



## Diplomová práce

# Simulátor vozidla

Petr Beneš

vedoucí diplomové práce: Ing. Zbyněk Šika, Ph.D.  
konzultant: Prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.

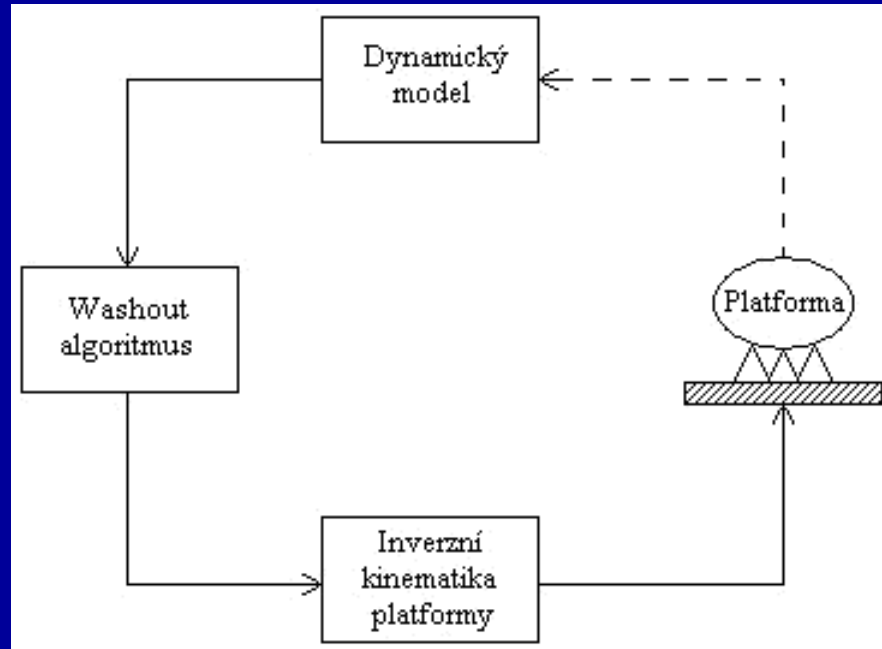
# Simulátory vozidel



- Simulátory pohyblivé x nepohyblivé
- Omezený pracovní prostor



# Úvod



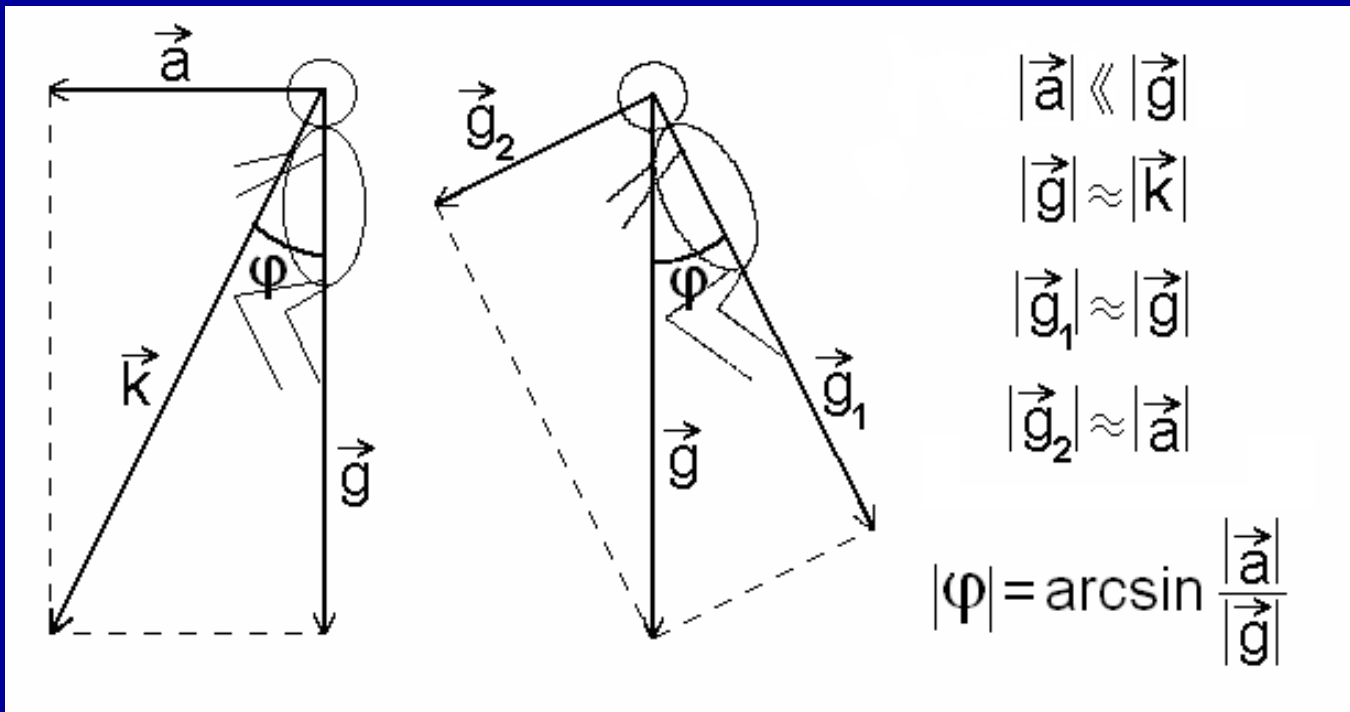
- Washout algoritmus
- On-line a off-line režim provozu



# Cíl a úkoly

- Sestavení modelu simulátoru
  - Návrh různých typů washout algoritmů
  - Vytvoření simulačních modelů
  - Provedení experimentů s modely pro off-line i on-line režim provozu
  - Porovnání a vyhodnocení výsledků

# Základní princip



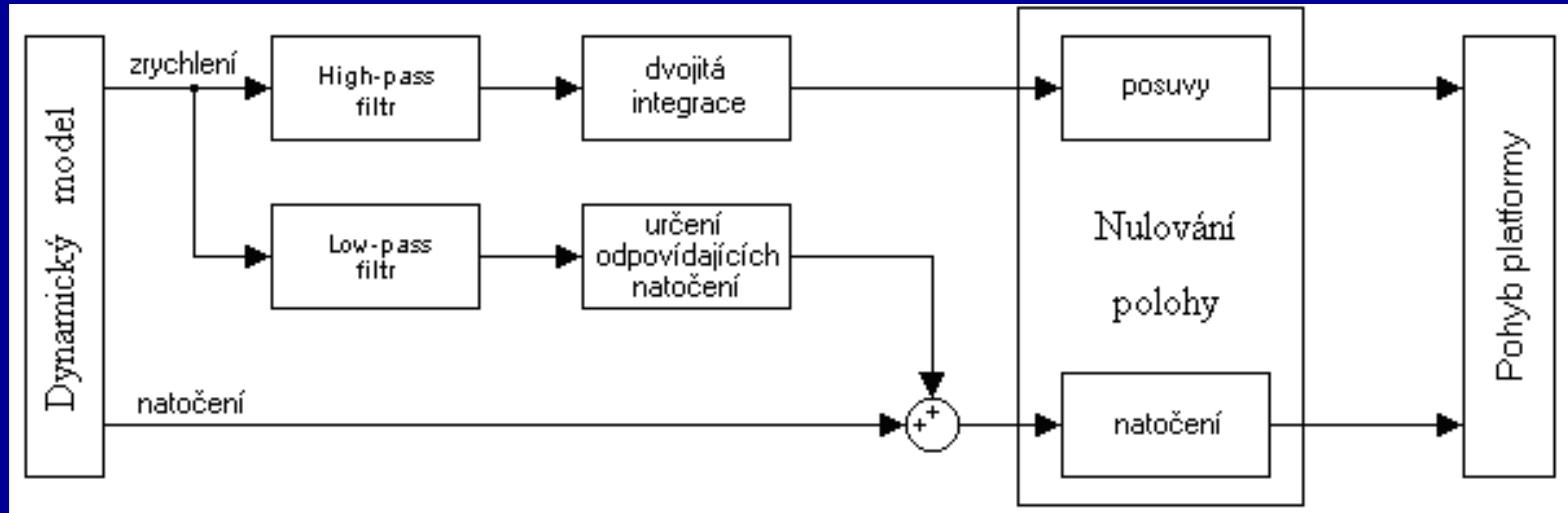
- Max. zrychlení  $0.5 \text{ g} \rightarrow$  přiklopení  $30^\circ$
- Problém – úhlové zrychlení,  
prahová hodnota –  $3^\circ/\text{s}^2$

# Modely



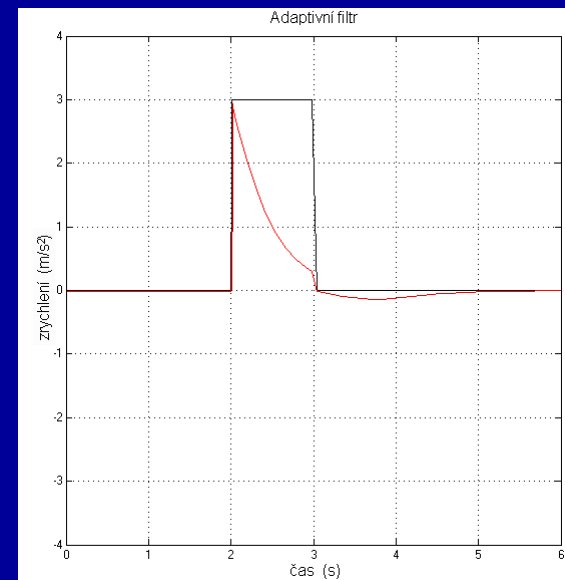
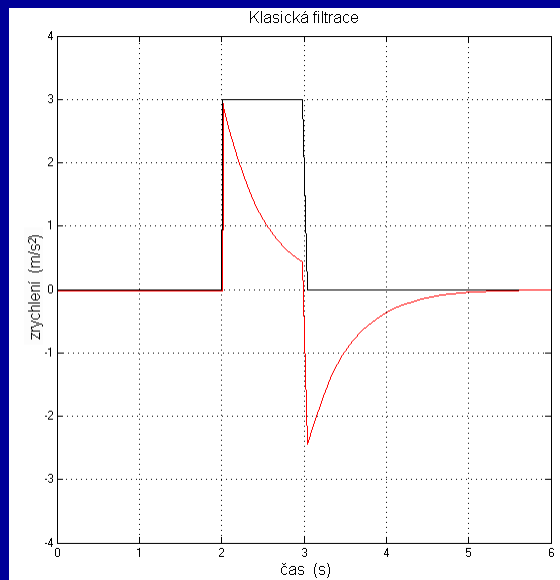
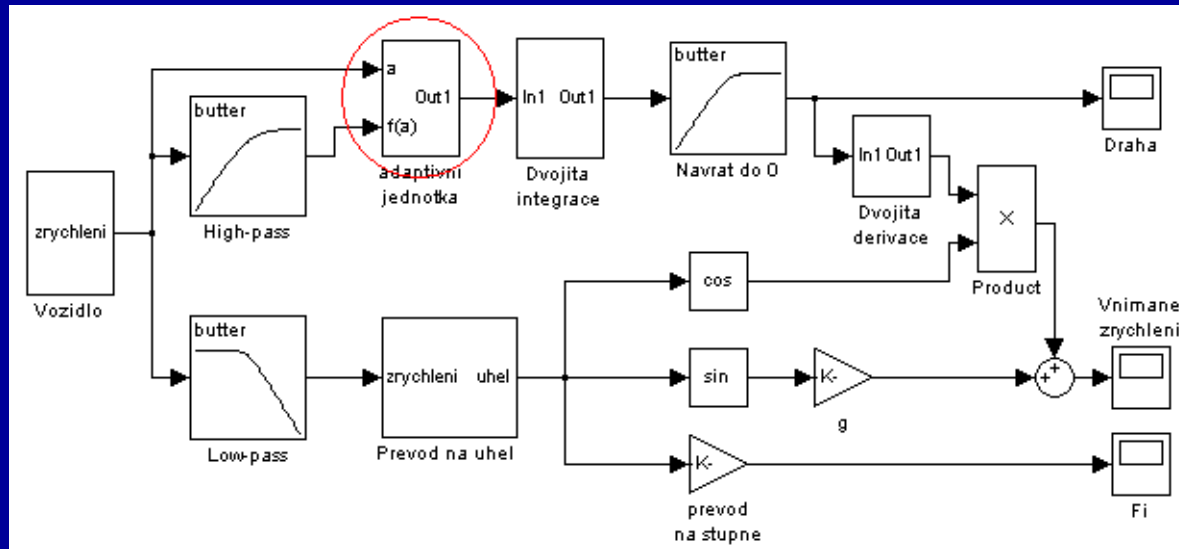
- On-line režim:
  - kauzální filtrace (klasický WA)
  - adaptivní filtrace
  - limitní strategie
- Off-line režim:
  - nekauzální filtrace
  - optimalizovaná limitní strategie

# Klasický WA



- Filtr horní propusti – rychlé posuvy
- Filtr dolní propusti – pomalé posuvy
- Nulování polohy - filtrací

# Adaptivní WA - antibacklash

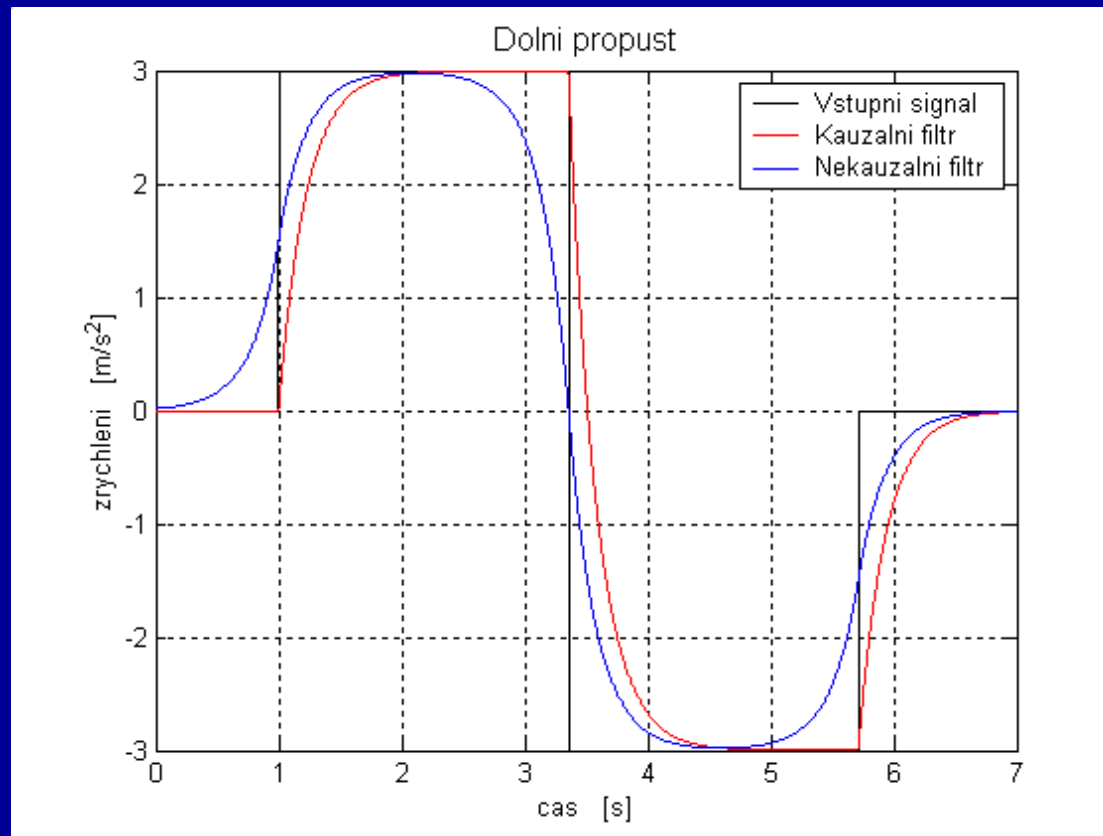






# Nekauzální WA

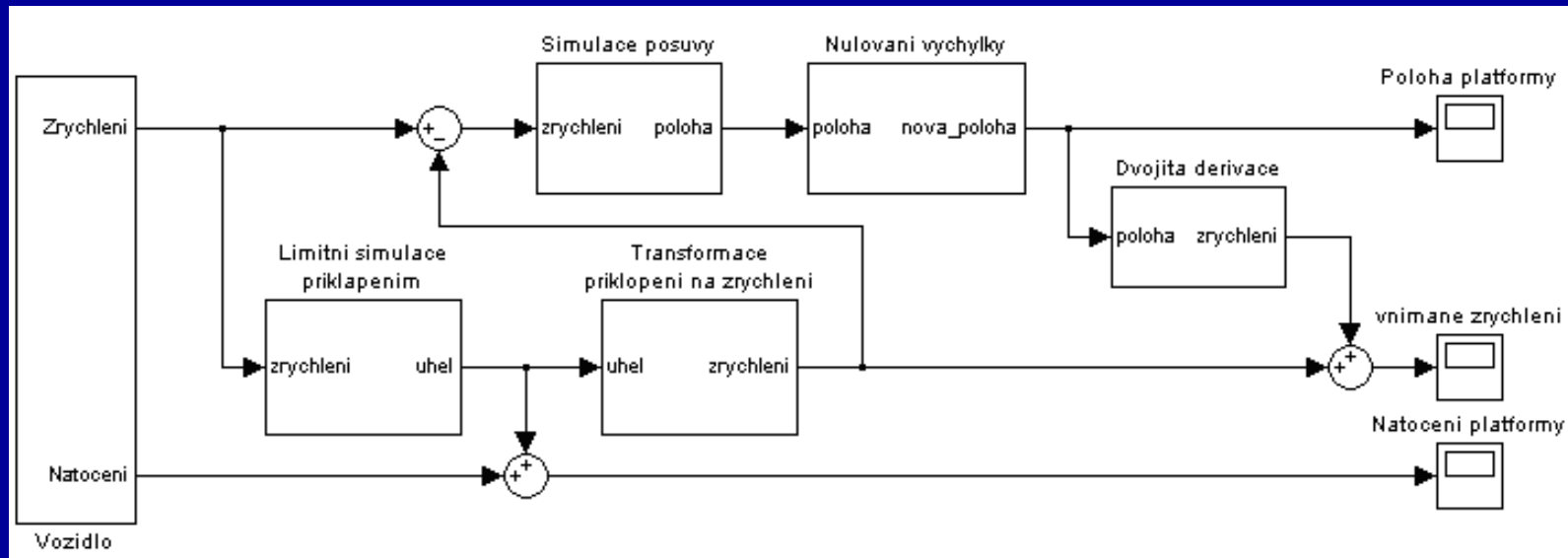
- Pouze pro off-line provoz





# Limitní WA

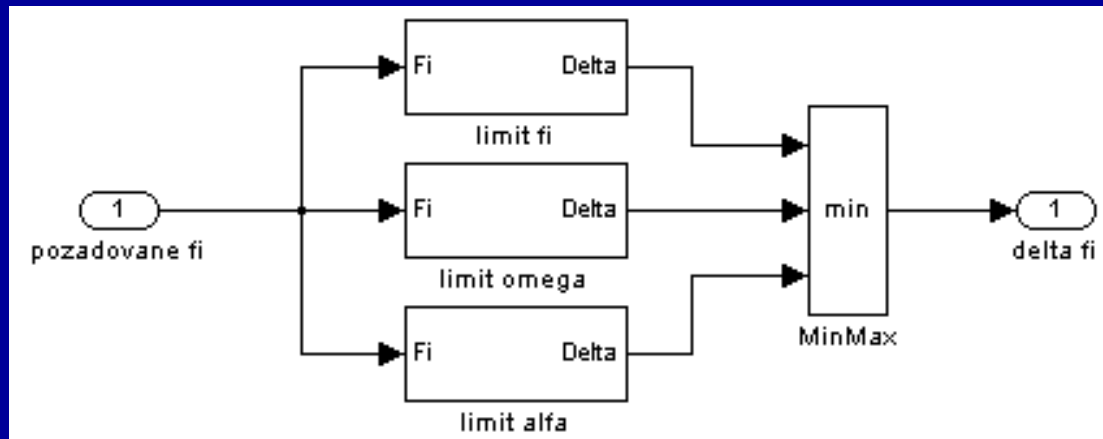
- Inspirováno strategií „malých a velkých“ pohybů
- Maximální využití přiklápění
  - omezení konstrukční a smyslová





# Limitní WA

- Princip funkce limitní jednotky

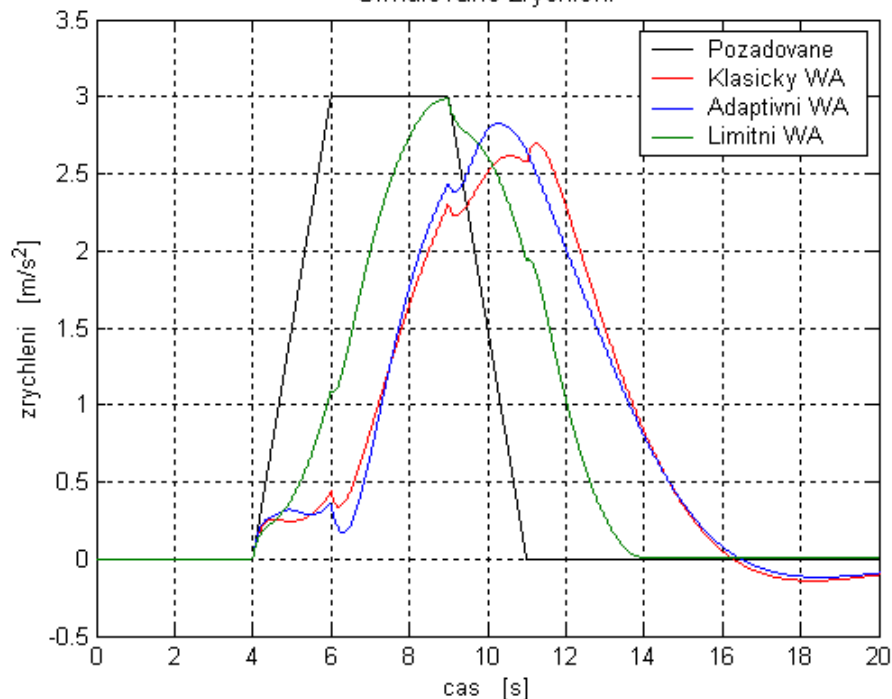


- Pro off-line režim – optimalizace začátku přiklápění

# Experimenty

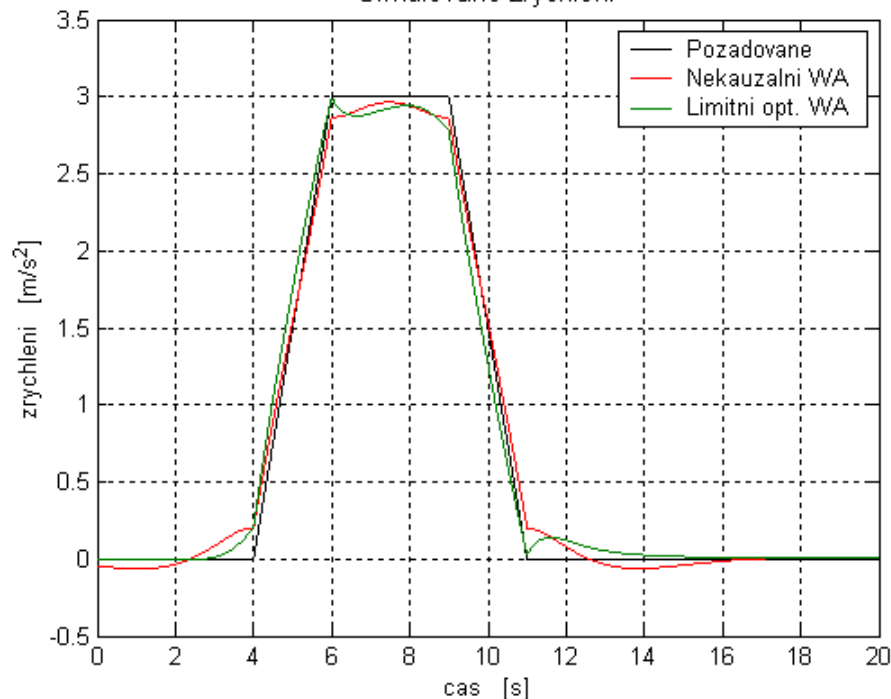


Simulované zrychlení



on-line

Simulované zrychlení

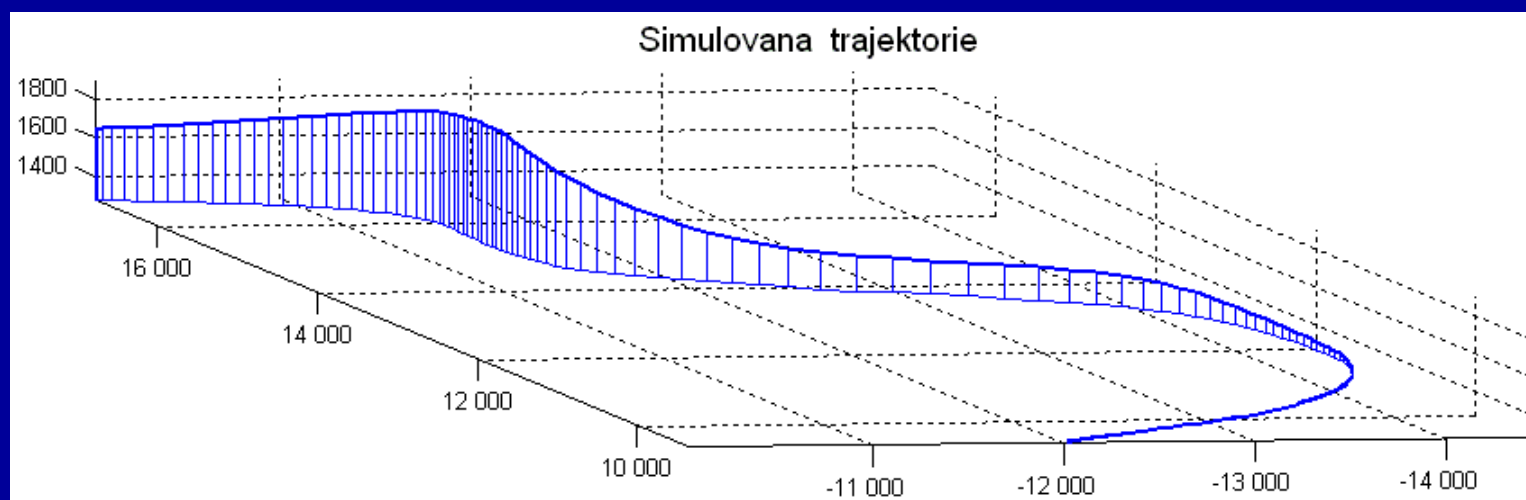


off-line

# 3D-simulátor



- Vstupní data – souřadnice simulovaného objektu v systému roll-pitch-yaw

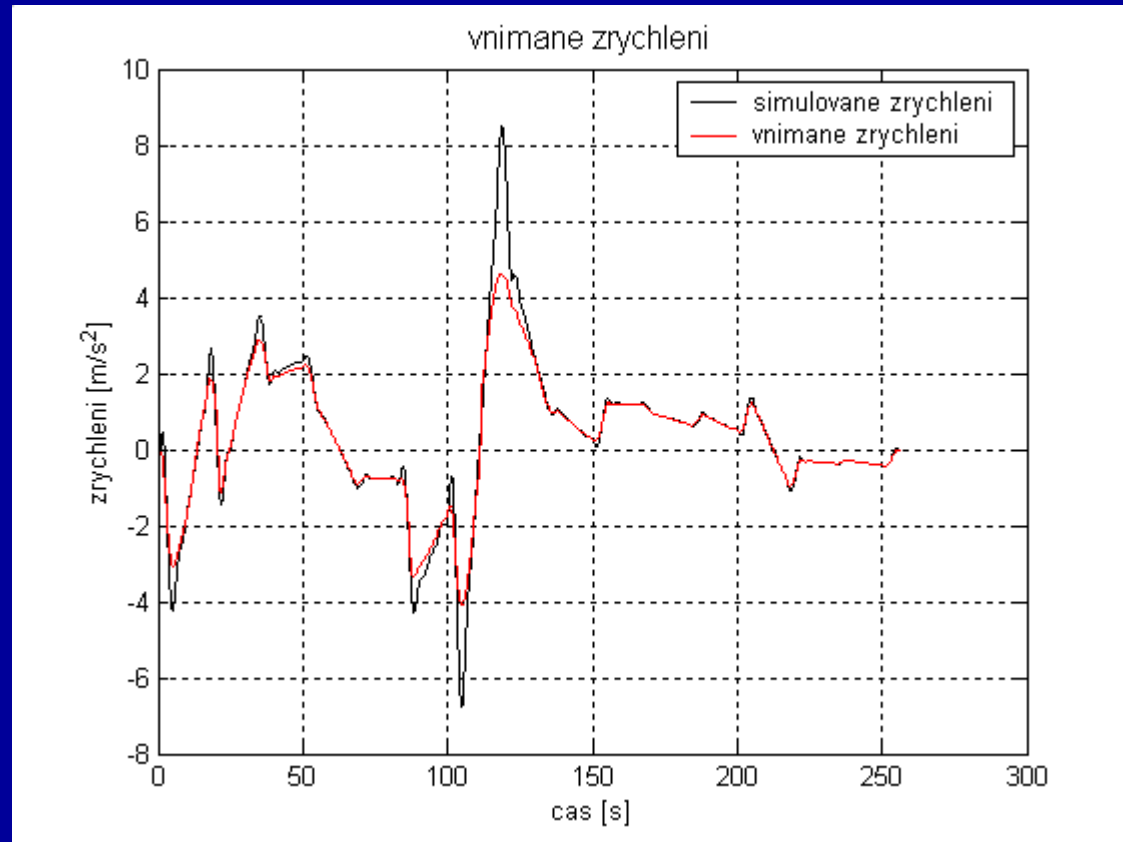


| Parametry platformy | posuv       | rychlost | zrychlení          | natočení        | úhlová rychlost | úhlové zrychlení    |
|---------------------|-------------|----------|--------------------|-----------------|-----------------|---------------------|
| osa x               | $\pm 0,6$ m | 4,5 m/s  | 5 m/s <sup>2</sup> | $\pm 30^\circ$  | 50°/s           | 150°/s <sup>2</sup> |
| osa y               | $\pm 0,6$ m | 4,5 m/s  | 5 m/s <sup>2</sup> | $\pm 30^\circ$  | 50°/s           | 150°/s <sup>2</sup> |
| osa z               | $\pm 0,5$ m | 4,5 m/s  | 5 m/s <sup>2</sup> | $\pm 180^\circ$ | 60°/s           | 150°/s <sup>2</sup> |

# 3D-simulátor



- Strategie nekauzální adaptivní WF



# Závěr



# Závěr



- Navrženy, vytvořeny a porovnány různé modely washout algoritmů



# Závěr



- Navrženy, vytvořeny a porovnány různé modely washout algoritmů
  - on-line – kauzální, adaptivní, limitní WA
  - off-line – nekauzální, optimalizovaný limitní WA

# Závěr



- Navrženy, vytvořeny a porovnány různé modely washout algoritmů
  - on-line – kauzální, adaptivní, limitní WA
  - off-line – nekauzální, optimalizovaný limitní WA

# Závěr



- Navrženy, vytvořeny a porovnány různé modely washout algoritmů
  - on-line – kauzální, adaptivní, limitní WA
  - off-line – nekauzální, optimalizovaný limitní WA
- Vytvořen model 3-D simulátoru

# Závěr



- Navrženy, vytvořeny a porovnány různé modely washout algoritmů
  - on-line – kauzální, adaptivní, limitní WA
  - off-line – nekauzální, optimalizovaný limitní WA
- Vytvořen model 3-D simulátoru
- Funkčnost modelu ověřena na výpočtu konkrétní trajektorie





# Pohyb celého hexapodu

- National Advanced Driving Simulator  
The University of Iowa



# Experiment

