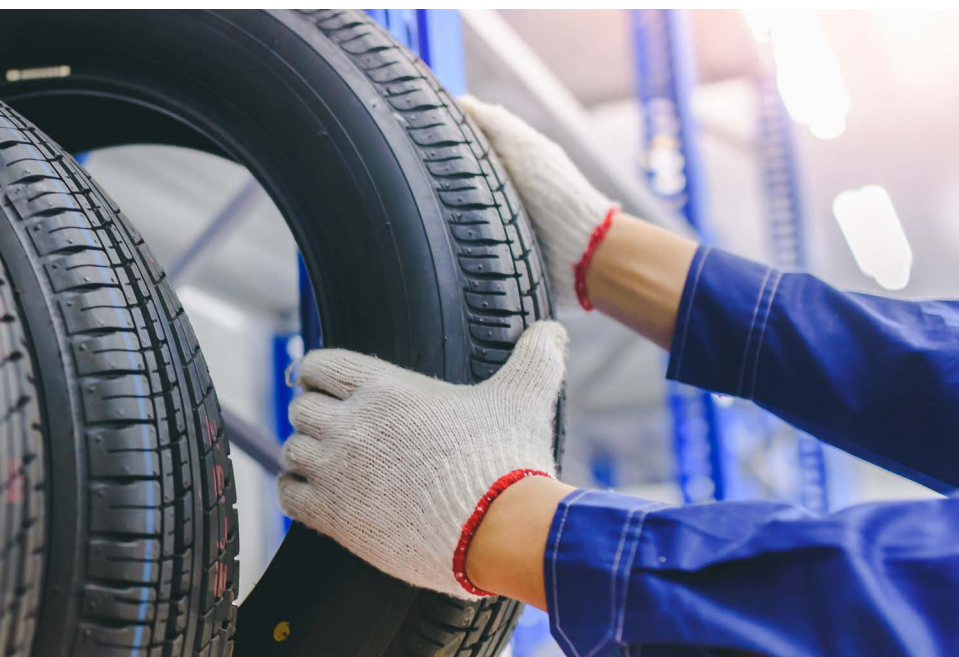
Wraz z upowszechnieniem technologii autonomicznych, linie produkcyjne będą musiały być wyposażone w nowe podzespoły (systemy LIDAR, komputery pokładowe, moduły komunikacji). Może to oznaczać utworzenie nowych działów produkcji lub nawet fabryk dedykowanych technologiom AV. Przykładowo, polski przemysł elektroniczny mógłby włączyć się w wytwarzanie sensorów lub elementów infrastruktury drogowej wspierającej AV. Każda taka inwestycja to kolejne miejsca pracy – od pracowników montażowych, przez kontrolerów jakości, po logistyków zarządzających dostawami komponentów. Ważne jest, by Polska poprzez zachęty inwestycyjne i klimat dla biznesu przyciągała projekty związane z produkcją rozwiązań autonomicznych, zamiast tylko importować gotowe technologie.

Warto podkreślić, że wiele z powyższych ról ma charakter wysokokwalifikowany i może oferować atrakcyjniejsze warunki pracy niż praca kierowcy długodystansowego.



Oznacza to poprawę jakości miejsc pracy – przejście od ciężkiej fizycznie i psychicznie pracy za kółkiem do bardziej zróżnicowanych, technologicznie zaawansowanych zawodów.

Szacunkowe prognozy z rynków zachodnich potwierdzają, że bilans zatrudnienia dzięki AV może być dodatni. Na przykład w Wielkiej Brytanii oceniono, że do 2035 r. rozwój pojazdów autonomicznych wygeneruje netto około 40 tys. nowych miejsc pracy⁶⁴. W Stanach Zjednoczonych analizy mówią nawet o kilkuset tysiącach nowych etatów w ciągu kilkunastu lat. Polska – jeśli odpowiednio wcześniej wejdzie w ten nurt – również może liczyć na tysiące nowych miejsc pracy związanych z pojazdami autonomicznymi, od centrów IT po zaplecze obsługowe. Warunkiem jest jednak stworzenie sprzyjających warunków dla rozwoju branży, co wymaga podjęcia zdecydowanych działań przez decydentów publicznych.



64 Connected Places Catapult, „Market Forecast for Connected and Autonomous Vehicles”, 2020

4.2. Bezpośredni wpływ na wzrost PKB

Dla Polski, która już teraz jest trzecim co do wielkości producentem części samochodowych w UE i odpowiada za 13,5% wartości eksportu motoryzacyjnego UE⁶⁵, oznacza to szansę na przyciągnięcie nowych inwestorów i rozszerzenie eksportu o produkty i usługi związane z AV. Motorem napędowym branży są dostawcy części. Polska zajmuje 10. miejsce na liście największych eksporterów podzespołów na świecie z wartością eksportu 12,3 mld dolarów. W 2021 r., wyprodukowano w kraju 439,1 tys. pojazdów, a zatrudnienie znalazło w przemyśle motoryzacyjnym i branżach powiązanych ok. 400 tys. osób. Jest to 7,6% wszystkich pracowników zatrudnionych w przemyśle.

Utrzymanie **8% udziału sektora motoryzacyjnego w PKB** (dane 2023 r.) będzie wymagać rozwijania kompetencji w obszarach pojazdów autonomicznych – od produkcji pojazdów specjalistycznych po tworzenie oprogramowania. **Rządowe raporty wskazują, że Polska stoi przed wyborem: albo stanie się hubem nowej mobilności (np. produkcji pojazdów elektrycznych i autonomicznych), albo znaczenie przemysłu motoryzacyjnego będzie spadać.**

Rozwój pojazdów autonomicznych może stać się istotnym czynnikiem wzrostu gospodarczego w Polsce. Nawet ostrożne szacunki, oparte zarówno na dostępnych raportach, jak i analizie sektora transportu, motoryzacyjnego oraz nowych technologii, wskazują, że upowszechnienie technologii

AV może zwiększyć polski PKB o około 4–5% – Przy poziomie PKB wynoszącym w 2024 r. wyniósł 3 617 mld PLN (840 mld EUR) oznaczałoby to dodatkowe 140–175 mld zł rocznie.

Według naszych analiz Polska może ostrożnie oszacować łącznego wpływu AV na PKB Polski – rzędu **4–5% PKB** (około 140–175 mld zł) – z podziałem na trzy główne komponenty tego wpływu. Każdy segment słupka odpowiada innemu rodzajowi korzyści: **bezpośredni wzrost sektorów, efekty pośrednie oraz efekty eksportowo-inwestycyjne.**

Bezpośredni wpływ obejmuje przede wszystkim wzrost wartości dodanej w sektorach transportu i motoryzacji. Polski sektor transportu i logistyki, który generuje około 7% PKB⁶⁶, dzięki automatyzacji może osiągnąć znaczny wzrost wydajności. Redukcja niedoborów kierowców oraz obniżenie kosztów operacyjnych, wynikające z możliwości pracy 24-godzinnej przez autonomiczne ciężarówki, może przełożyć się na wzrost wartości dodanej o około 1,5% PKB (czyli dodatkowo około 50–55 mld zł)⁶⁷. Ponadto, sektor motoryzacyjny, który stanowi kluczowy element polskiej gospodarki, może zyskać dzięki wdrażaniu nowych technologii AV oraz produkcji zaawansowanych komponentów, co dodatkowo zwiększy krajowy eksport.

Efekty pośrednie wynikają z poprawy bezpieczeństwa i efektywności transportu. Obecnie koszty wypadków drogowych w Polsce sięgają około 51 mld zł rocznie, a ponad 90% zdarzeń wynika z błędów ludzkich. Automatyzacja, która może zredukować liczbę wypadków o konserwatywnie przyjęte 30%, pozwoliłaby

zaoszczędzić rzędy miliardów złotych. Dodatkowo, płynniejszy ruch drogowy i lepsza organizacja transportu przekładają się na mniejsze zużycie paliwa oraz skrócenie czasu dostaw. Oszczędności te, w połączeniu z poprawą mobilności – co umożliwi aktywizację nawet kilku milionów dotychczas niezmotoryzowanych osób – mogą dodać do PKB kolejny około 2% (czyli dodatkowo 60–70 mld zł)⁶⁸.

Efekty eksportowo-inwestycyjne dotyczą wzrostu inwestycji w badania i rozwój oraz zwiększenia eksportu produktów i usług AV. Polska, jako znaczący eksporter motoryzacyjny, ma szansę przejąć niewielki, ale istotny udział w globalnym rynku technologii autonomicznych. Nawet jeśli krajowy udział wyniesie 1–1,5% globalnych przychodów sektora, może to oznaczać dodatkowe przychody rzędu 20–35 mld zł rocznie, co w skali gospodarki przekłada się na około 0,5–1% PKB.

Oczywiście są to wartości konserwatywne. Rzeczywisty wpływ może być większy, jeśli Polska stanie się hubem rozwoju pojazdów autonomicznych lub jeśli efekty zewnętrzne (np. spadek kosztów transportu obniżający ceny towarów w całej gospodarce) przełożą się na dodatkowy wzrost. Niemniej jednak już ostrożne prognozy pokazują, że autonomizacja transportu może stać się istotnym czynnikiem wzrostu gospodarczego, porównywalnym skalą z innymi rewolucjami technologicznymi. Ważne jest prowadzenie odpowiedniej polityki publicznej – inwestycje w infrastrukturę, sprzyjające regulacje, wsparcie dla krajowego R&D – aby wykorzystać ten potencjał i zrealizować przedstawione korzyści w praktyce.

65 Polska Grupa Motoryzacyjna, „Wpływ elektromobilności na rozwój gospodarczy w Polsce”, 2022

66 Polski Instytut Ekonomiczny, „Autonomiczny transport przyszłości”, kwiecień 202

67 ITS Polska, „Pojazdy autonomiczne i automatyzacja w transporcie drogowym – analiza regulacyjna”, 2022, URL: <https://www.itspolska.pl/wp-content/uploads/2022/11/Raport-ITS-Pojazdy-autonomiczne.pdf>

68 Polski Instytut Ekonomiczny, „Autonomiczny transport przyszłości”, kwiecień 2020





Rekomendacje

5. Rekomendacje

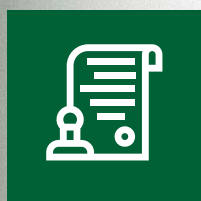
Strategia AV

Aby Polska stała się konkurencyjnym i atrakcyjnym krajem dla inwestorów oraz branży pojazdów autonomicznych, warto podjąć działania mające na celu przygotowanie strategii rozwoju AV, która uwzględniałaby nie tylko aspekty prawne, ale także techniczne (wspieranie innowacji i przemysłu), społeczne (m.in. edukacja społeczeństwa), rozwój infrastruktury, zrównoważony rozwój i integracja z transportem publicznym, a także współpracę na szczeblu międzynarodowym.

Ważnym aspektem jest stworzenie ram prawnych umożliwiających testowanie oraz komercyjne wykorzystanie pojazdów autonomicznych na drogach publicznych, ponieważ obecnie nie ma możliwości poruszania się pojazdem autonomicznym po polskich drogach. Dobrym kierunkiem byłaby zmiana przepisów dotyczących zasad odpowiedzialności za ruch pojazdów. W przepisach karnych do ustalenia pozostaje kwestia odpowiedzialności za wypadek pojazdu autonomicznego – kto będzie uznany winnym wypadku, czy będzie to posiadacz, pasażer, czy autor oprogramowania.

Ciekawym zagadnieniem, które również należałoby poruszyć, jest kwestia cyberbezpieczeństwa – jak należy chronić systemy pojazdów AV, kto ponosi odpowiedzialność w przypadku ataku hakerskiego (zarówno w prawie cywilnym, jak i karnym), jak chronić dane osobowe, kto jakie dane będzie przetwarzał oraz jakie kwestie odpowiedzialności pojawią się przy ich wycieku. W tym celu należałoby podjąć działania spójne z regulacjami unijnymi i zapewnić harmonizację przepisów.

Aby zmonetyzować ten potencjał, **Polska musi działać wielotorowo.**



Po pierwsze, **uregulowania prawne** – potrzebne jest stworzenie holistycznych i kompleksowych ram prawnych, na podstawie których możliwe byłoby dopuszczenie do ruchu pojazdów w pełni autonomicznych, a nie tylko dopuszczenie możliwości przeprowadzania testów), tak aby Polska stała się krajem przyjaznym testowaniu i wdrażaniu autonomicznych aut. Przewidywalność prawa zachęci inwestorów i umożliwi rozwój krajowych projektów (np. miast testujących autobusy autonomiczne). Nasze podejście bardzo kontrastuje z innymi krajami regionu. Podczas gdy nasi sąsiedzi Niemcy, Czesi i Słowacy zbudowali już pierwsze poligony i strefy testowe, my dopiero rozważamy, czy i jak dopuścić testy na drogach publicznych. Oni wydłużają ważność pozwoleń i obniżają opłaty, u nas proponuje się zezwolenia roczne z wysoką opłatą.





Po drugie, **inwestycje w infrastrukturę** – zarówno fizyczną (ulepszenie dróg, znaków, pasów awaryjnych pod kątem AV), jak i cyfrową (sieci 5G/6G wzdłuż tras, systemy zarządzania ruchem, mapy HD). To wymaga środków, ale może być współfinansowane z funduszy UE przeznaczonych na innowacje i transformację transportu.



Po trzecie, **wsparcie sektora prywatnego** – Rząd powinien zaoferować firmom rozwijającym technologie pojazdów autonomicznych atrakcyjne granty i ulgi podatkowe, a także rozszerzyć sieć specjalnych stref ekonomicznych i programy współpracy z polskimi instytutami badawczymi. Wzorem Niemiec warto jednocześnie wdrożyć klarowny, ramowy akt prawny regulujący poziom automatyzacji (od warunkowego poziomu 3 do autonomii Level 4), z procedurami homologacji i zdalnego nadzoru technicznego, oraz zainwestować w „żywe laboratoria” – od autostradowego Digitales Testfeld A9 po miejskie strefy testowe i projekty shuttle-model w regionach wiejskich. Kluczowe jest też finansowanie badawczo-rozwojowe (jak niemieckie 90 mln € do 2025 r.) i narodowa strategia, która skoordynuje rozwój infrastruktury 5G, standardów V2X i partnerstwa z przemysłem. Spójne połączenie zachęt fiskalnych, stabilnych regulacji prawnych oraz rozbudowanej infrastruktury testowej pozwoli polskim firmom przejść od eksperymentów do komercyjnych wdrożeń AV.



Wreszcie, **strategia dla rynku pracy** – konieczne są programy przekwalifikowania kierowców i szkolenia młodych kadr w zakresie nowych specjalizacji (operatorzy flot autonomicznych, inżynierowie AI, technicy od czujników itp.).

W Polsce pracuje ponad 700 000 zawodowych kierowców (w tym ok. 450 000 kierowców ciężarówek i 200 000 kierowców autobusów), z których aż 33% ma ponad 55 lat, a niemal 30% może przejść na emeryturę w ciągu najbliższej dekady (co przekłada się na ok. 210 000 osób). Jednocześnie branża boryka się z deficytem 120–150 000 wakatów i 70% firm transportowych wskazuje problemy z rekrutacją. Aby ten kryzys złagodzić, warto przygotować programy przekwalifikowania nawet 150–200 000 obecnych kierowców oraz corocznie szkolić kilka tysięcy młodych kandydatów, którzy dziś stanowią znikomy odsetek zawodu. Dzięki temu transformacja będzie inkluzywna i zminimalizujemy ewentualne negatywne skutki niżu demograficznego.

Polska powinna już teraz planować i inwestować w autonomiczną przyszłość, by opisane wyżej potencjalne korzyści stały się faktem – to szansa na skokowy wzrost innowacyjności i PKB, której nie wolno przegapić.



Lista źródeł

6. Lista źródeł

AVL, „ZalaZONE Proving Ground”,
URL: <https://avl.com>

Automargo, „Ile jest kierowców
zawodowych w Polsce? Aktualne dane
i trendy”, 2023, URL: <https://automargo.pl>

Boston Consulting Group, „Mapping
the Future of Autonomous Trucking”,
2022, URL: <https://bcg.com>

Brian Woolfolk, „Autonomous
Vehicles: Leveraging Technology
for Diverse Community Benefit”

Bundesministerium für Digitales
und Verkehr, „Funding guidelines for
autonomous and connected driving in
public traffic: first call for applications
published”, URL: <https://bmdv.bund.de>

Bundesministerium für Digitales
und Verkehr (BMDV), „Strategie zur
Automatisierten und Vernetzten Mobilität”,
2024, URL: <https://bmdv.bund.de>

Chamber of Progress, „Autonomous Vehicle
Jobs to Exceed 110k in U.S. Every additional
1000 autonomous vehicles will mean 190
jobs”, URL: <https://progresschamber.org>

Chińskie Ministerstwo Transportu, „Rządowe
programy wsparcia dla rozwoju technologii
autonomicznych”, URL: <http://mot.gov.cn>

Clean Energy Wire, „German govt
supports car industry transformation
with investment programme”, URL:
<https://cleanenergywire.org>

Connected Automated Driving,
„Czech Republic – informacje nt.
krajowych regulacji testów AV”, 2024, URL:
<https://connectedautomateddriving.eu>

Connected Automated Driving,
„Slovakia – informacje nt. krajowych
regulacji testów AV”, 2024, URL:
<https://connectedautomateddriving.eu>

Connected Places Catapult,
„Market Forecast for Connected
and Autonomous Vehicles”, 2020

Cruise, „Cruise’s Safety Record
Over 1 Million Driverless Miles”, 2023,
URL: [https://getcruise.com/news/
blog/2023/cruises-safety-record-
over-one-million-driverless-miles/](https://getcruise.com/news/blog/2023/cruises-safety-record-over-one-million-driverless-miles/)

Ciężarówki i Logistyka, „Zapotrzebowanie
na pracowników TSL ciągle rośnie”, 2025,
URL: [https://truckslog.pl/aktualnosci/
zapotrzebowanie-na-pracownikow-
w-sektorze-tsl-ciagle-rosnie/](https://truckslog.pl/aktualnosci/zapotrzebowanie-na-pracownikow-w-sektorze-tsl-ciagle-rosnie/)

Deutschlandfunk, „Regierung will
autonomes Fahren flächendeckend
ermöglichen”, URL: deutschlandfunk.de

Eurostat, „Statystyki dotyczące
transportu i innowacji w Europie”,
URL: <https://ec.europa.eu/eurostat>

European Commission, „Automated
mobility in Europe: where are we
now?”, URL: [https://research-
and-innovation.ec.europa.eu](https://research-and-innovation.ec.europa.eu)



European Commission, „Press Statement by President von der Leyen on the Strategic Dialogue on the Future of the Automotive Industry”, 2025, URL: <https://ec.europa.eu/avservices/play.cfm?ref=1268400>

European Commission, „Special Eurobarometer (2018)”, URL: <https://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/index.cfm/Survey/getSurveyDetail/instruments/SPECIAL/surveyKy/2232>

Federalny Urząd ds. Transportu, Niemcy, „Regulacje prawne dla pojazdów autonomicznych”, URL: <https://bmvi.de>

Gazeta Prawna, „Miasta chcą wprowadzać autonomiczne autobusy, ale brakuje przepisów...”, 2019, URL: <https://serwisy.gazetaprawna.pl>

Główny Urząd Statystyczny, „Przemysł motoryzacyjny w Polsce – dane statystyczne i prognozy”, URL: <https://stat.gov.pl>

GOV.UK, „UK on the cusp of a transport revolution, as self-driving vehicles set to be worth nearly £42 billion by 2035”, URL: <https://gov.uk>

HIPA, „ZalaZONE operated by AVL – Project overview”, czerwiec 2022, URL: <https://hipa.hu>

IMF (Międzynarodowy Fundusz Walutowy), „Global Economic Outlook – Technological Disruptions in the Transport Sector”, URL: <https://imf.org>

Inelo, „Brak kierowców zawodowych – jak radzić sobie z tym problemem?”, 2023, URL: <https://inelo.pl>

Institute for Transportation and Development Policy (ITDP), „Impact of Autonomous Vehicles on Road Safety and Traffic Efficiency”, URL: <https://itdp.org>

International Federation of Robotics, „World Robotics 2024 Report”, URL: <https://fairp.pl>

Interia Biznes, „Szef MI: w Polsce brakuje 150–200 tys. kierowców zawodowych (wywiad)”, 2023, URL: <https://biznes.interia.pl>

ITS Polska, „Pojazdy autonomiczne i automatyzacja w transporcie drogowym – analiza regulacyjna”, 2022, URL: <https://www.itspolska.pl/wp-content/uploads/2022/11/Raport-ITS-Pojazdy-autonomiczne.pdf>

Katowicka Specjalna Strefa Ekonomiczna SA, „Liderem w tworzeniu nowych miejsc pracy w 2024”, URL: <https://samorząd.gov.pl/web/gmina-hazlach/katowicka-specjalna-strefa-ekonomiczna-sa-liderem-w-tworzeniu-nowych-miejsc-pracy-w-2024>

Komisja Europejska, „Strategia mobilności autonomicznej w UE”, URL: https://ec.europa.eu/transport/themes/its_en

Maas Alliance, „Mobility as a Service?”, URL: <https://maas-alliance.eu>

McKinsey & Company, „The Future of Autonomous Vehicles (AV): Convenient and Connected”, 2023, URL: <https://mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/autonomous-drivings-future-convenient-and-connected>

Motofaktor.pl, „Testy pojazdów autonomicznych w Polsce – Jaworzno”, 2023, URL: <https://motofaktor.pl>

National Disability Institute / ICF, „Economic Impacts of Removing Transportation Barriers to Employment for Disabled Individuals Through Autonomous Vehicle Adoption”, 2022, URL: <https://ndi.org>

Notre Europe–Institut Jacques Delors, „The Road to New European Automotive Strategy: Trade and Industrial Policy Options”, URL: <https://institutdelors.eu>

OECD, „Automated Vehicles and the Future of Road Transport – Economic and Social Implications”, URL: <https://oecd.org/transport>

OECD, „Investments in R&D in the Automotive Sector – Trends and Projections”, URL: <https://oecd.org/innovation>

Polska, Sejm RP, „Nowelizacja Prawa o ruchu drogowym (UD17). Projekt z dnia 3 grudnia 2024 r. Ustawa o zmianie ustawy – Prawo o ruchu drogowym”

Polska Grupa Motoryzacyjna, „Wpływ elektromobilności na rozwój gospodarczy w Polsce”, 2022

Polska Izba Motoryzacji, „Autonomiczne pojazdy – wizja przyszłości”, 2024, URL: <https://pim.pl>

Polski Instytut Ekonomiczny, „Autonomiczny transport przyszłości”, kwiecień 2020

Polski Instytut Transportu Drogowego, „Brakuje kierowców! Jak rozwiązać największy problem w transporcie drogowym?”, 2025, URL: <https://pitd.org.pl/news/brakuje-kierowcow-jak-rozwiazac-najwiekszy-problem-w-transporcie-drogowym/>

pulshr.pl, „Już 160 tys. kierowców w Polsce to obcokrajowcy. Większość to Ukraińcy, przybywa Azjatów i Afrykanów”, URL: <https://pulshr.pl>

Rzeczpospolita, „Szybki finał drugiej aukcji częstotliwości dla sieci 5G w Polsce”, 2025, URL: <https://rp.pl/biznes/art42007021-szybki-final-drugiej-aukcji-czestotliwosci-dla-sieci-5g-w-polsce>

Samorząd.gov.pl, „Katowicka Specjalna Strefa Ekonomiczna SA liderem w tworzeniu nowych miejsc pracy w 2024”, URL: <https://samorzad.gov.pl/web/gmina-hazlach/katowicka-specjalna-strefa-ekonomiczna-sa-liderem-w-tworzeniu-nowych-miejsc-pracy-w-2024>

Stanford University Cyberlaw Program, „SAE Levels of Driving Automation”, URL: <https://cyberlaw.stanford.edu>

Syed Adnan Yusuf, Arshad Khan, Riad Souissi, „Vehicle-to-everything (V2X) in the autonomous vehicles domain – A technical review of communication, sensor, and AI technologies for road user safety”, Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 23, 2024

Securing America’s Future Energy, „How and When will Autonomous Vehicles Impact the Workforce?”, URL: <https://avworkforce.secureenergy.org>



The AV Industry, „The AV Industry. Portal branżowy poświęcony tematyce pojazdów autonomicznych”, URL: <https://theavindustry.org>

U.S. Bureau of Labor Statistics, „Industry at a Glance: Truck Transportation, 2022–2023”

U.S. Department of Commerce, Economics and Statistics Administration, Office of the Chief Economist, „The Employment Impact of Autonomous Vehicles”, URL: <https://commerce.gov>

U.S. Department of Transportation, „Policy and Investment Report on Autonomous Vehicles in the United States”, URL: <https://transportation.gov>

University of Cambridge, „Driverless cars working together can speed up traffic by 35 percent”, 2019, URL: <https://arxiv.org/abs/1902.06133>

Verband der Automobilindustrie (VDA), „Autonomes Fahren: So verteidigen wir die Pole-Position”, Automobil-Insight 2023, URL: <https://vda.de/de/themen/Automobil-Insight-2023/Autonomes-Fahren-so-verteidigen-wir-die-pole-position>

Volkswagen AG, „Annual Report 2019”, URL: <https://annualreport2019.volkswagenag.com>

World Economic Forum, „How satellite technology is transforming the future of road safety”, URL: <https://weforum.org>

World Economic Forum, „The Future of Jobs Report 2025”, 2025, URL: <https://weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025>

ZalaZONE Proving Ground (AVL), see AVL above

ZalaZONE operated by AVL (HIPA), see HIPA above





ZPP

ZWIĄZEK PRZEDSIĘBIORCÓW
I PRACODAWCÓW

ZWIĄZEK PRZEDSIĘBIORCÓW
I PRACODAWCÓW

ul. Nowy Świat 33
00-029 Warszawa

www.zpp.net.pl

