



Wojskowa
Akademia
Techniczna



CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU
I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH



KONFERENCJA POD HONOROWYM PATRONATEM:

II KONFERENCJA

Rector – Commander WAT
gen. bryg. prof. dr. hab. inż. Przemysław WACHULAKA



Ministerstwo
Obrony Narodowej



Ministerstwo Rodziny,
Pracy i Polityki Społecznej



Ministerstwo Funduszy
i Polityki Regionalnej



Mobilność osób o szczególnych potrzebach

WSPÓŁORGANIZATORZY KONFERENCJI



Państwowy Fundusz
Rehabilitacji Osób
Niepełnosprawnych



21-22 października 2025 r.
WARSZAWA



Wojskowa
Akademia
Techniczna



CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU
I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH

65^{lat}



Rola automatyki w mobilności osób o szczególnych potrzebach

Dariusz ŻARDECKI, dr hab. prof. WAT

Wojskowa Akademia Techniczna

II KONFERENCJA



Mobilność
osób o szczególnych
potrzebach

Warszawa, 21-22 października, 2025 r.



Automatyka odgrywa bardzo ważną rolę we wspomaganiu mobilności osób o szczególnych potrzebach – osób niepełnosprawnych, czy też w podeszłym wieku.

II KONFERENCJA



Mobilność
osób o szczególnych
potrzebach



Automatyka odgrywa bardzo ważną rolę we wspomaganiu mobilności osób o szczególnych potrzebach – osób niepełnosprawnych, czy też w podeszłym wieku.

Wybrane publikacje dot. roli automatyki w mobilności osób o szczególnych potrzebach:

Gajewski J Ed.: *E-mobilność: wizje i scenariusze rozwoju*. Opracowanie zbiorowe Sopot 2017, ISBN 978-83-945091-2-5.

Mikołajewska E. Mikołajewski D.: *Automatyzacja wózków dla niepełnosprawnych*. „Acta Bio-Optica et Informatica Medica”, 1/2010.

Mikołajewska E. Mikołajewski D.: *Wybrane rozwiązania automatyki i robotyki w wózkach dla niepełnosprawnych*. „Postępy Rehabilitacji”, 1/2011.

Mikołajewska E. Mikołajewski D.: *Możliwości automatyzacji i robotyzacji otoczenia osoby niepełnosprawnej*. „Niepełnosprawność – zagadnienia, problemy, rozwiązania”, II/2013 (7).

Stasiak-Cieślak B., Szczepański T., Ślęzak M., Skarbek-Żabkin A. Malawko P. (ITS): *Pojazdy autonomiczne jako ułatwienie mobilności kierowców z niepełnosprawnością*. „Niepełnosprawność – zagadnienia, problemy, rozwiązania”, II/2018 (27).

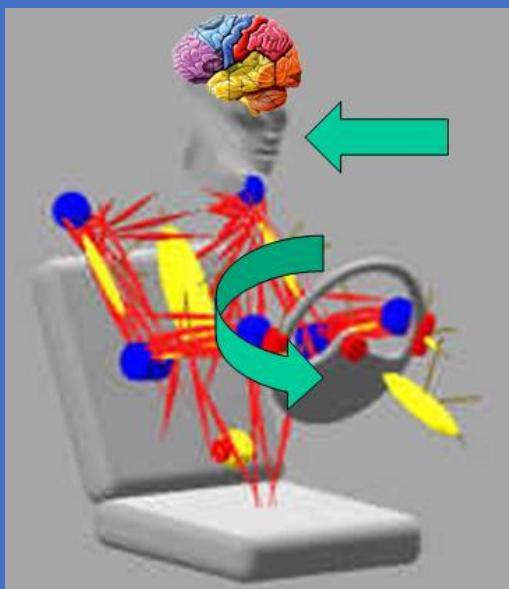
Ucińska M., Stasiak-Cieślak B.: „*Testy funkcjonalne*” jako element określenia możliwości kierowania pojazdem przez osoby z niepełnosprawnościami. „Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe”, 2017, Nr 12.

Zysińska M.: *Bezpieczeństwo Adaptacji Pojazdów w Projekcie pn. Kompleksowy System Wsparcia Mobilności Osób Niepełnosprawnych Ruchowo w Oparciu o Auto Mobility Center*. „Bezpieczeństwo Ruchu Drogowego”, 2014, Nr 2.

II KONFERENCJA



Mobilność
osób o szczególnych
potrzebach



Automatyka odgrywa bardzo ważną rolę we wspomaganiu mobilności osób o szczególnych potrzebach – osób niepełnosprawnych, czy też w podeszłym wieku.

W referacie naszą uwagę skoncentrujemy na obszarze dotyczącym automatyki wspomagającej kierowców.

Zauważmy, że wśród kierowców występują także osoby niepełnosprawne, czy też w podeszłym wieku, dla których prowadzenie samochodu to jedna z fundamentalnych aktywności życiowych.



PLAN PREZENTACJI

- Problemy kierowania samochodem
- Automatyka kierowania samochodem
- Prace własne

II KONFERENCJA



Mobilność
osób o szczególnych
potrzebach



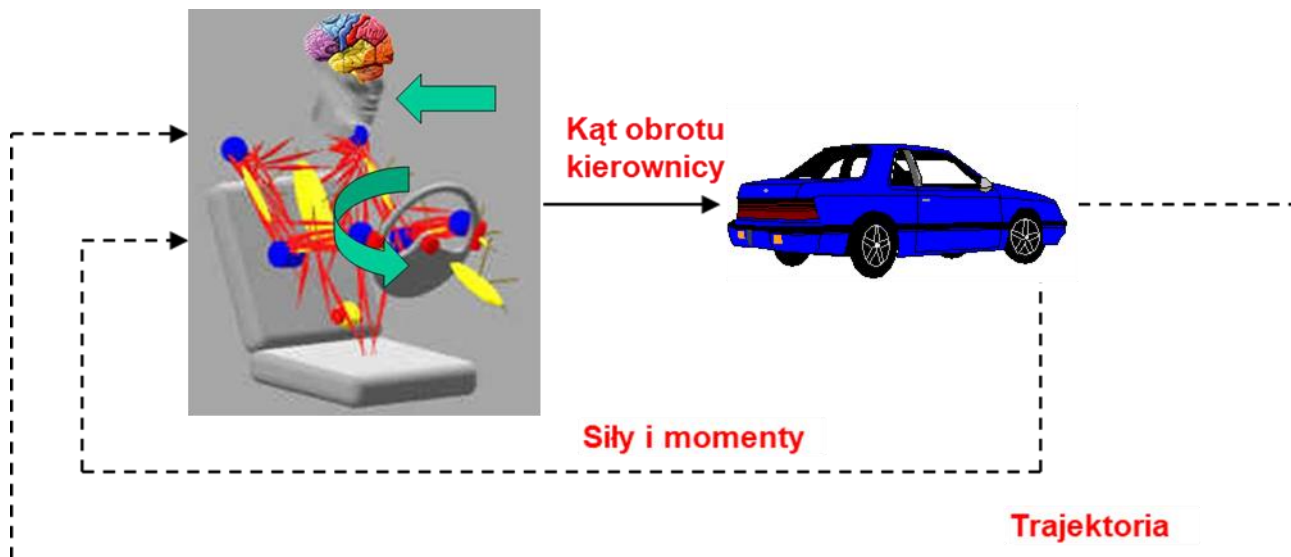
PLAN PREZENTACJI

- Problemy kierowania samochodem
- Automatyka kierowania samochodem
- Prace własne

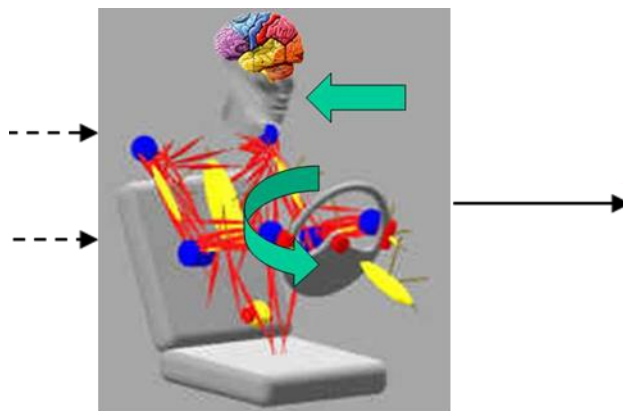
II KONFERENCJA



Mobilność
osób o szczególnych
potrzebach



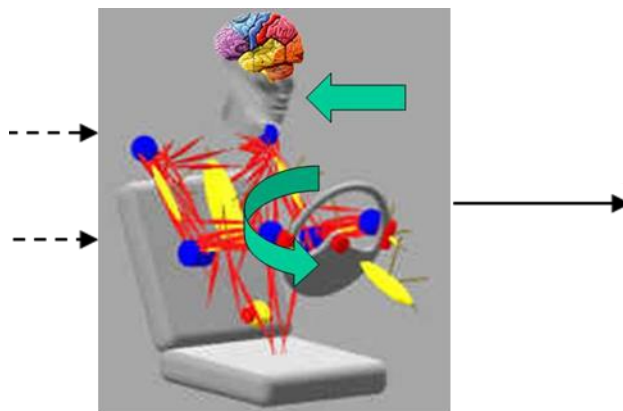
Układ Kierowca - Pojazd - Droga



Kierowanie pojazdem w procesie:

- informacja
 - ocena sytuacji
 - działanie sterujące



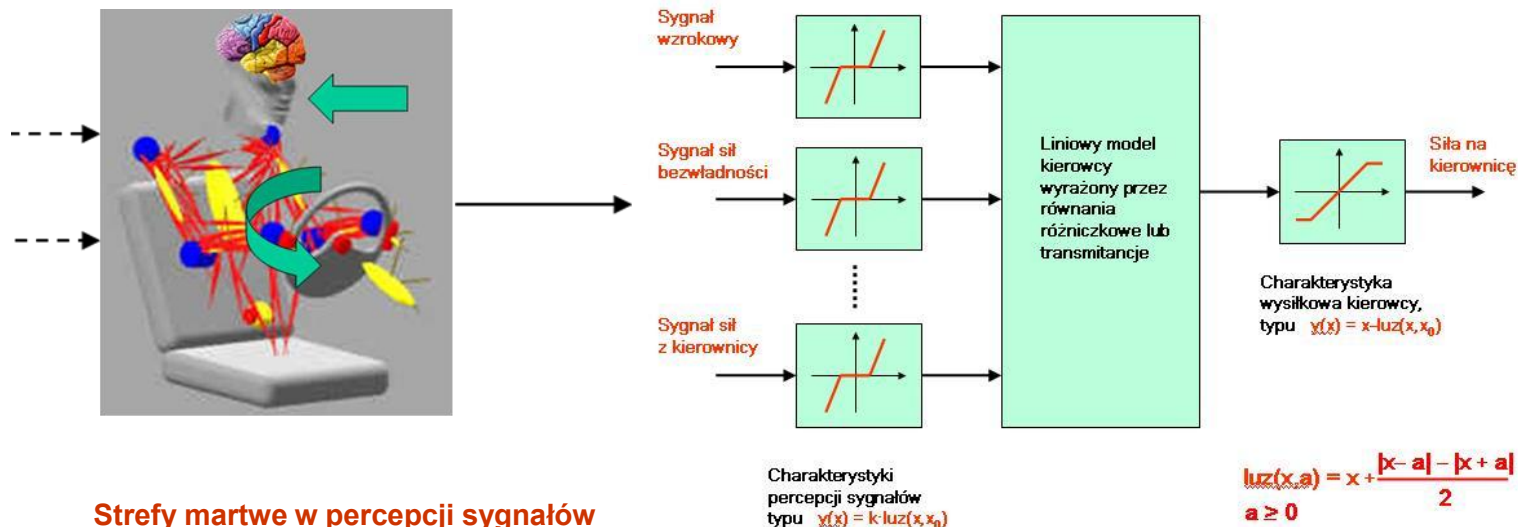


Kierowanie pojazdem w procesie:

- informacja
 - ocena sytuacji
 - działanie sterujące

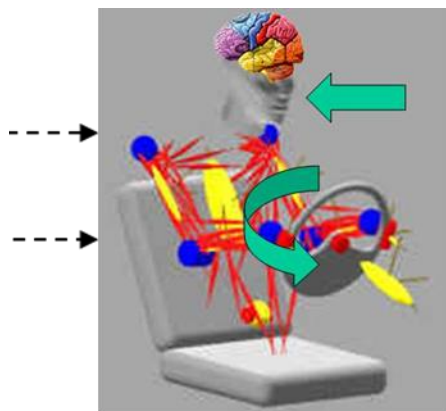
- **Standardowe kierowanie pojazdem** dokonuje się poprzez działania regulacyjne w układzie zamkniętym. Kierowca odbiera informacje o zadanej trajektorii (sygnały wzrokowe), informacje o faktycznym stanie ruchu pojazdu i jego podzespołach (sygnały wzrokowe, bodźce siłowe wywołane bezwładnością ciała, moment na kierownicy, sygnały akustyczne) przetwarza je w mózgu i na tej podstawie generuje poprzez układ neuromuskularny działania sterujące, których efektem jest przyłożenie siły do kierownicy i jej odpowiedni obrót.
- **W szczególnej sytuacji**, gdy sterowanie kierownicą nie wystarcza, kierowca uruchamia inne układy sterujące, zmniejszając przy tym prędkość pojazdu.
- **W ekstremalnych sytuacjach** wyczynowy kierowca prowadzi pojazd uruchamiając odruchowo wyuczone procedury sterowania wszystkimi mechanizmami (układ otwarty)

Schemat blokowy modelu kierowcy

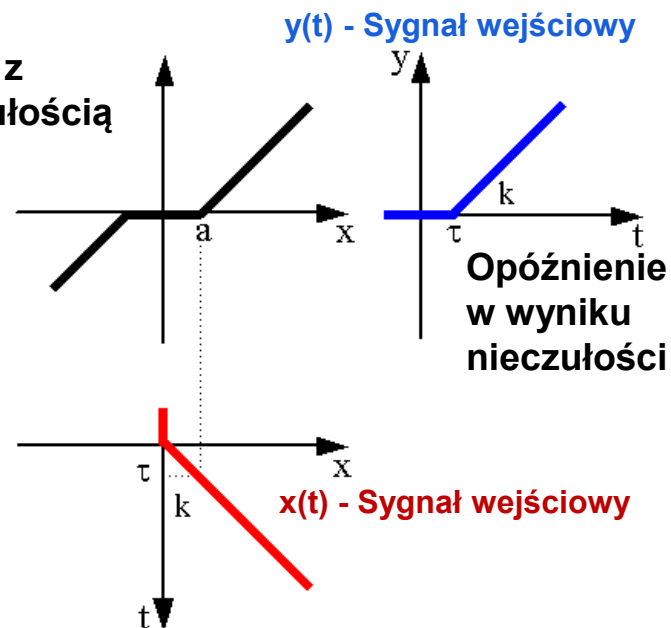


Strefy martwe w percepcji sygnałów (wg. MacAdama)

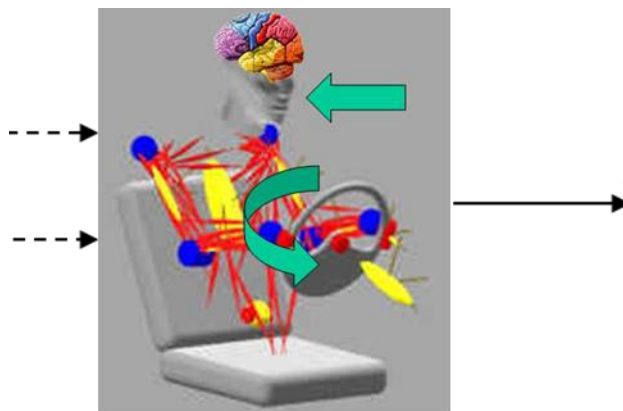
- Przyspieszenie liniowe = $\sim 0.05 \text{ m/s}^2$
- Przyspieszenie kątowe = $\sim 0.1 \text{ deg/s}^2$
- Bodziec siły odczuwany dotykowo $\sim 350 \text{ mg}$
- Bodźce wzrokowe = ? (!)



Ch-ka z
nieczułością



Efekt opóźnienia w wyniku nieczułości

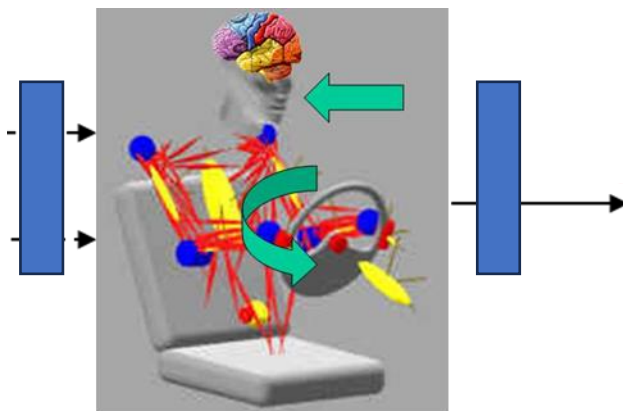


Kierowca - układ nieliniowy

Na wejściu człony z nieczułością (powodują opóźnienie reakcji)

Na wyjściu człony z nasyceniem (powodują za słabą reakcję)

Te negatywne dla sterowania czynniki pogłębiają się z wiekiem !!!



Potrzeba automatycznych
układów wspomagających,
a nawet automatycznego
kierowcy !!!

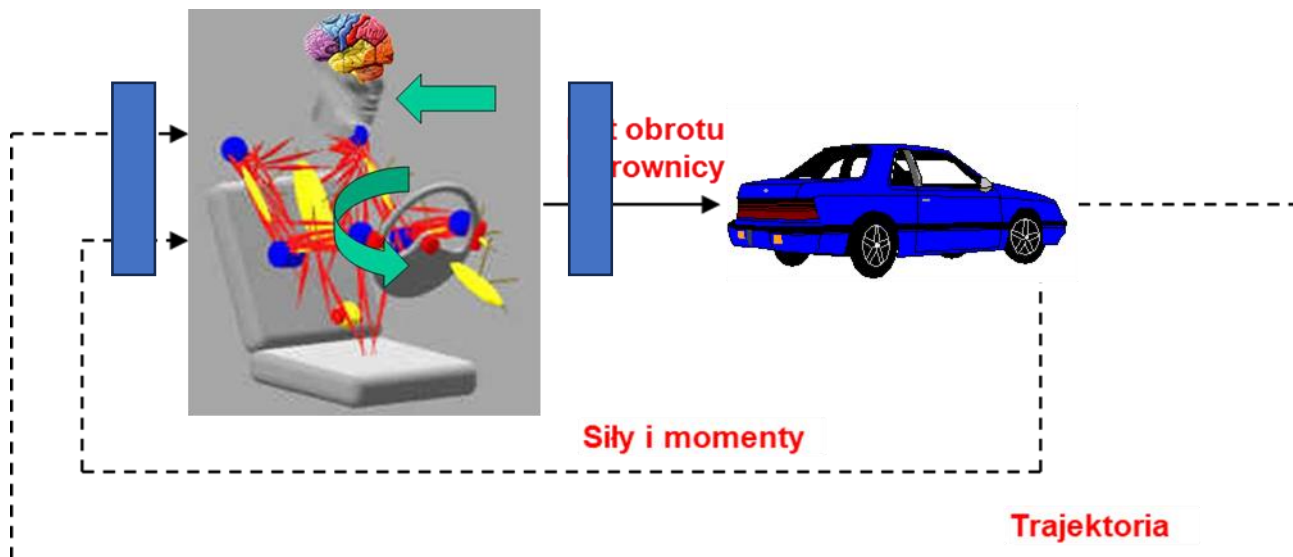


Kierowca - układ nieliniowy

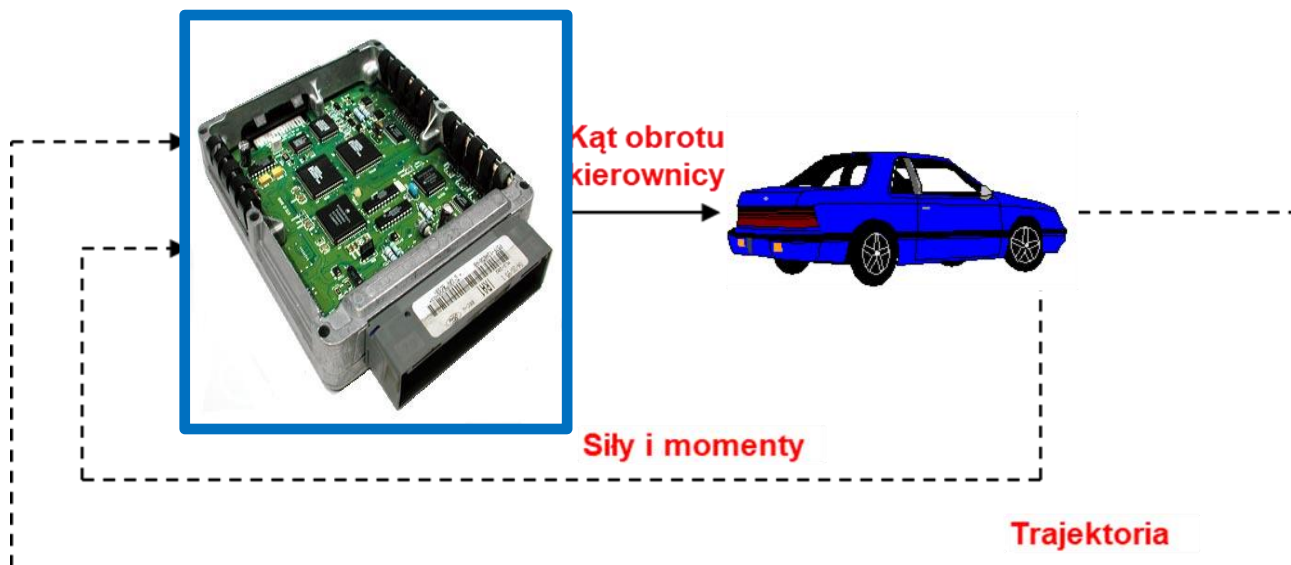
Na wejściu **człony z nieczułością** (powodują opóźnienie reakcji)

Na wyjściu **człony z nasyceniem** (powodują za słabą reakcję)

Te negatywne dla sterowania czynniki pogłębiają się z wiekiem !!!



Układ Kierowca - Pojazd - Droga (z automatycznym wspomaganiem kierowcy)



Układ Pojazd autonomiczny - Droga (z automatycznym kierowcą)



PLAN PREZENTACJI

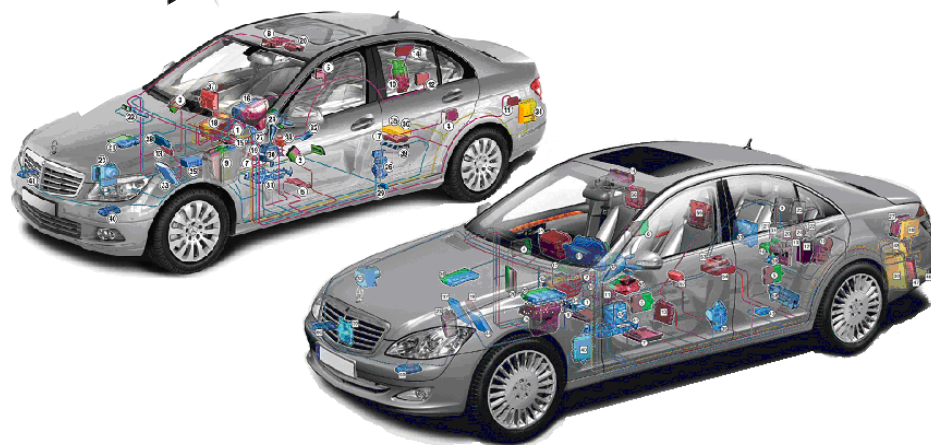
- Problemy kierowania samochodem
- Automatyka kierowania samochodem
- Prace własne

II KONFERENCJA



Mobilność
osób o szczególnych
potrzebach

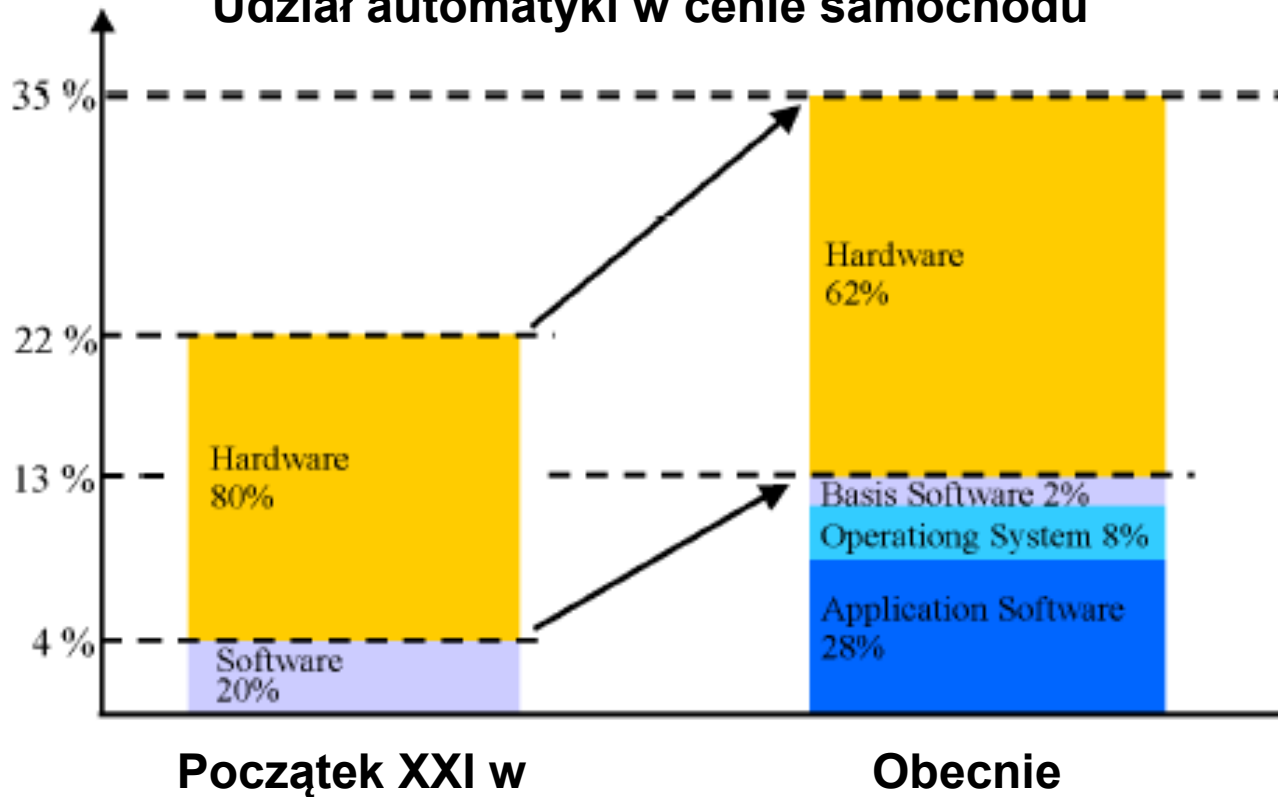
1976 ABS - Antilock Brake System
1986 TPM - Tire Pressure Monitoring
CAN - Controller Area Network
1987 4WS - 4 Wheel Steering
ETS - Electronic Throttle Control
ASR, TCS - Traction Control System
1989 ACT - Adaptive Control of Transmission
1992 ESP, ESC - Electronic Stability Control
1993 EPS - Electric Power Steering
1999 ACC - Adaptive Cruise Control (Digital)
2000 LAS - Lane Assist System
2002 EPB - Electric Parking Brake
2003 PAS - Park Assist System
2004 AFS - Active Front Steering
2020 *Brake-by-Wire*
Steer-by-Wire



„Cyfrowy” samochód ?



Udział automatyki w cenie samochodu



VW Phaeton:

- 11.136 electrical parts in total

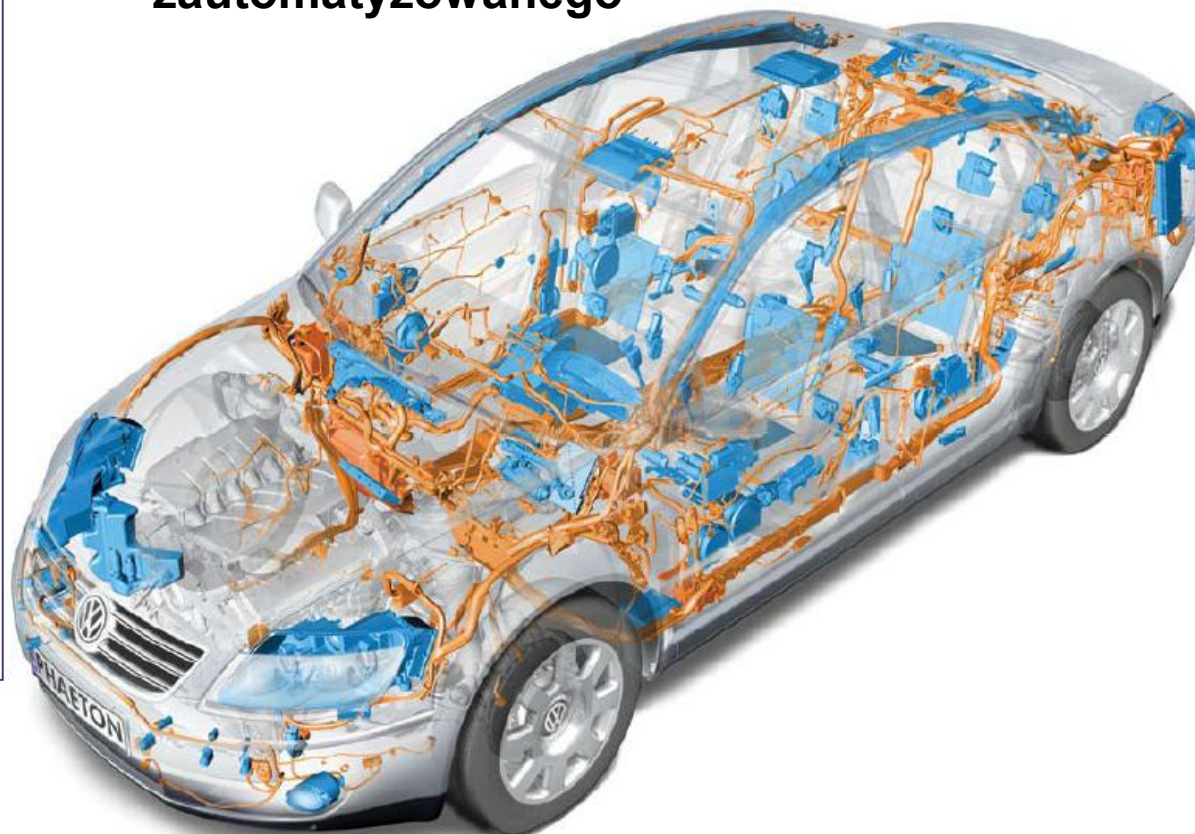
communication:

- **61 ECUs** in total
- external diagnosis for 31 ECUs via serial communication
- optical bus for high bandwidth Infotainment-data
- **sub-networks** based on proprietary serial bus
- **35 ECUs** connected by **3 CAN-busses**

sharing

- appr. 2500 signals
- in 250 CAN messages

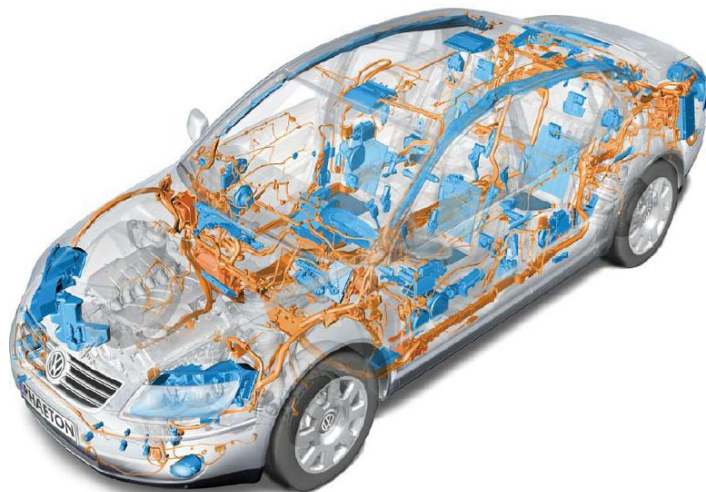
Przykład samochodu wysoce zautomatyzowanego



**W sprzedaży w 2026 r.
w cenie ok. 30000 \$**

Samochód autonomiczny Tesla Cybercab





Czy algorytmy sterowania w systemach automatyki samochodowej uwzględniają niedoskonałości elementów (np. nieczułości w ich charakterystykach)?





PLAN PREZENTACJI

- Problemy kierowania samochodem
- Automatyka kierowania samochodem
- Prace własne

II KONFERENCJA

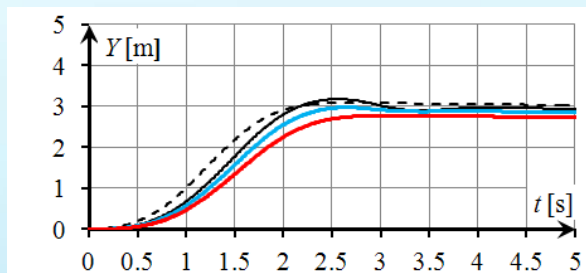


Mobilność
osób o szczególnych
potrzebach

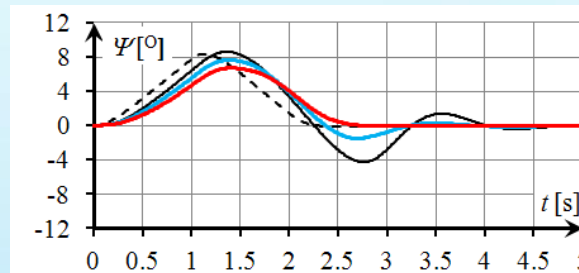
W ramach badań nad sterowaniem w pojazdach autonomicznych podjęto m.in. **analizy wrażliwości algorytmów na występowanie pomijanych w projekcie nieczułości i innych negatywnych czynników (np. zakłóceń pomiarowych, inercji)**. (analogia do analizy działania kierowcy z uwzględnieniem jego pogłębiających się niedoskonałości)

Analizy oparto na symulacjach komputerowych, porównując wyniki testów w warunkach „doskonałych” (zakładanych w projekcie), z wynikami odnoszącymi się do testów w warunkach „realnych” (z nieczułościami, zakłóceniami i inercjami).

Wyniki przykładowe dotyczące symulacji automatycznie realizowanego procesu zmiany pasa ruchu przy różnych wartościach strefy nieczułości elementu wykonawczego w sterowniku:



Przebiegi przemieszczenia bocznego pojazdu



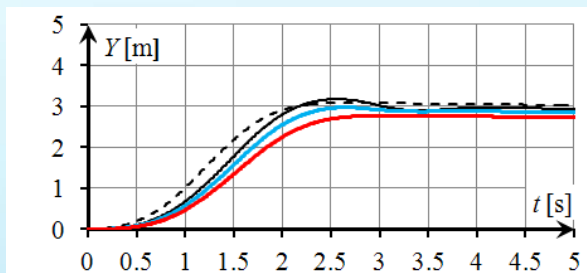
Przebiegi kąta odchylenia pojazdu

Przebiegi różnią się, ale w pewnym zakresie (zakres dopuszczalny nieczułości) zachowana jest stabilność systemu. Owa **niewielka wrażliwość została tu zapewniona dzięki odpowiedniemu projektowi algorytmu automatycznego sterowania**.

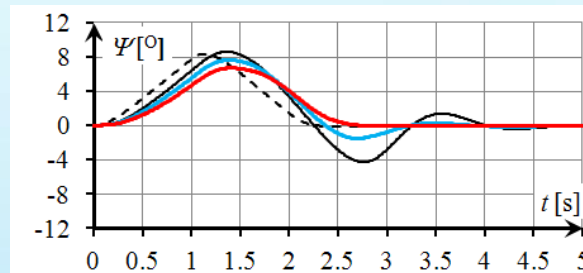
W ramach badań nad sterowaniem w pojazdach autonomicznych podjęto m.in. **analizy wrażliwości algorytmów na występowanie pomijanych w projekcie nieczułości i innych negatywnych czynników (np. zakłóceń pomiarowych, inercji)**. (analogia do analizy działania kierowcy z uwzględnieniem jego pogłębiających się niedoskonałości)

Analizy oparto na symulacjach komputerowych, porównując wyniki testów w warunkach „doskonałych” (zakładanych w projekcie), z wynikami odnoszącymi się do testów w warunkach „realnych” (z nieczułościami, zakłóceniami i inercjami).

Wyniki przykładowe dotyczące symulacji automatycznie realizowanego procesu zmiany pasa ruchu przy różnych wartościach strefy nieczułości elementu wykonawczego w sterowniku:



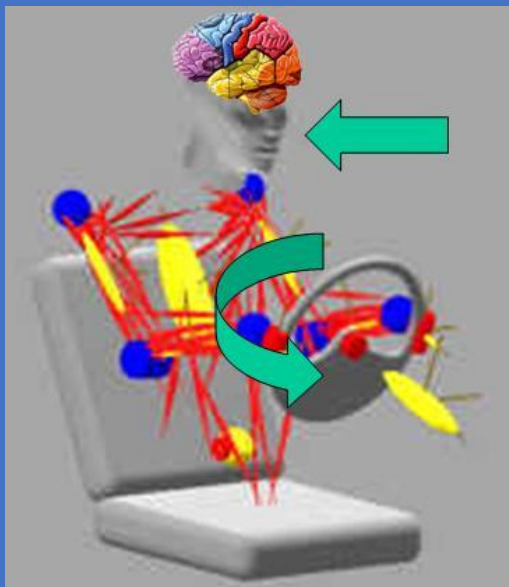
Przebiegi przemieszczenia bocznego pojazdu



Przebiegi kąta odchylenia pojazdu

Przebiegi różnią się, ale w pewnym zakresie (zakres dopuszczalny nieczułości) zachowana jest stabilność systemu. Owa **niewielka wrażliwość została tu zapewniona dzięki odpowiedniemu projektowi algorytmu automatycznego sterowania**.

To wskazuje (przez analogie) **możliwość takiego kształtowania automatyki, aby użytkownicy samochodów mogli cieszyć się długo z przyjemności bezpiecznego kierowania !!!**



Dziękuję za uwagę

II KONFERENCJA



Mobilność
osób o szczególnych
potrzebach

Warszawa, 21-22 października, 2025 r.