

XI WARMIŃSKO-MAZURSKIE FORUM DROGOWE

Drogi Przyszłości – skok w nieznane

Ryn, 16.09.2025



CENTRUM KOMPETENCJI
POJAZDÓW
AUTONOMICZNYCH I POŁĄCZONYCH

Wyzwania technologiczne związane z wdrażaniem pojazdów zautomatyzowanych na drogi

Mikołaj Kruszewski

Instytut Transportu Samochodowego

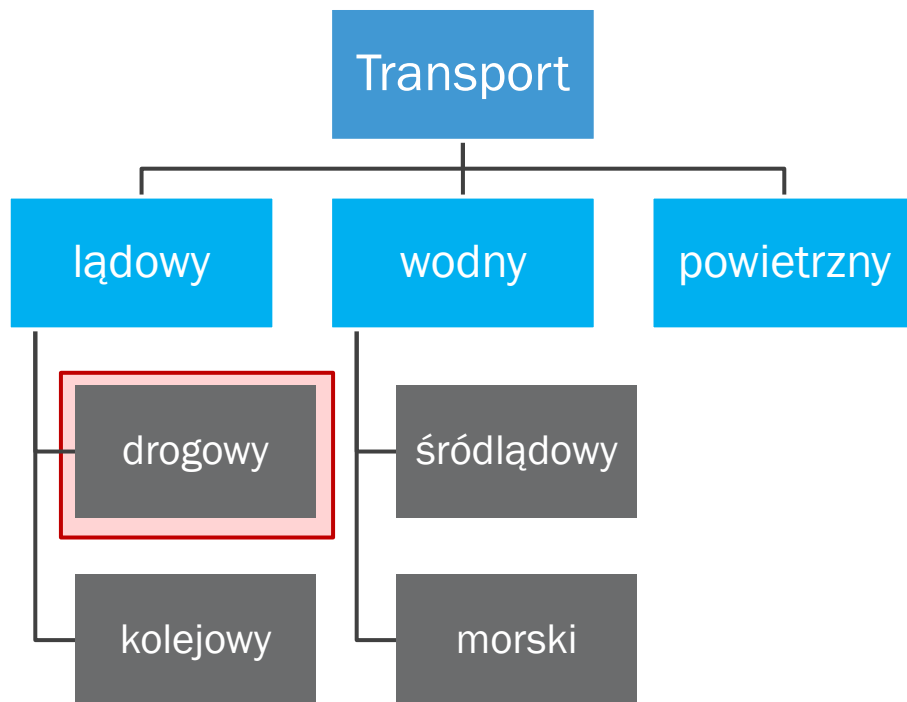
Współautorzy prezentacji: Aleksandra Rodak



INSTYTUT
TRANSPORTU
SAMOCHODOWEGO



Automatyzacja w transporcie



Rolls Royce Naval vessel, źródło: [Autonomous shipping \(imo.org\)](https://www.autonomousshipping.com)

Singapur ma najdłuższy zautomatyzowany system metra na świecie. Wszystkie linie Mass Rapid Transit mają automatyzację czwartego stopnia (GoA4) – >230 km automatycznych linii.



Alstom Metropolis C830, źródło: [SGTrains.com](https://www.sgtrains.com)



Airbus Vahana
Źródło: [Acubed - Our Story: Part 3 \(airbus.com\)](https://www.airbus.com)

ADAS

Stopnie automatyzacji ADS

	L0	L1	L2	L3	L4	L5
Podział zadań	Kierowca ma pełną kontrolę nad prędkością, torem jazdy oraz innymi funkcjonalnościami pojazdu	Kierowca ma kontrolę nad prędkością i torem jazdy pojazdu	Kierowca jest odpowiedzialny za stałe monitorowanie ruchu drogowego	Kierowca musi przejąć prowadzenie pojazdu w określonych sytuacjach	Kierowca nie musi prowadzić pojazdu poza określonymi sytuacjami	Pojazd wykonuje i kontroluje wszystkie zadania, kierownica i pedały są opcjonalne
Zastosowanie	Brak automatyzacji – Informowanie kierowcy	Wsparcie kierowcy	Częściowa automatyzacja	Warunkowa automatyzacja	Wysoka automatyzacja	Pełna automatyzacja
Obszar używania	Wszędzie	W zależności od przeznaczenia	Autostrady	Autostrady	Teren zabudowany i autostrady	Wszędzie

Wykorzystanie pojazdów autonomicznych



Transport zbiorowy

Transport osób po zdefiniowanej trasie. Dojazdy do:

- stacji kolejowych,
- parkingów,
- lotnisk,
- przejazdy miejskie i podmiejskie,
- transport w obrębie większych kompleksów komunikacyjnych.



Źródło: materiały prasowe Volvo Buses z imprezy Autonomous Bus w Partille, Göteborg 2019



Transport ładunku

Transport cargo w ramach powtarzalnego i połączonego z siecią procesu logistycznego od miejsca odbioru do miejsca załadunku.



Źródło: Pierwsze zadanie Very | Volvo Group



Pojazdy specjalne

Pojazdy ratownicze:

- Wozy ratownicze do akcji w trudnych warunkach.

Pojazdy pomocnicze:

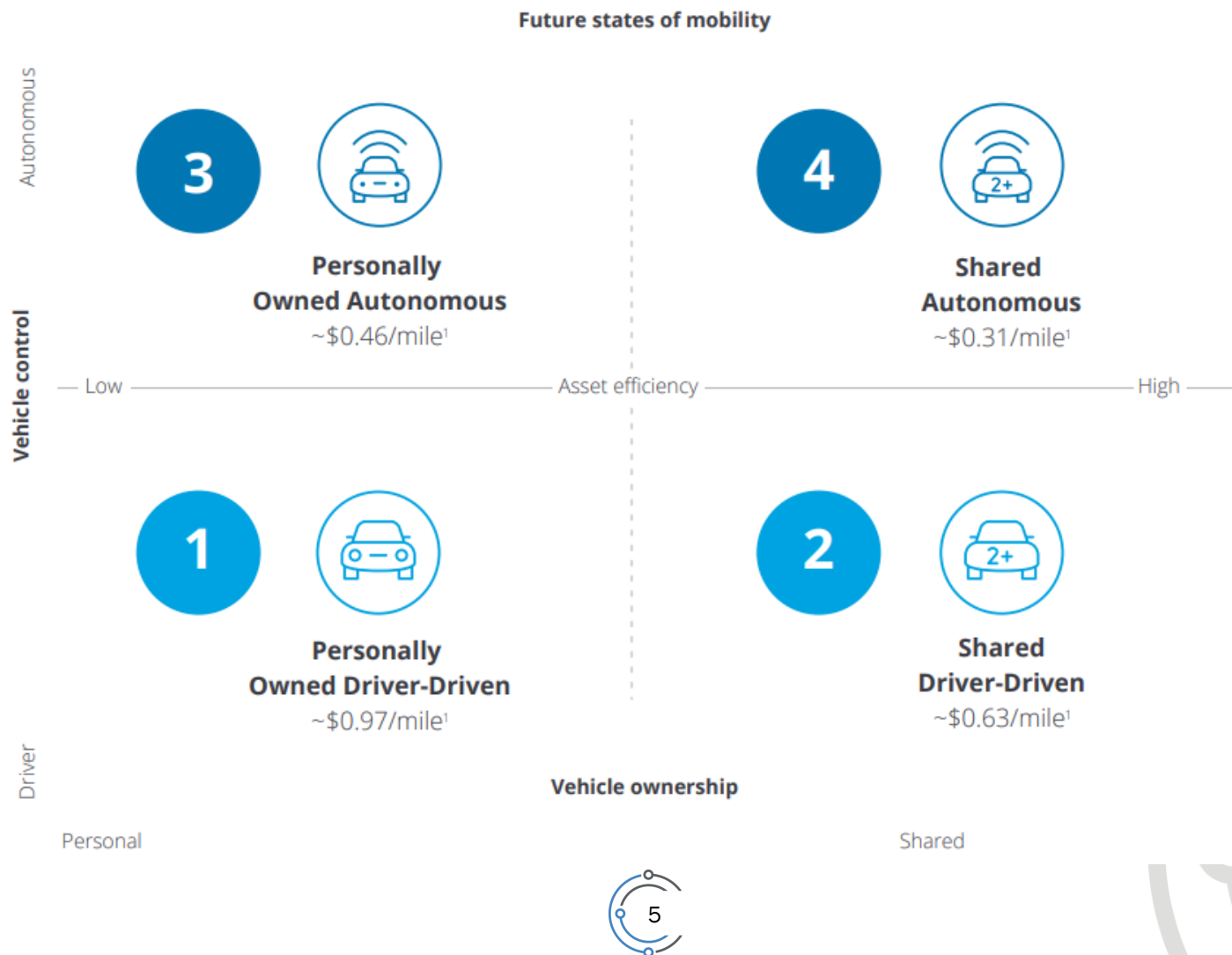
- cysterna paliwa lotniczego,
- pługi śnieżne,
- małe pojazdy komunalne z wymiennym osprzętem, np. zamiatarki miejskie.



Źródło: Autonomous solutions tested at airport | Semcon



Zmiana modelu użytkowania





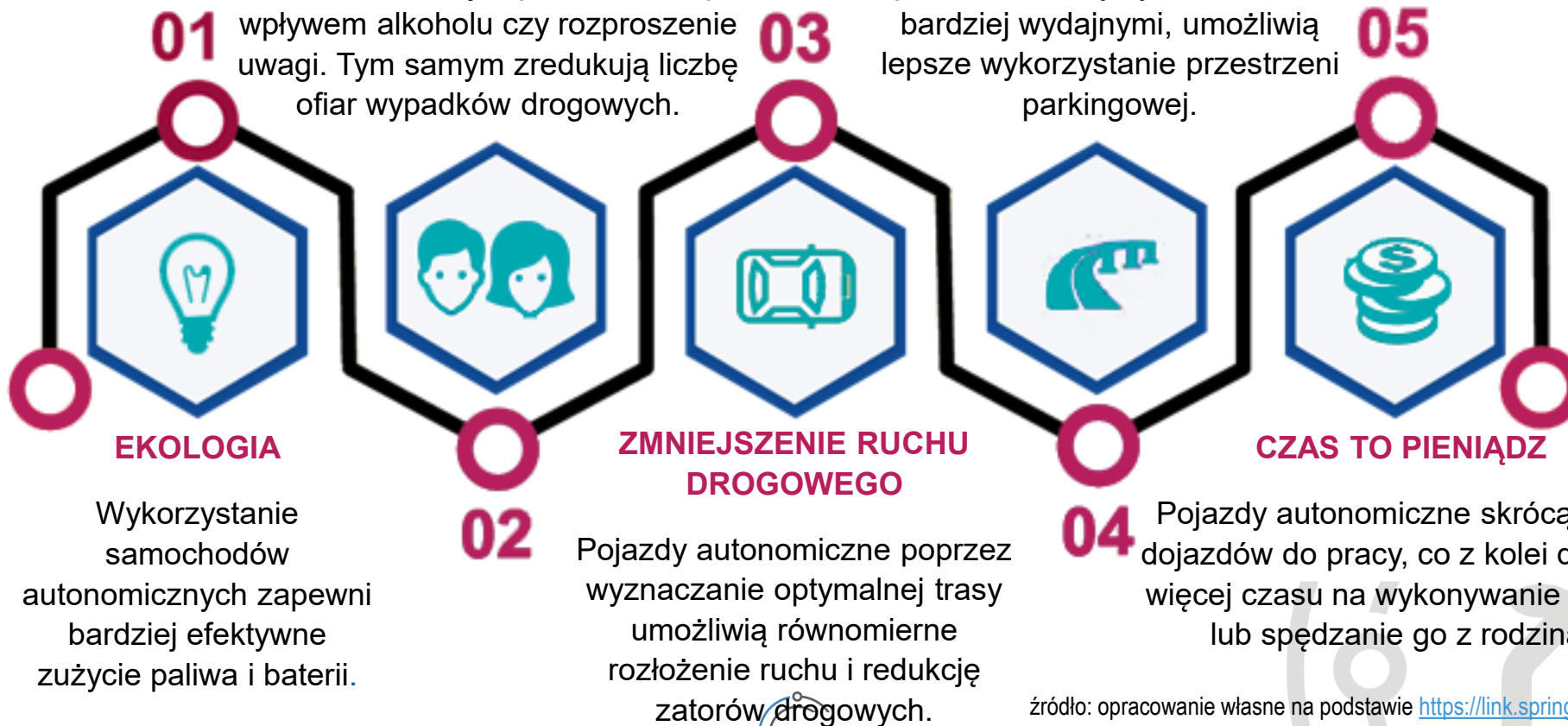
Korzyści płynące z mobilności autonomicznej

BEZPIECZNIEJSZE ULICE

Pojazdy autonomiczne pozwolą ograniczyć skutki ludzkich błędów i zaniechań, takich jak prowadzenie pod wpływem alkoholu czy rozproszenie uwagi. Tym samym zredukują liczbę ofiar wypadków drogowych.

OSZCZĘDNOŚĆ PRZESTRZENI

Samochody autonomiczne będą miały możliwość samodzielnego parkowania. Będąc z założenia bardziej wydajnymi, umożliwią lepsze wykorzystanie przestrzeni parkingowej.

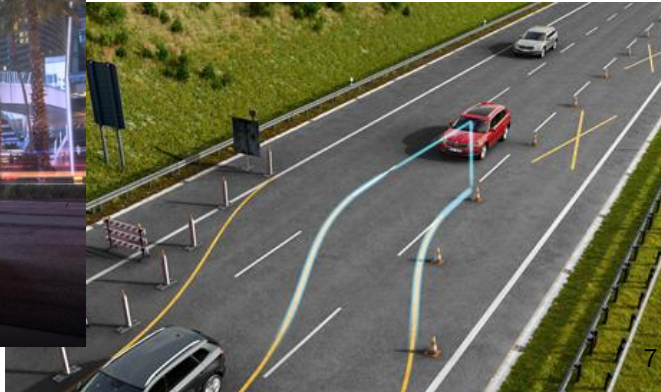


Inkrementalny rozwój systemów

- sposób wybierany przez większość koncernów samochodowych np. Volvo, Tesla, Cadillac, Skoda,
- zakłada systematyczny rozwój technologii i przejście przez wszystkie poziomy automatyzacji,
- aktualnie na rynku: poziom 4.



Źródło: materiały prasowe Mercedes-Benz



Źródło: materiały prasowe Skoda

Korzyści płynące z mobilności autonomicznej

Zdefiniowanie pojazdu autonomicznego od nowa

- sposób wybierany przez duże niezależne koncerny często niezwiązane bezpośrednio z produkcją pojazdów lub start-upy zajmujące się tylko tą tematyką np. Waymo (Google, Alphabet), NVIDIA, Aurora,
- od początku zakłada skupienie się na wizji pojazdu samojezdnego.



Źródło: <https://www.nvidia.com/>



Źródło: <https://blog.waymo.com/>

Źródło: Lex Friedman (MIT)

	Wymagany poziom wydajności	
	Częściowa automatyzacja	Pełna autonomia
Odporność czujników	dobry	niezawodny
Mapowanie terenu	dobry	niezawodny
Lokalizacja	dobry	niezawodny
Percepcja środowiska	dobry	niezawodny
Kontrola ruchu	dobry	niezawodny
Planowanie behawioralne	dobry	niezawodny
„Bezpieczna przystań”	dobry	niezawodny
Zewnętrzne HMI	dobry	niezawodny
Komunikacja V2V	dobry	niezawodny
Komunikacja V2I	dobry	niezawodny
Monitorowanie Kierowcy	niezawodny	dobry
Komunikacja z Kierowcą	niezawodny	dobry
Współpraca z Kierowcą	niezawodny	dobry
Personalizacja	niezawodny	dobry

Różne wymagania systemowe



Obecnie:

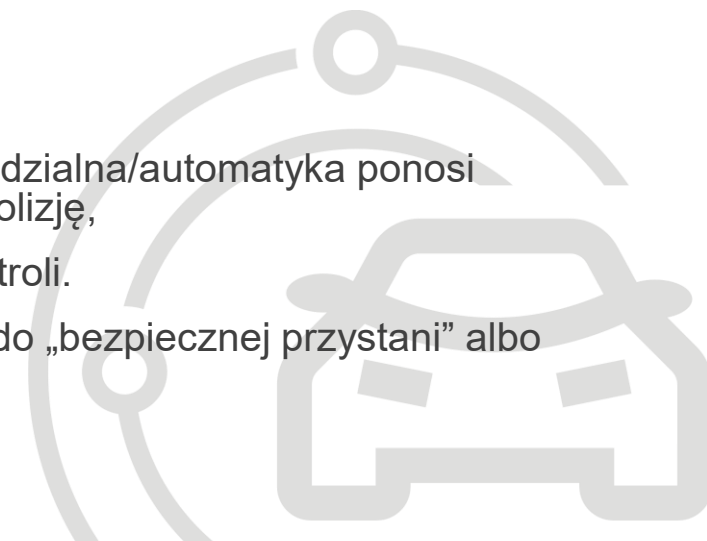
- ▶ Samochody są sterowane manualnie, a poszczególne funkcje automatyzacji są włączane przez kierowcę gdy są dostępne.

Częściowa automatyzacja – ukierunkowanie na człowieka:

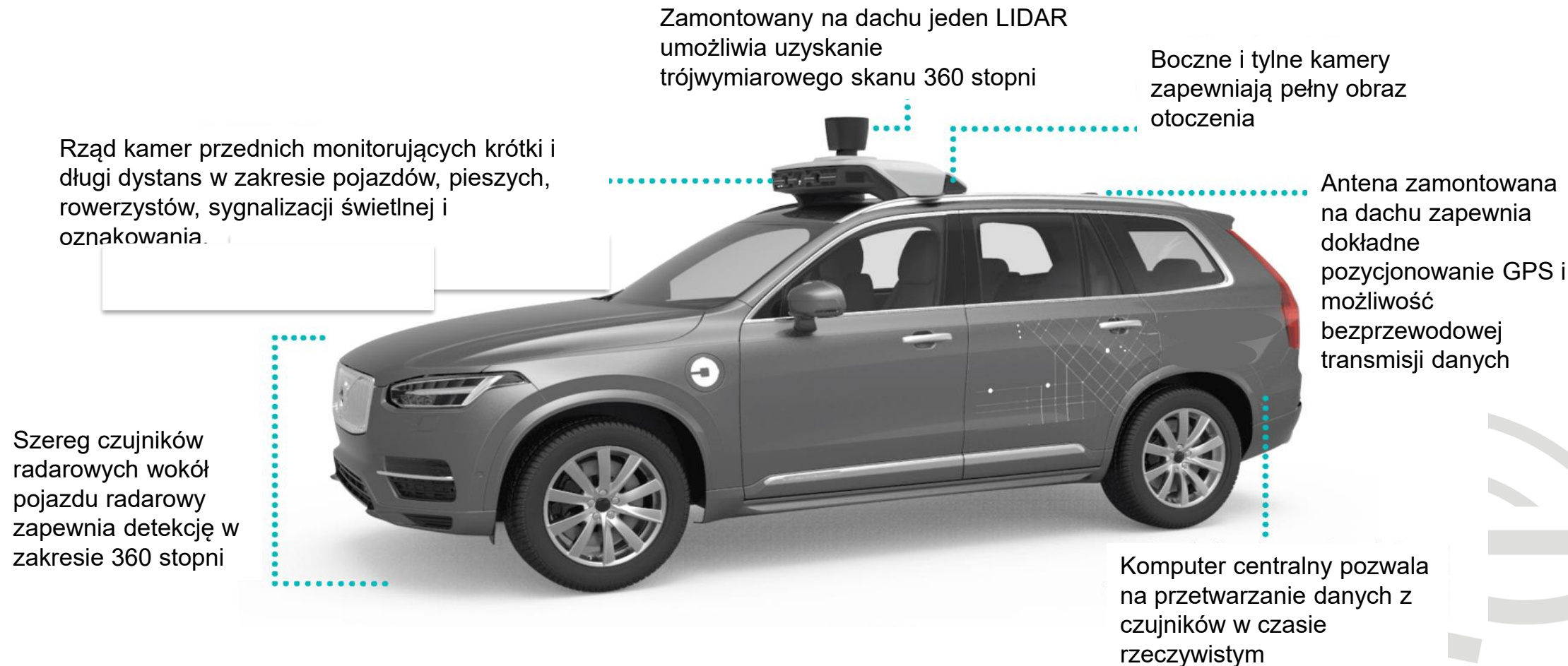
- ▶ AI/automatyka nie ponosi odpowiedzialności za kolizję,
- ▶ Ograniczona dostępność (warunki/sprawność sensorów).
- ▶ Konieczny czas na przejęcie kontroli.

Pełna autonomia:

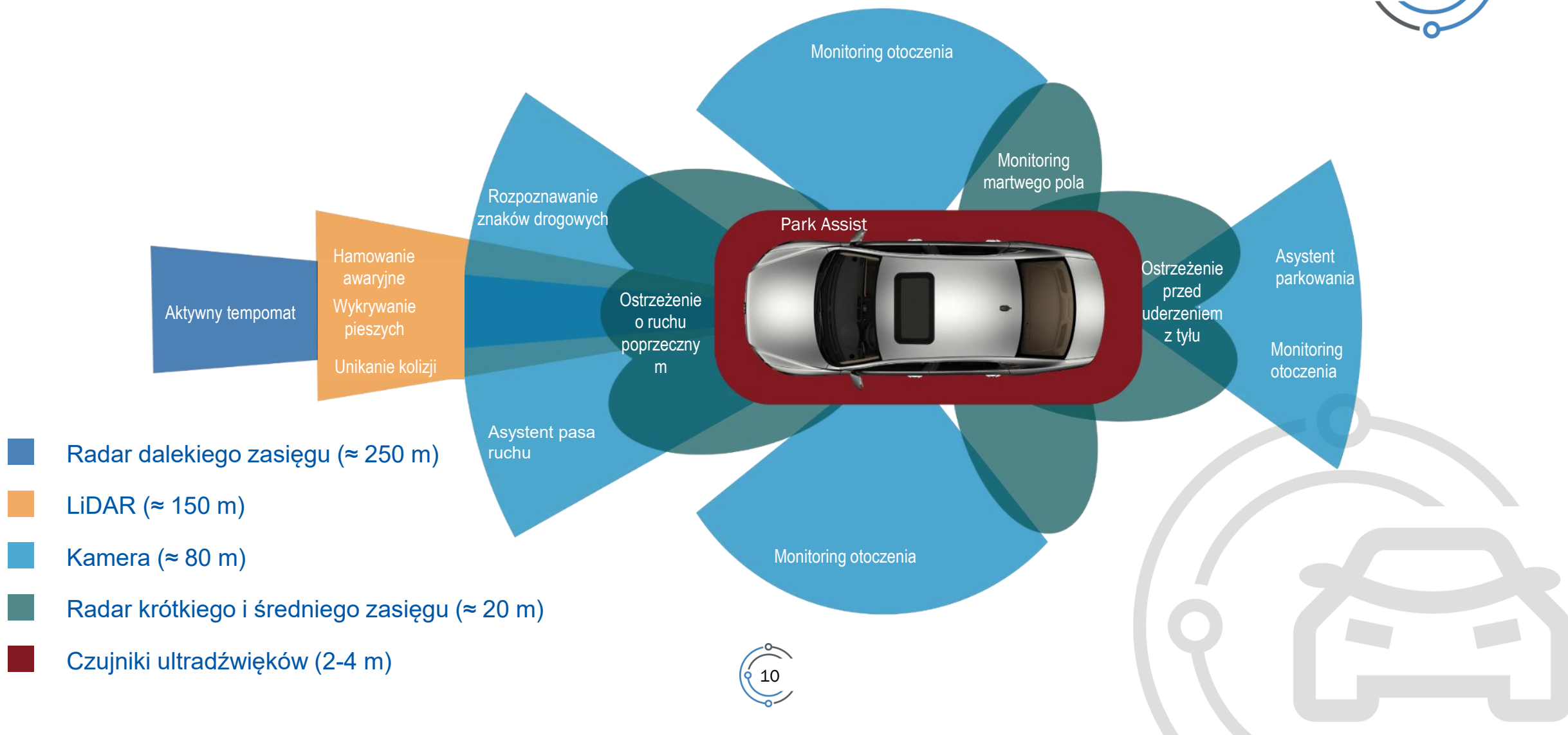
- ▶ AI jest w pełni odpowiedzialna/automatyka ponosi odpowiedzialność za kolizję,
- ▶ Bez przejmowania kontroli.
- ▶ Samodzielne dotarcie do „bezpiecznej przystani” albo punktu docelowego.



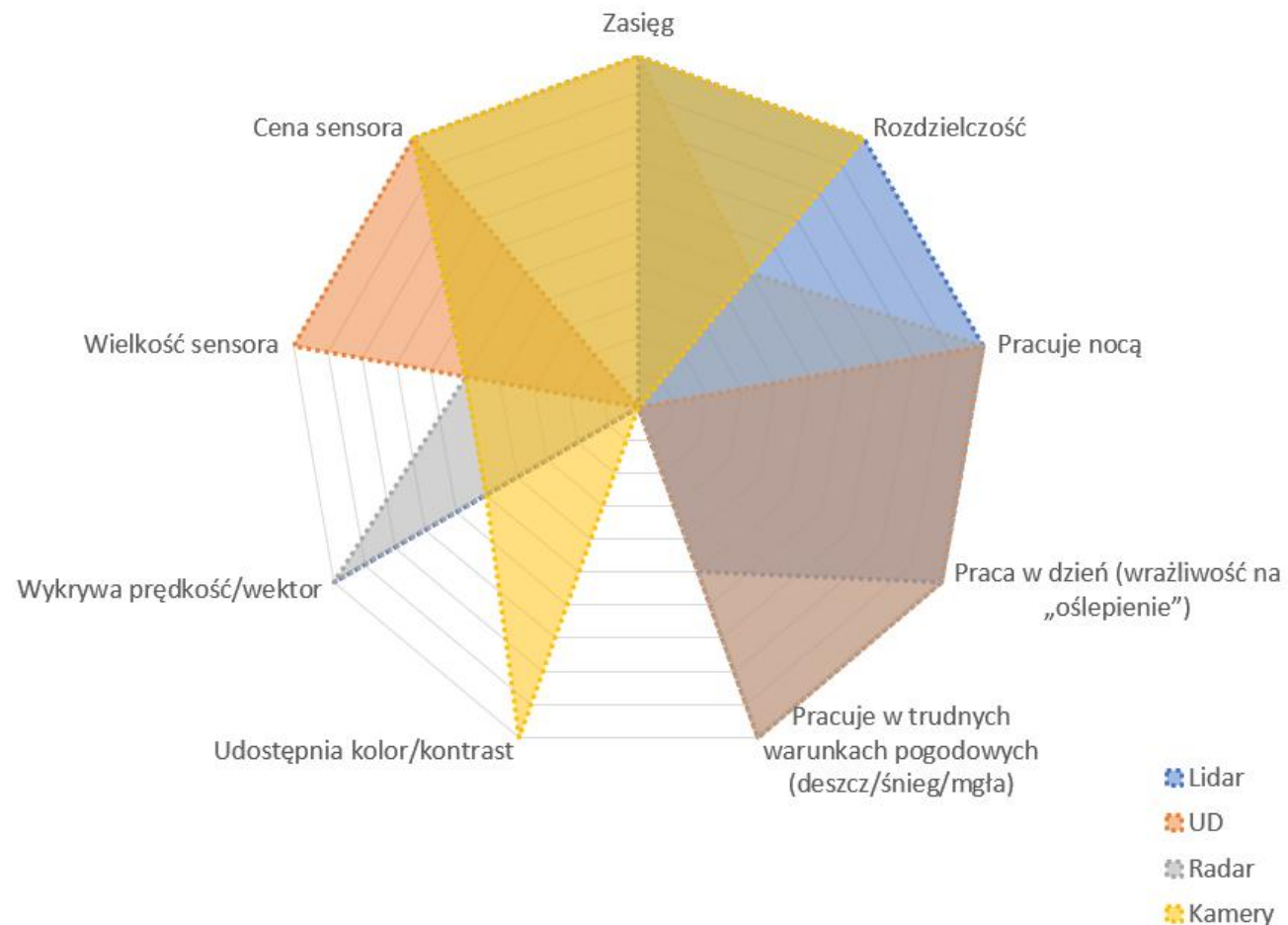
Jak zbudowany jest typowy pojazd autonomiczny?



Zakres działania systemów wspierających kierowcę



Cecha	Lidar	UD	Radar	Cam
Zasięg	+	-	+	+
Rozdzielczość	+	-	+/-	+
Pracuje nocą	+	+	+	-
Praca w dzień (wrażliwość na „oślepienie”)	+	+	+	-
Pracuje w trudnych warunkach pogodowych (deszcz/śnieg/mgła)	+/-	+	+	-
Udostępnia kolor/kontrast	-	-	-	+
Wykrywa prędkość/wektor	+	-	+	+/-
Wielkość sensora	-	+	+/-	+/-
Cena sensora	-	+	+	+



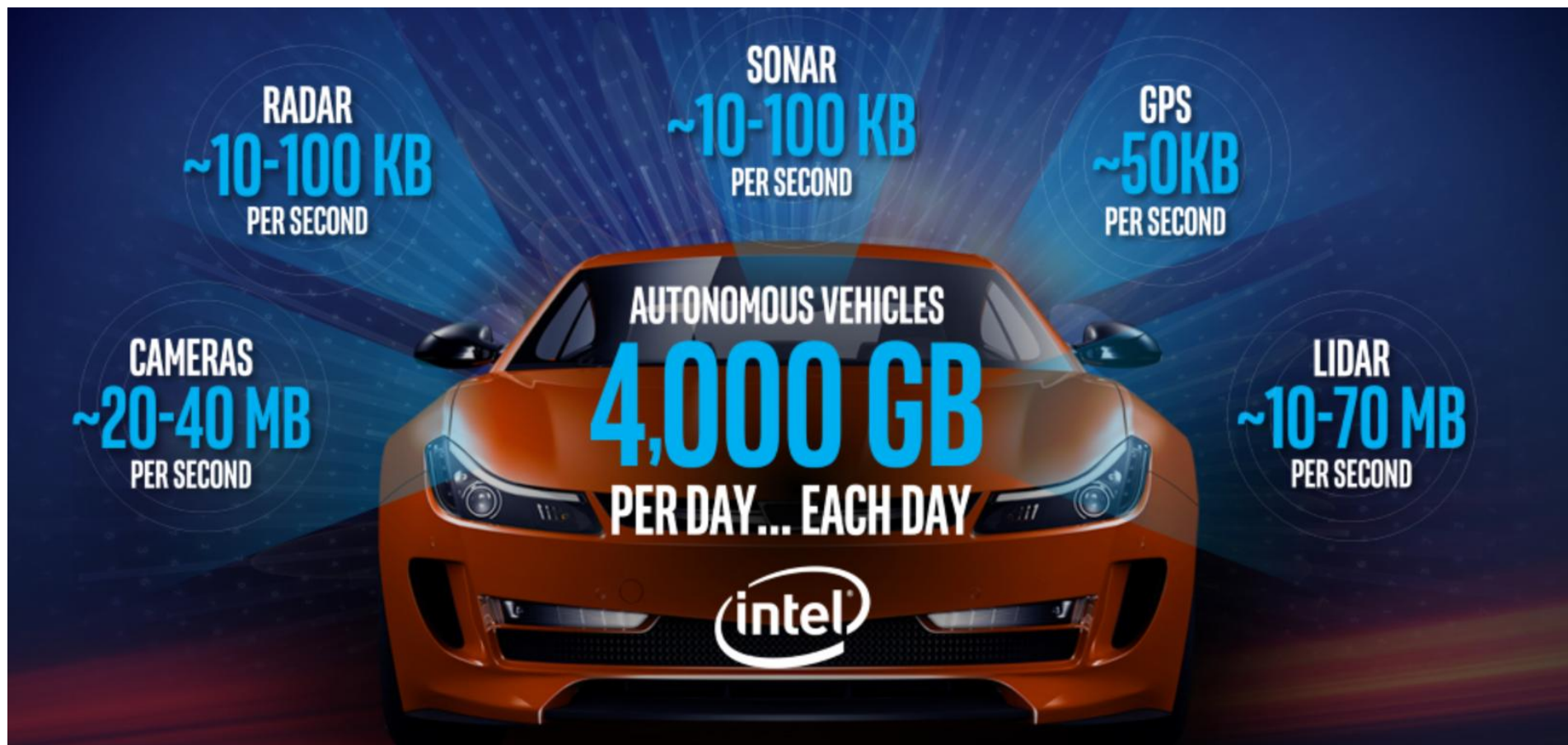


CENTRUM KOMPETENCJI
POJAZDÓW
AUTONOMICZNYCH I POŁĄCZONYCH

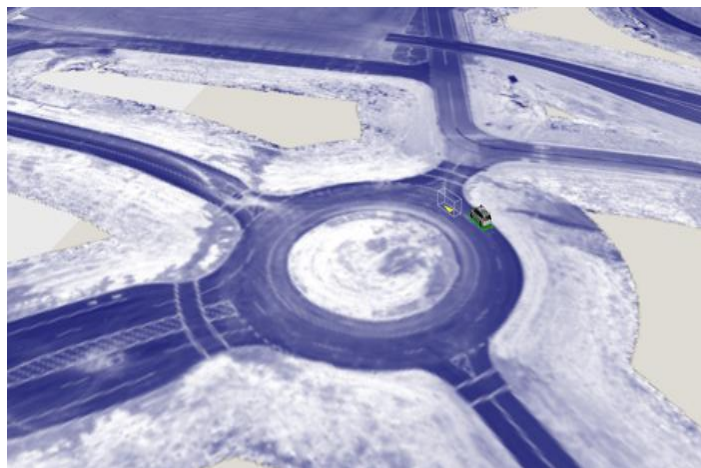


INSTYTUT
TRANSPORTU
SAMOCHODOWEGO

Gromadzenie i przetwarzanie danych przez pojazd AV



Jak testować pojazdy autonomiczne?



Symulacja

Warunki symulacyjne umożliwiają przejechanie milionów kilometrów w standaryzowany sposób



Tory testowe

Tory testowe umożliwiają testowanie pojazdów AV w bezpiecznych warunkach i w relatywnie standaryzowany sposób



Drogi publiczne

Testy na drogach publicznych to przede wszystkim zbieranie danych z funkcjonowania pojazdów AV i ich późniejsza analiza



Testowanie w różnych warunkach drogowych i otoczenia

Obszar miejski



Obszar pozamiejski



Autostrady i trasy „S”



Warunki pogodowe



Warunki oświetlenia



Ogólnodostępne bazy danych testowych



	Kitti	Waymo	Nuscenes	Zenseact	Argoverse	DARTS-PL
Lidary	1	5	1	3	2	4
Kamery	2	5	7	1	9	6
Radary	x	x	5	x	x	6
Termowizja	x	x	x	x	x	✓
Stereowizja	✓	x	x	x	✓	x
IMU/GPS	✓	x	✓	✓	✓	✓
Mapa HD	x	x	✓	x	✓	x
Dane z pojazdu	x	x	✓	✓	x	✓



Odwiedź nas:



PROJEKT SEKWENCJE JAZDY ADNOTACJE BAZA DANYCH MAPA ZESPÓŁ KONTAKT

DARTS-PL Database of Autonomous Vehicles Road Testing Scenarios

Zobacz więcej →

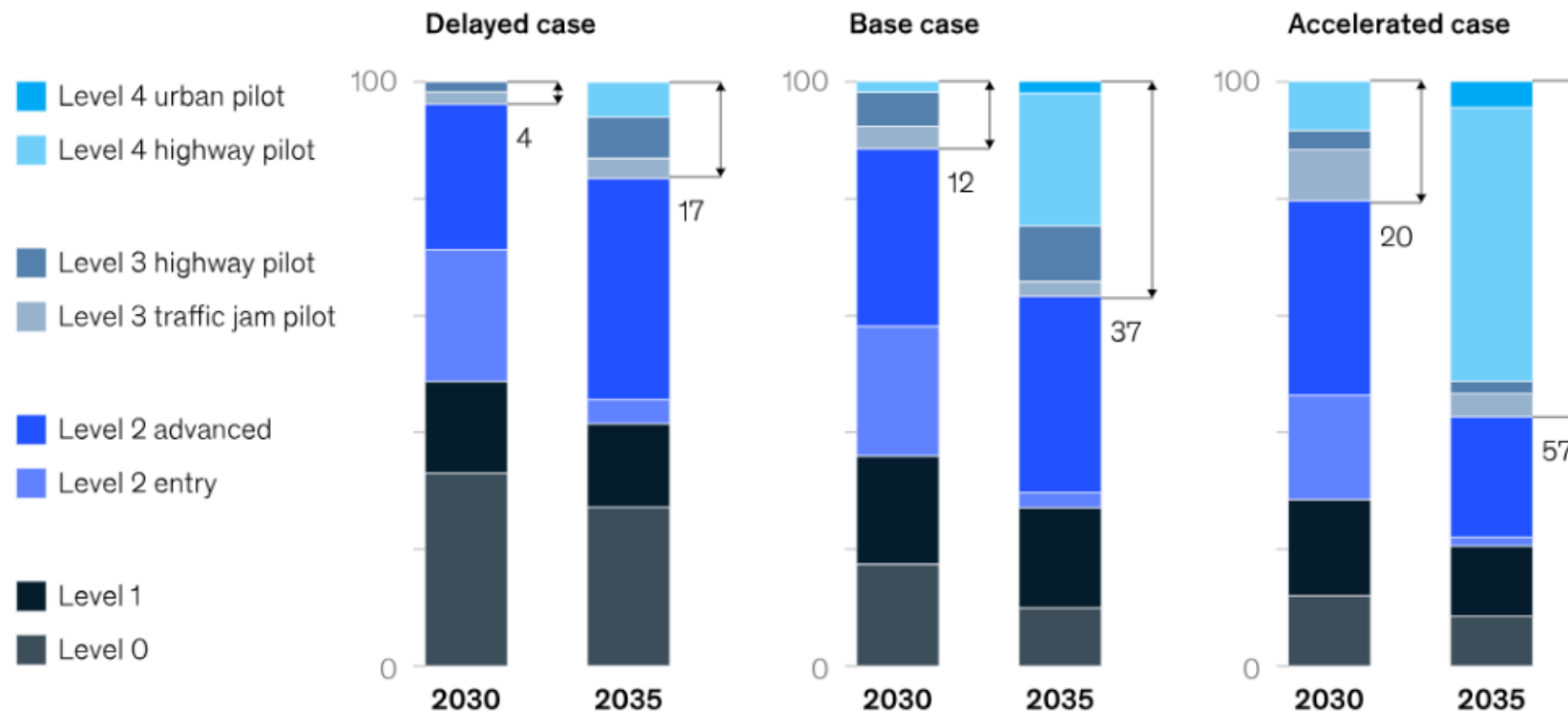
Skontaktuj się z nami
+48 22 43 85 400 →



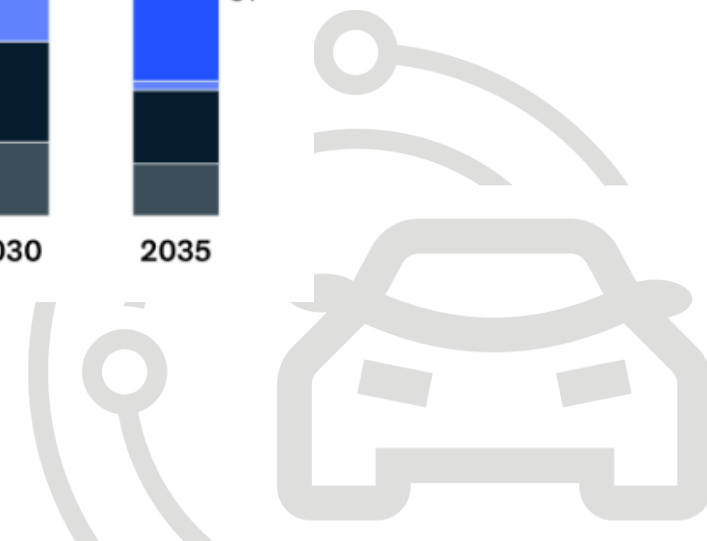


Trzy scenariusze sprzedaży autonomicznych samochodów osobowych w latach 2030 i 2035

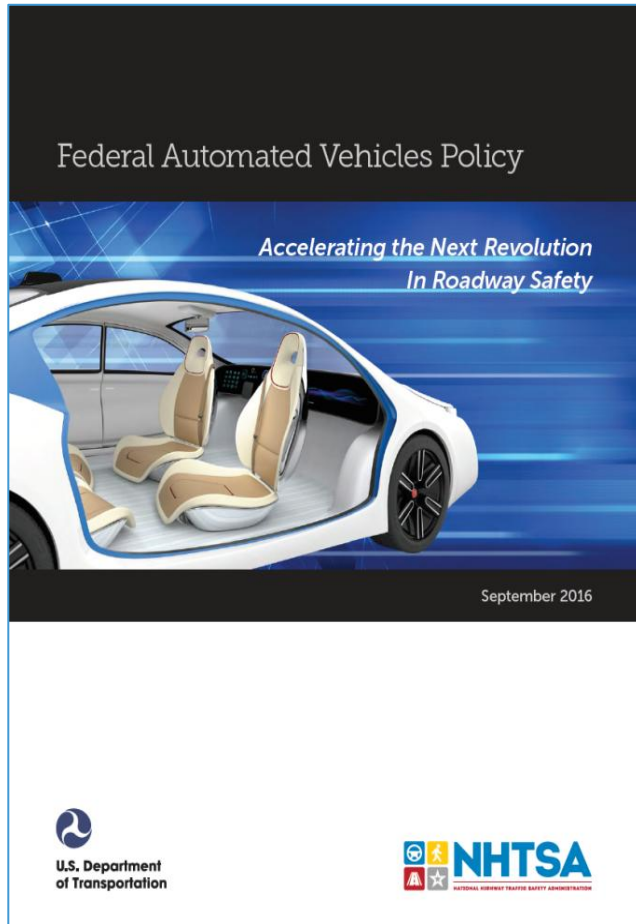
Estimated passenger vehicles sold with autonomous-driving technologies installed, %



źródło: McKinsey Center for Future Mobility, Autonomous driving's future: Convenient and connected (6.01.2023) | Raport
<https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/autonomous-drivings-future-convenient-and-connected>



Główne wyzwania wdrożenia pojazdów autonomicznych



Źródło: US Departament of Transportation, NHTSA

- Certyfikacja i dopuszczanie pojazdów do ruchu
- Legislacja na poziomie krajowym i międzynarodowym
- Zapisywanie i dzielenie się danymi z pojazdów
- Bezpieczeństwo systemów
- Cyberbezpieczeństwo
- Szkolenia i edukacja użytkowników
- Prywatność danych
- Kwestie etyczne





**CENTRUM KOMPETENCJI
POJAZDÓW
AUTONOMICZNYCH I POŁĄCZONYCH**

Dziękuję za uwagę

Mikołaj Kruszewski

mikolaj.kruszewski@its.waw.pl



**INSTYTUT
TRANSPORTU
SAMOCHODOWEGO**