

CZUJNIKI WYKORZYSTYWANE DO KONTROLI OTOCZENIA W POJAZDACH AUTONOMICZNYCH



Plan prezentacji

- Inteligentne systemy pojazdowe
- Czujniki wspierające inteligentne systemy pojazdowe
- Główne obszary zastosowań czujników

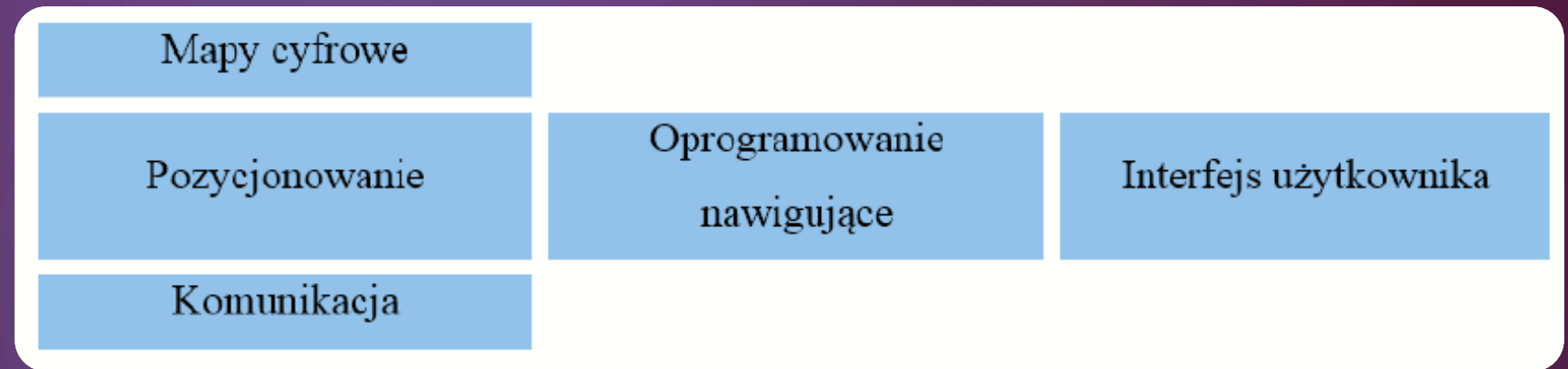


Integralne systemy pojazdowe

Systemy nawigacyjne to systemy wspierające kierowcę w planowaniu trasy i podążaniu za drogą do miejsca docelowego.

Składają się na nie:

- mapy cyfrowe,
- system nawigacji, taki jak GPS,
- oprogramowanie wyznaczające trasę,
- interfejs użytkownika
- systemy łączności.



Rys. Techniczna podstawa dla systemów prowadzenia po trasie

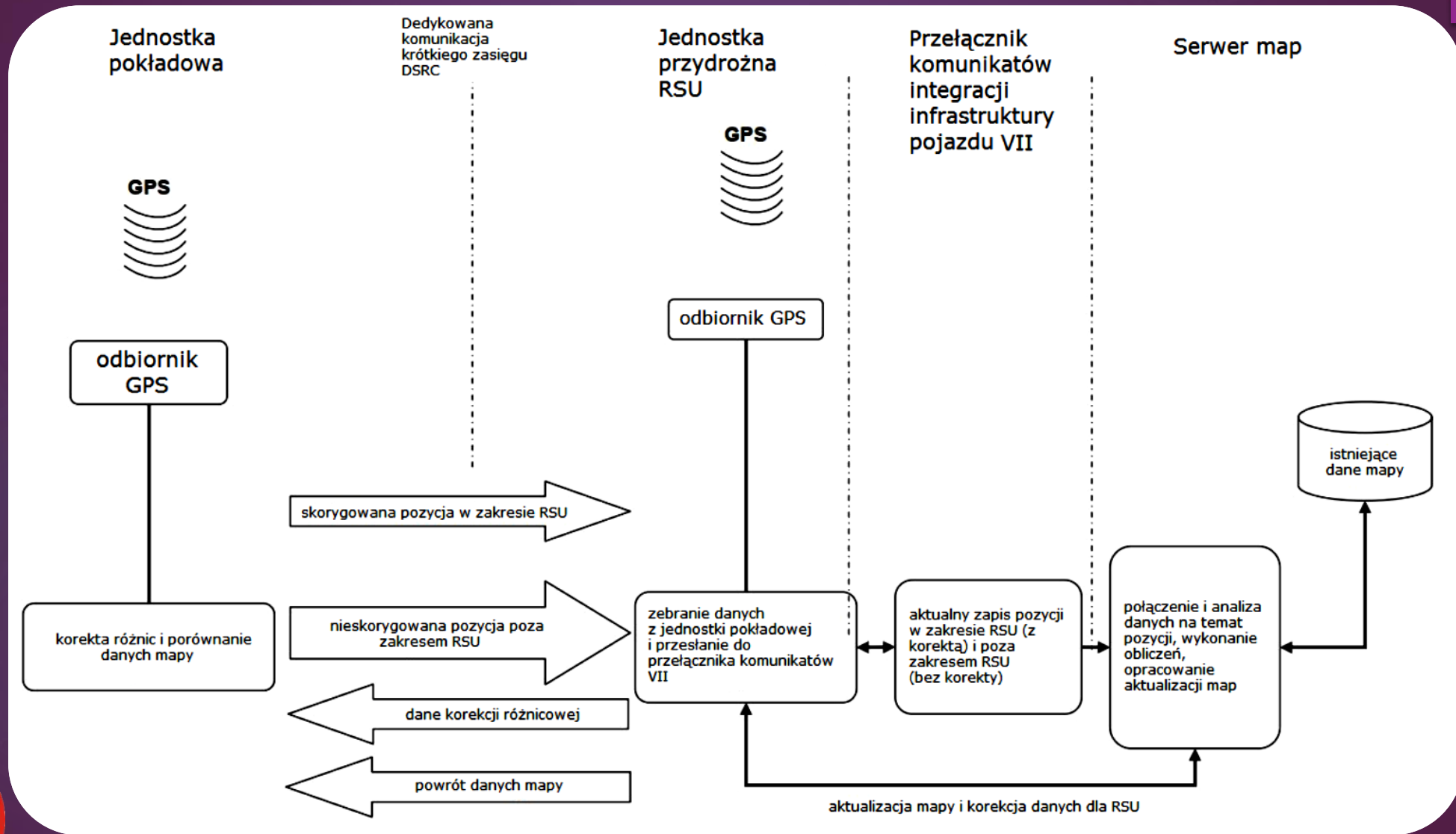


Integralne systemy pojazdowe

- ▶ Mapa cyfrowa zawiera informacje o topologii i geometrii sieci dróg.
- ▶ System pozycjonowania, zazwyczaj GPS i czujniki inercyjne, zapewnia położenie we współrzędnych geograficznych, które są następnie wykorzystywane do lokalizacji pojazdu na mapie cyfrowej.
- ▶ Oprogramowanie nawigujące może być uznane za jądro systemu. Wykorzystuje algorytmy matematyczne, takie jak algorytm najkrótszej ścieżki Dijkstry, do obliczenia optymalnej trasy do miejsca docelowego.



Integralne systemy pojazdowe



Czujniki wspierające inteligentne systemy pojazdowe

HIGHWAY PILOT CONNECT
HPC

Video Link Camera
60° | Range 300 m (984 ft)

Short Range Radar Module
130° | Range 70 m (230 ft)

Stereo Multi Purpose Camera
45° | Range 100 m (328 ft)

Full Range Radar Module
18° | Range 250 m (820 ft)

Connectivity Electronic Controller Unit | Range 200 m (656 ft)



Czujniki wizyjne

Systemy wizyjne stosowane w motoryzacji można podzielić na następujące kategorie:

1. W zależności od rozwiązania technicznego

- czujniki sprzężonego ładunku (CCD),
- komplementarne czujniki półprzewodnikowe z tlenkiem metalu (CMOS),
- czujniki IR (z ang. infrared – podczerwień).

2. W zależności od liczby czujników i zastosowania

- pojedyncze czujniki,
- zestawy czujników, systemy stereowizyjne, 360°,
- kamery pełniące funkcje lusterek bocznych i wstecznych.



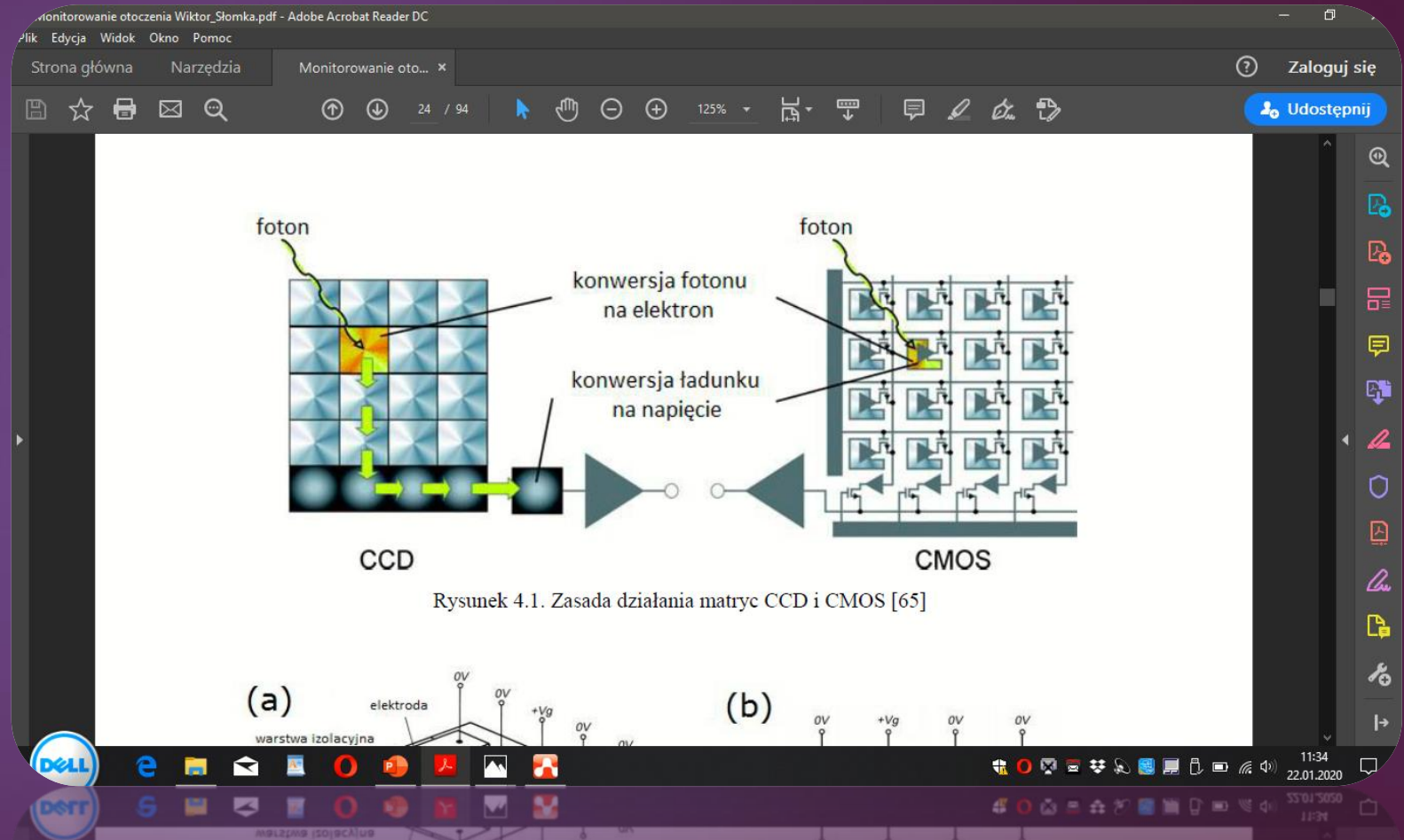
Czujniki wizyjne

System wizyjny CCD jest najczęstszym rodzajem czujnika obrazu.

Dzięki matrycy CCD światło jest rejestrowane za pomocą indywidualnych czujników – fotodiod. Fotony uderzające w czujnik są przekształcane na odpowiadające im ilościowo elektrony, które są przechowywane w poszczególnych położeniach czujników.

Ładunek ten jest mierzony i znika z rejestru transferu ładunku.

Po wyjściu z matrycy CCD jest on konwertowany na jego względną wartość cyfrową.

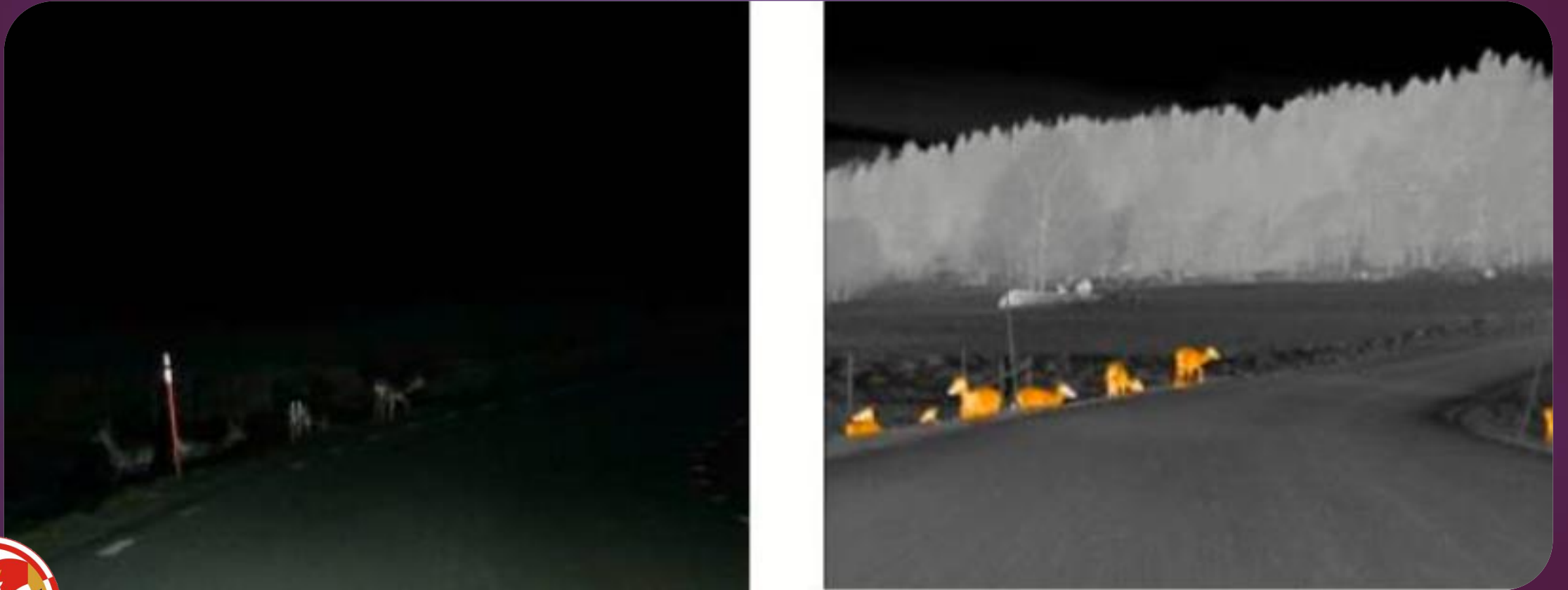


Rys. Zasada działania matryc CCD i CMOS



Czujniki wizyjne

Czujniki podczerwieni działają w oparciu o odbiór promieniowania podczerwonego. Obszar długości fali to podczerwień (NIR) o długości fali $0,7-2,5 \mu\text{m}$ i długa podczerwień (FIR) w zakresie około $8-12 \mu\text{m}$. Zaletą systemów FIR jest duży zasięg i możliwość wykrywania pieszych.

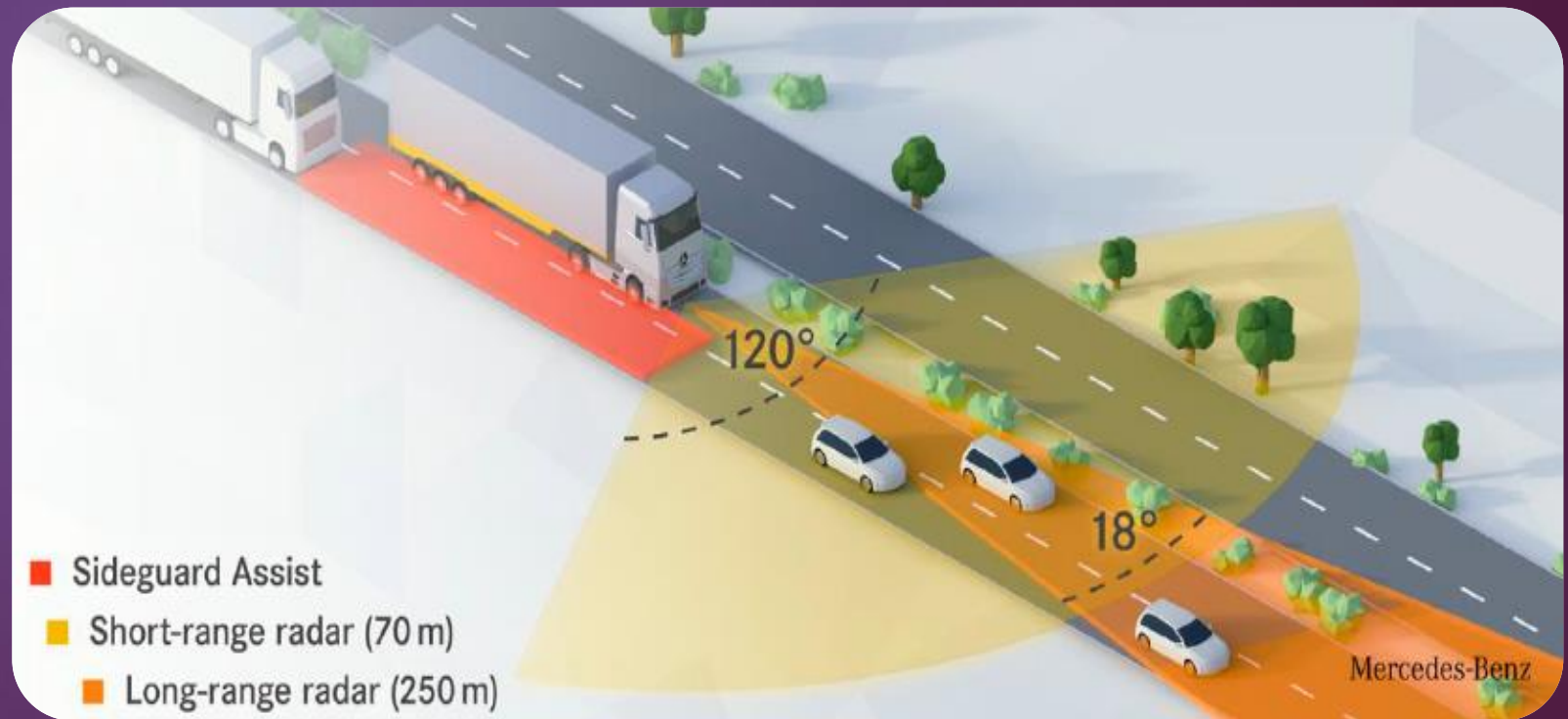


Rys. Po lewej obraz ze zwykłej kamery, po prawej obraz z kamery termowizyjnej



Radary

- ▶ Radar (Radio Detection And Ranging) jest urządzeniem służącym do wykrywania obiektów oraz określania odległości poprzez zastosowanie promieniowania mikrofalowego.
- ▶ Radary czynne wysyłają wiązkę mikrofal i odbierają sygnał odbity od obiektu. Radary bierne tylko odbierają promieniowanie wysyłane przez obiekt.
- ▶ Istnieją dwie główne kategorie czujników radarowych:
 - radary bliskiego zasięgu (SRR)
 - radary dalekiego zasięgu (LRR)



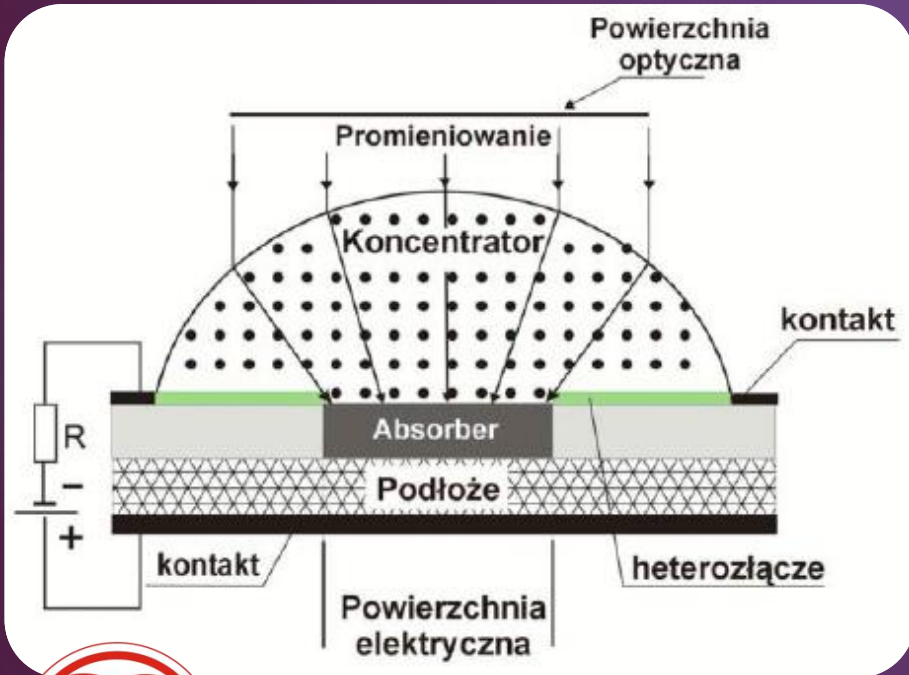
Rys. Wizualizacja zasięgu radarów bliskiego i dalekiego zasięgu



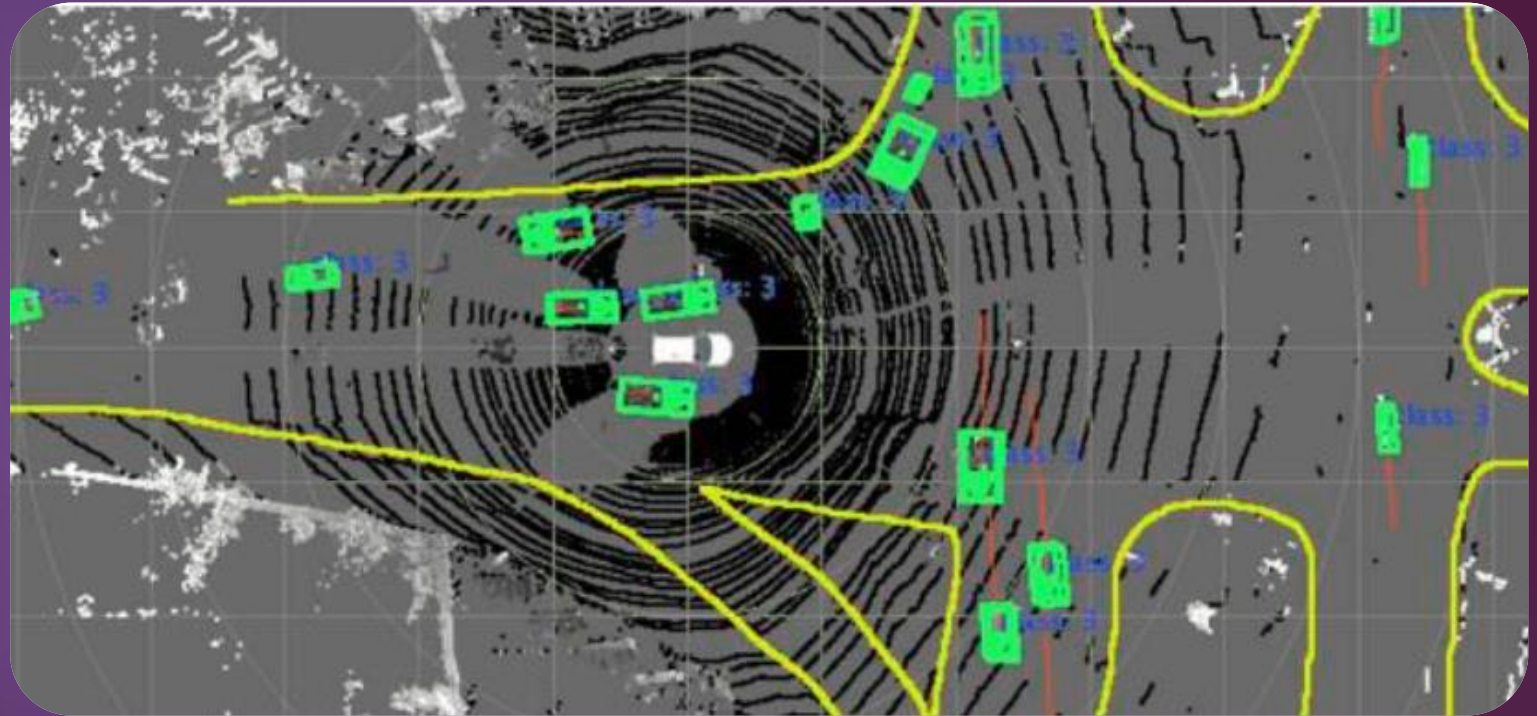
Lidary

Skannery laserowe (lidary) wykonują pomiary zgodnie z dwiema technikami:

- czasu przelotu (TOF)
- przesunięcia fazowego (PS).



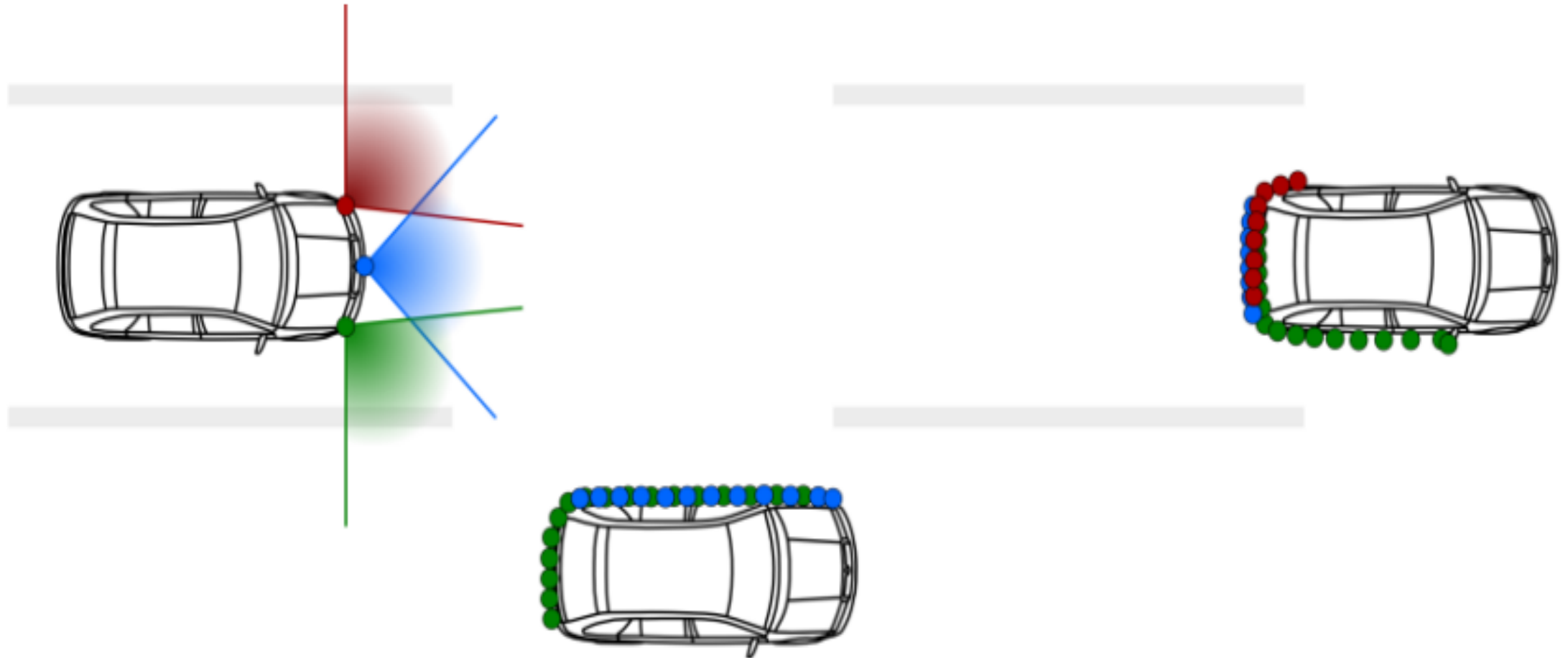
Rys. Model fotodiody



Rys. Wyniki śledzenia obiektów w oparciu o lidar: czarne punkty przedstawiają pomiary lidar w płaszczyźnie podłoża, a jaśniejsze punkty przeszkody znajdujące się powyżej. Wyśledzone pojazdy są rysowane jako zielone znaczniki. Dodano przybliżenie geometrii skrzyżowania (żółty)

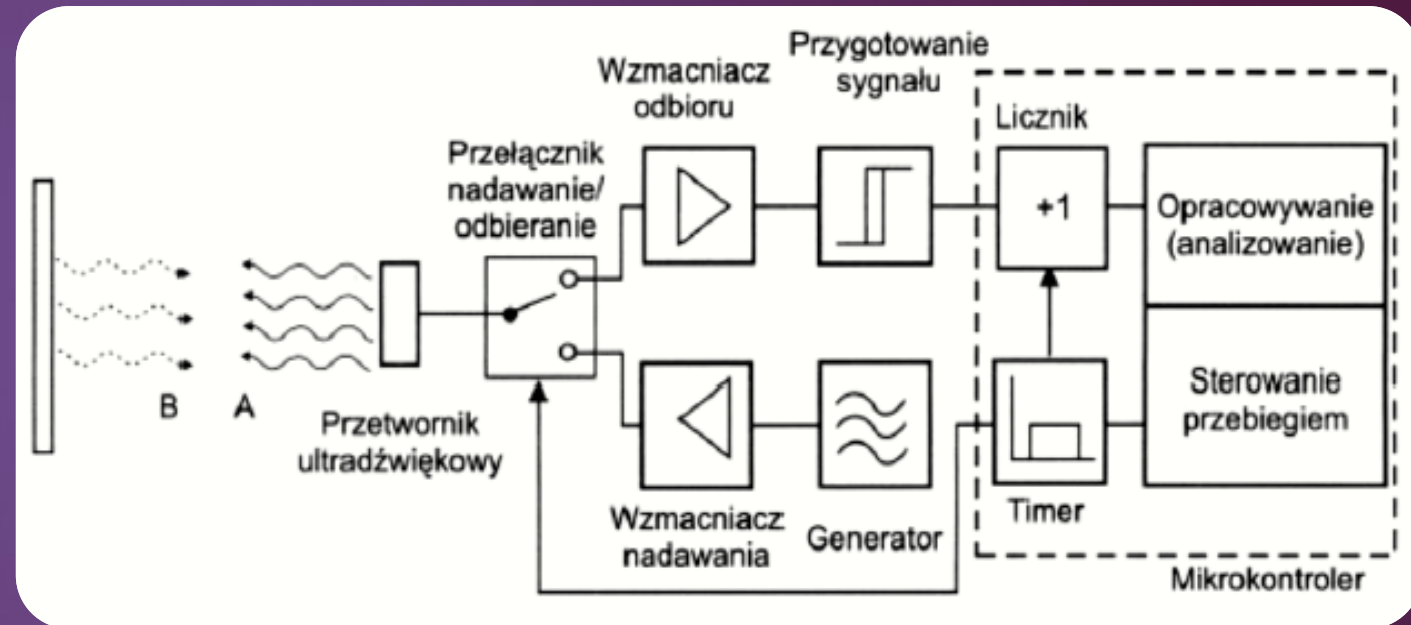


Lidary



Czujniki ultradźwiękowe

- ▶ Ultradźwięki rozchodzące się w postaci fal podłużnych są najczęściej wykorzystywane, ze względu na pobudzenie cząstek ośrodka do drgań o kierunku zgodnym z kierunkiem rozchodzenia się fali.
- ▶ Drgania o częstotliwości ultradźwiękowej w zakresie 20 kHz – 1 GHz są wytwarzane przy użyciu przetworników.
- ▶ Źródłem fal drgających jest zwykle element lub układ drgający, pobudzany do drgań poprzez działanie zmiennym polem magnetycznym, elektrycznym lub elektromagnetycznym.



Rys. Schemat czujnika ultradźwiękowego i układu przetwarzania sygnału: A – impuls nadawczy, B – impuls odbiorczy, odbity od przeszkody



Czujniki pozycjonowania

- ▶ Podstawową funkcją systemu nawigacji w pojeździe lądowym jest dokładne określenie pozycji pojazdu.

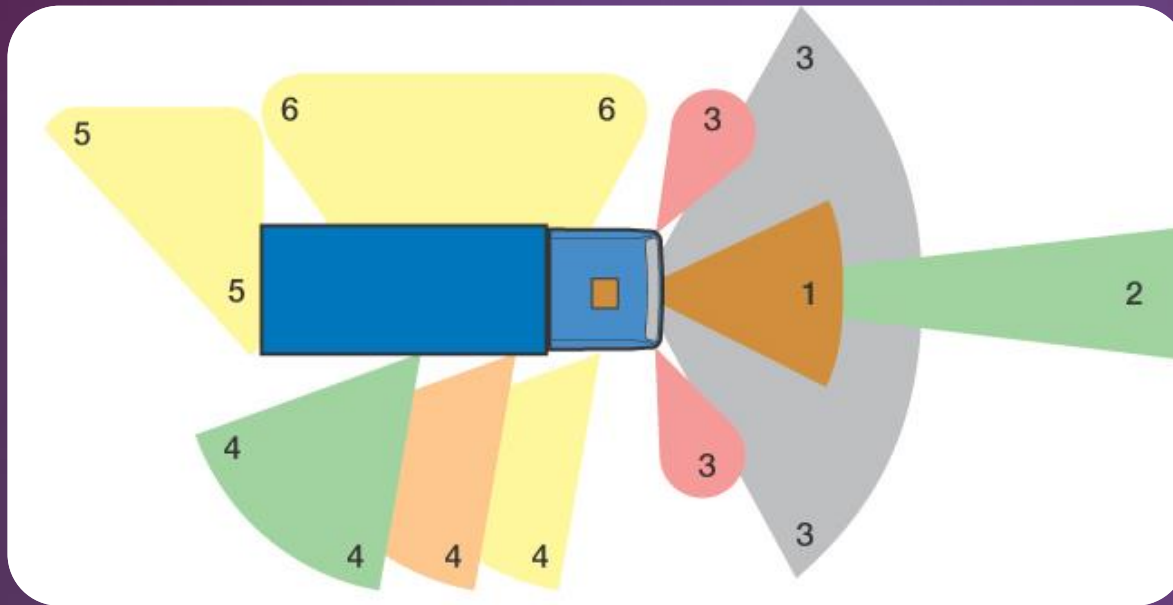


Rys. Funkcjonalny schemat systemu nawigacji pojazdów lądowych



Detekcja otoczenia wokół pojazdu

Odpowiednio zaprojektowane systemy elektroniczne dokonują oceny sygnałów otrzymywanych za pośrednictwem czujników i wykorzystują uzyskane w ten sposób informacje do podnoszenia komfortu pracy kierowcy lub zwiększania poziomu bezpieczeństwa aktywnego poprzez poprawę percepcji aktualnej sytuacji drogowej



Obszary detekcji otoczenia we współczesnych samochodach ciężarowych:

1 – detekcja zmiany pasa ruchu, kamera wideo (LGS); 2 – kontrola odległości od pojazdu poprzedzającego, radar (ACC); 3 – kontrola zbliżeniowa, czujniki ultradźwiękowe (zatrzymanie/ruszenie ACC); 4 – monitoring obszaru bocznego po stronie pasażera, czujniki ultradźwiękowe (tzw. asystent skrętu); 5 – monitoring tyłu pojazdu, kamera wideo i czujniki ultradźwiękowe; 6 – monitoring obszaru bocznego po stronie kierowcy, czujniki ultradźwiękowe; (© MAN Nutzfahrzeuge)



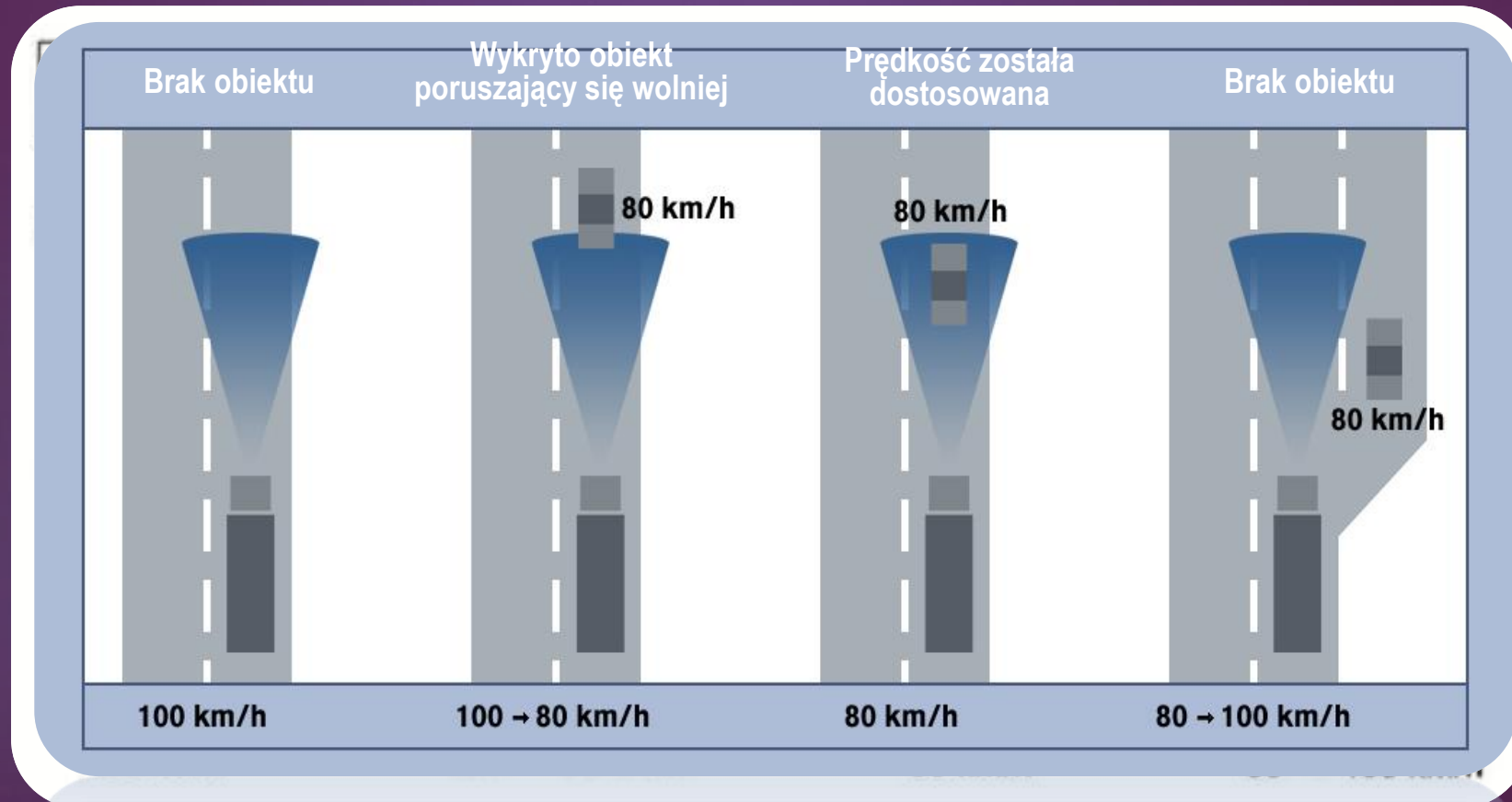
Główne obszary zastosowań czujników

1. Tempomat adaptacyjny
2. Systemy kontroli pasa ruchu
3. Unikanie kolizji
4. Asystent parkowania
5. Widok 3D, system 360°
6. Elektroniczne lusterka
7. Asystent skrętu



Tempomat adaptacyjny

- System adaptacyjnego tempomatu (ACC) jest rozszerzeniem standardowego układu tempomatu. Pojazd wyposażony w ACC ma radar lub inny czujnik, który mierzy odległość do poprzedzających pojazdów, biorących udział w ruchu drogowym.

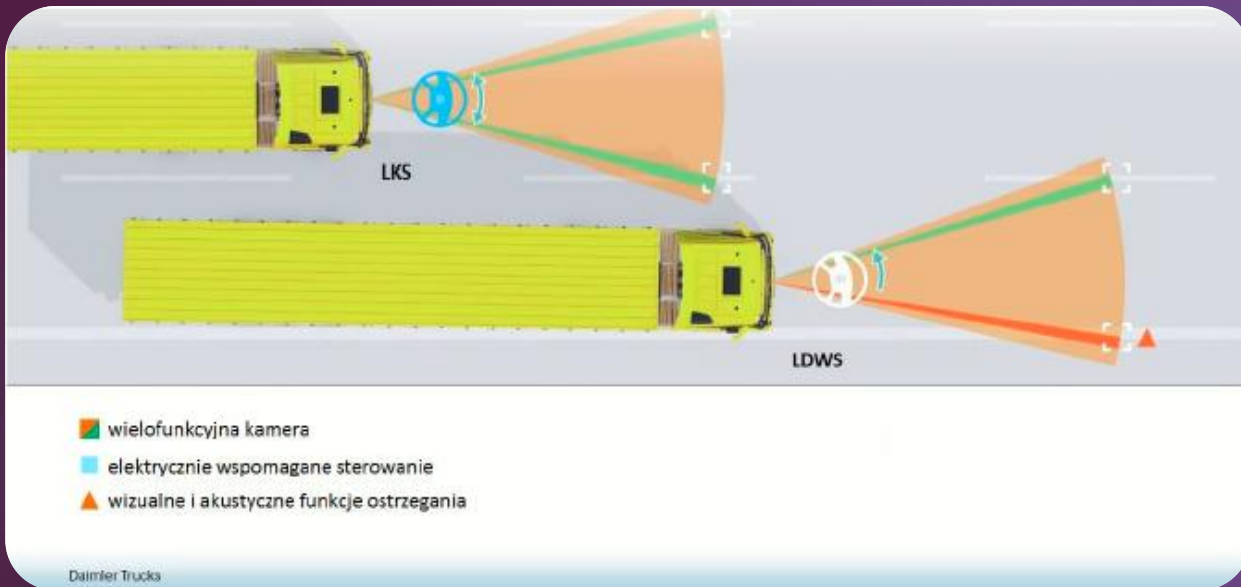


Tempomat adaptacyjny



Systemy kontroli pasa ruchu

1. System ostrzegania przed opuszczeniem pasa ruchu (LDWS)
2. System aktywnej kontroli pasa ruchu (LKS).



Rys. Różnice między systemami LKS i LDWS

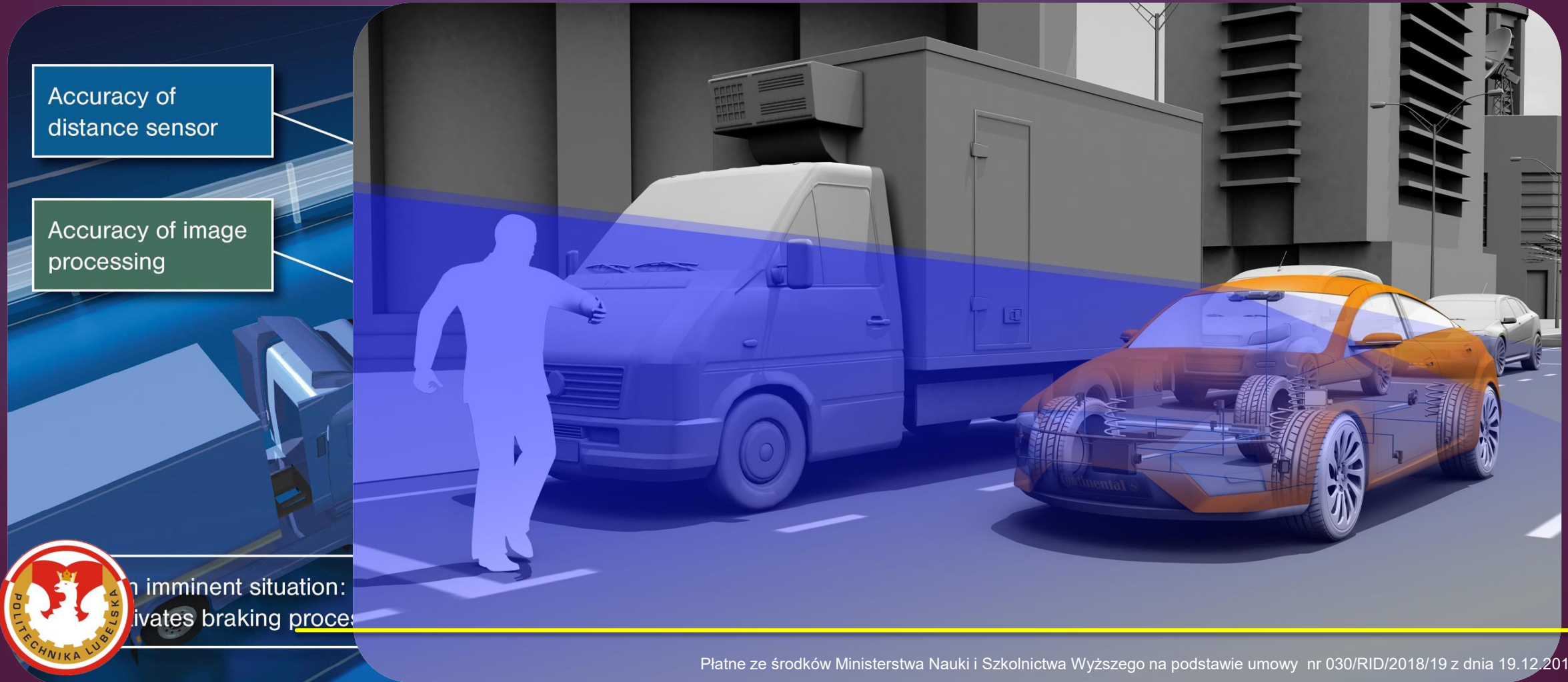


Unikanie kolizji

- ▶ Wykorzystanie danych z dwóch czujników: radarowych i kamery przedniej.
- ▶ Współpracującym systemem jest system wspomagania hamowania podczas nagłych sytuacji.

Accuracy of
distance sensor

Accuracy of image
processing

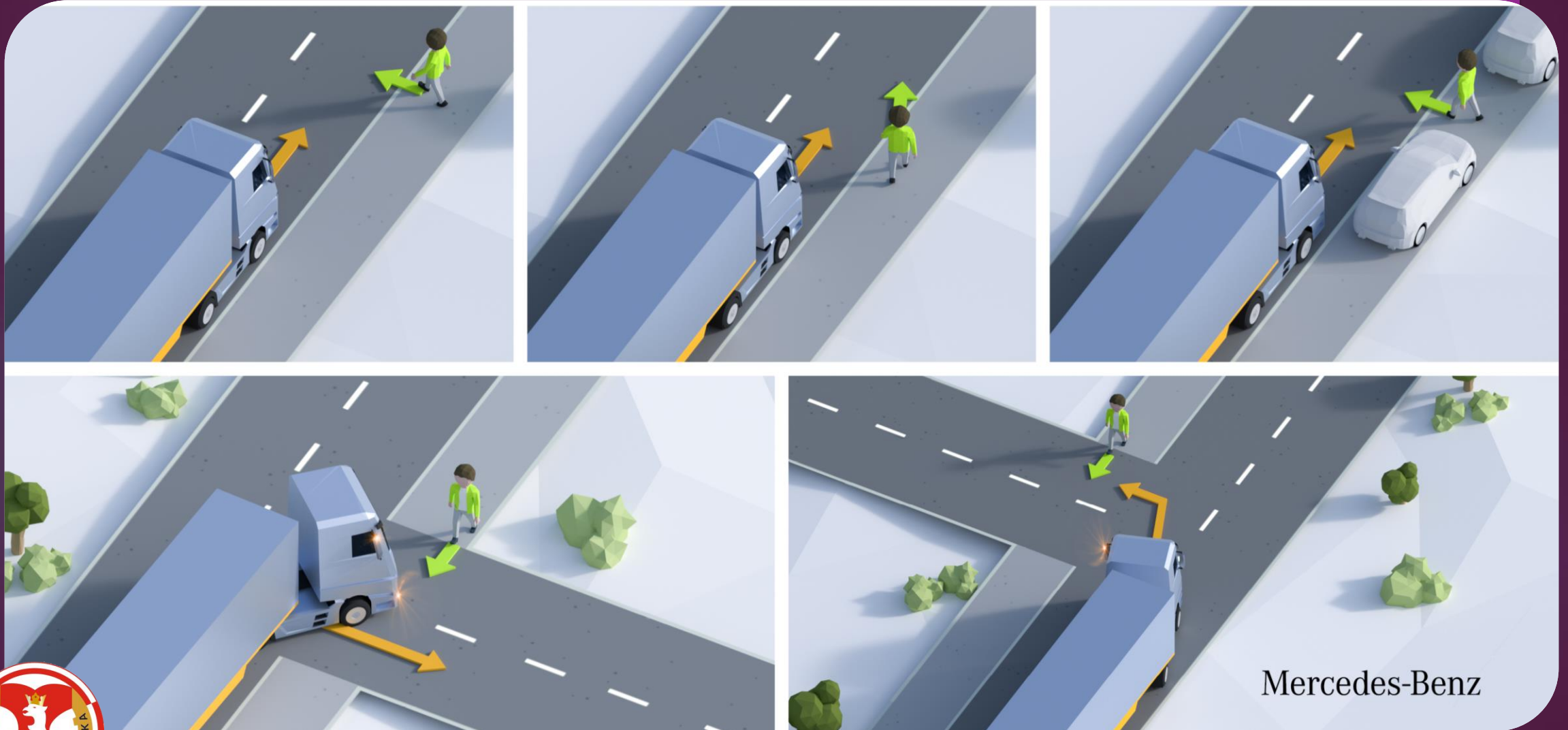


In imminent situation:
activates braking process

Unikanie kolizji



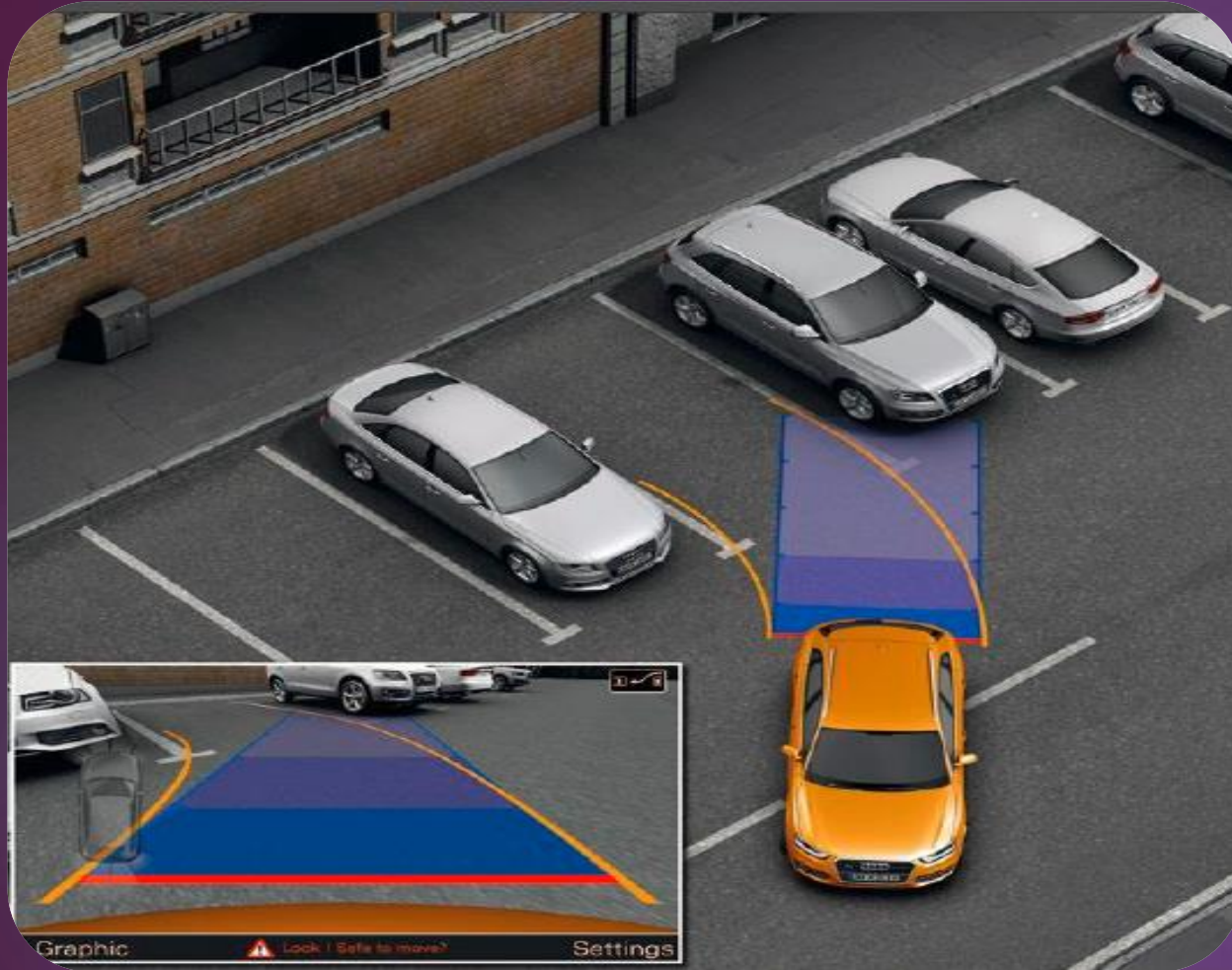
Unikanie kolizji



Mercedes-Benz



Asystent parkowania



Rys. Parkowanie pojazdu przy użyciu asystenta parkowania



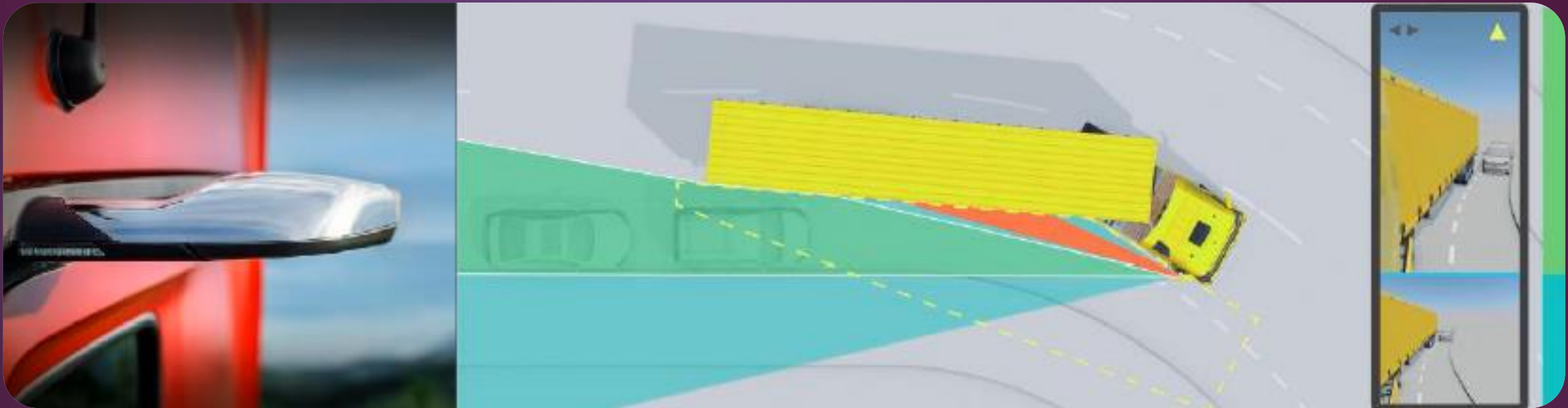
Wi

- ❖ Systemy
- wy
- wie
- ❖ O



Elektroniczne lusterka

- ❖ Zwiększają obszar widoczności wokół pojazdu, minimalizują martwe pole.
- ❖ Kamery mając małe wymiary, polepszają aerodynamikę pojazdu, co wiąże się ze zwiększeniem oszczędności paliwa.

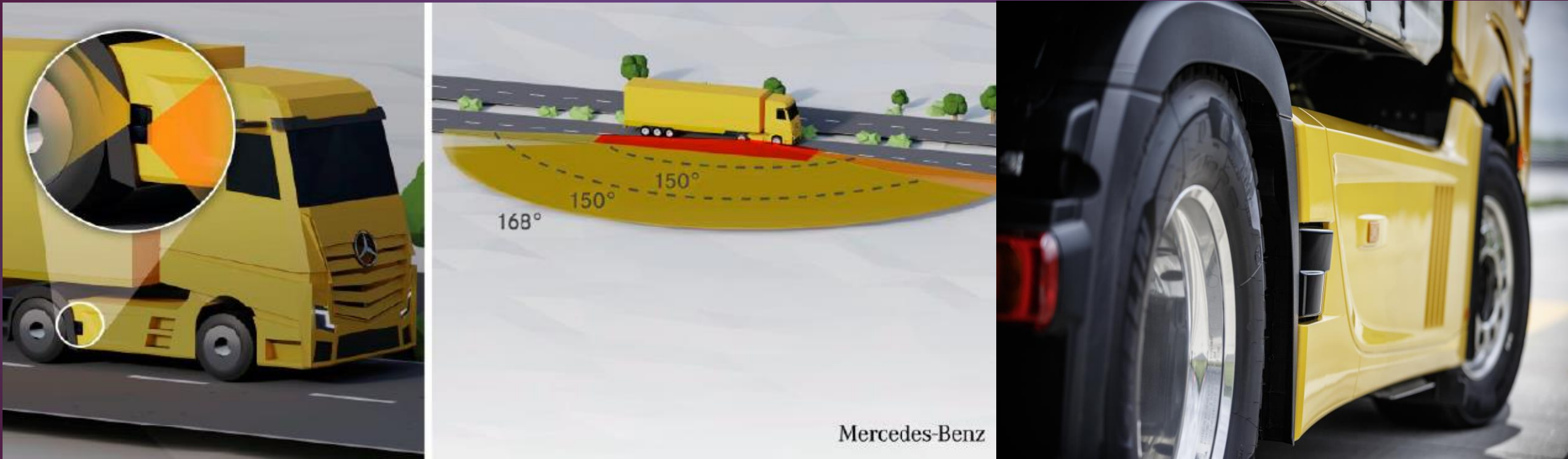


Rys. System MirrorCam w ciężarówce Mercedes-Benz i przykład działania kamery zamontowanej w miejscu lusterka bocznego (kolor zielony i niebieski to obszar działania systemu, kolor czerwony wskazuje obszar widzenia przy użyciu konwencjonalnego lusterka, pole zaznaczone linią przerywaną to obszar działania asystenta kierowcy wyświetlającego ostrzeżenia)



Asystent skrętu

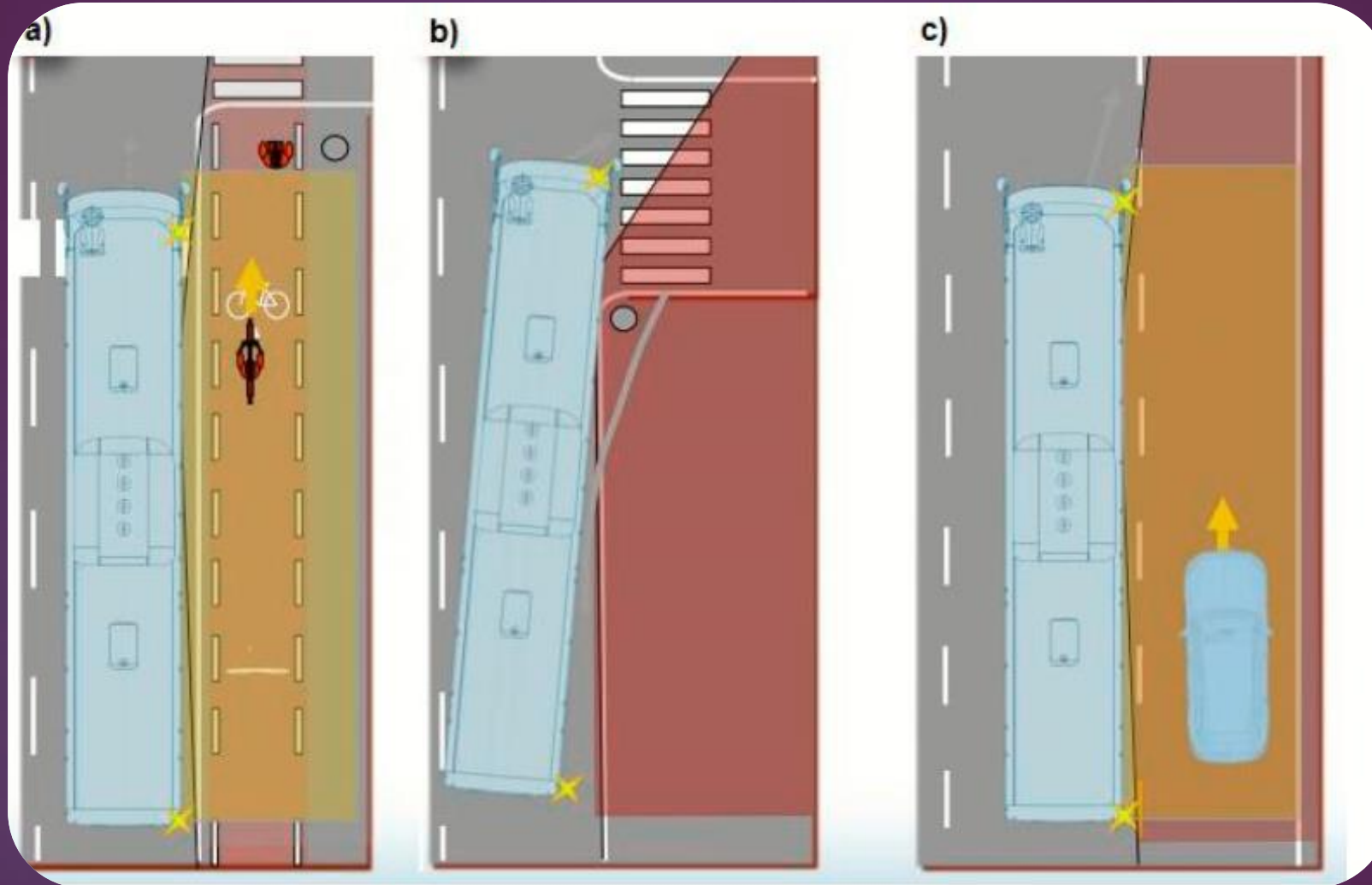
Asystent skrętu monitoruje cały ciąg pojazdu (wraz z naczepą) po stronie pasażera oraz wykrywa obiekty stacjonarne i ruchome (piesi, rowerzyści, przeszkody).



Rys. Przykład działania asystenta skrętu (obszar czerwony – strefa ostrzeżeń, obszar żółty – strefa rozpoznania)



Asystent skrętu



Rys. Obszar działania asystenta skrętu podczas skrętu w prawo (a, b) oraz zmiany pasa ruchu (c)



Bibliografia

1. Bril J., Łukasik Z.: Czujniki stosowane w pojazdach samochodowych – podział i rodzaje. TTS Technika Transportu Szynowego, 2012, nr 9, s. 61-72.
2. Foeman-Logan S., Lazik C.: Intelligent Driving Experience Actros. The New Actros delivers: Product Highlights. Mercedes-Benz, 2018.
3. Gajek A., Juda Z.: Czujniki. Mechatronika samochodowa. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2011.
4. Ors A. O.: Choosing the Optimum Mix of Sensors for Driver Assistance and Autonomous Vehicles. NXP Semiconductors, 2017.
5. Surblys V., Ślaski G., Pikosz H.: Wykorzystanie czujników laserowych wysokości do estymacji profilu nierówności drogi. Archiwum Motoryzacji, 2018, nr 1, s. 95-106.
6. Vukotich A. i in.: Driver assistance systems. ATZextra worldwide, lipiec 2011, s. 86-95.
7. Los sensores CMOS y el efecto rolling shutter, 19.02.2018,
<https://fotografiadslr.wordpress.com/2018/02/19/los-sensores-cmos-y-el-efecto-rolling-shutter/>, 16.01.2019.
8. Strona internetowa firmy Daimler,
<https://www.daimler.com/products/trucks/mercedes-benz/emergency-brake-assist-system.html>, 16.01.2019.
9. PB Farradyne: Vehicle Infrastructure Integration (VII). USDOT, 2005.
10. Schumacher P.: Daimler Buses Safety. Hanower 2018.
11. Luettel T., Himmelsbach M., Wuensche H. J.: Autonomous Ground Vehicles—Concepts and a Path to the Future. Proceedings of the IEEE, maj 2012, s. 1831-1839.
12. Eskandarian A.: Handbook of Intelligent Vehicles. Springer, Londyn 2012.



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ !!!

CZUJNIKI WYKORZYSTYWANE DO KONTROLI OTOCZENIA W POJAZDACH AUTONOMICZNYCH

POLITECHNIKA LUBELSKA
Katedra Transportu, Silników Spalinowych i Ekologii
dr inż. Joanna Rymarz

Projekt „Politechnika Lubelska – Regionalna Inicjatywa Doskonałości”
– finansowany ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego



Ministerstwo
Nauki
i Szkolnictwa
Wyższego

