

# ■ OBHAJOBA DISERTAČNÍ PRÁCE

- Seznámení s obsahem práce

## Snímání a zpracování údajů lokalizace dopravního prostředku

Student: **Ing. et Ing. Jakub Novák**

Školitel: **Doc. Ing. Ivan Mazůrek, CSc.**

# ■ CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE

## ■ Vymezení problému

- Technická diagnostika vozidel
  - jednoduchá a operativní příprava zkoušeného vozidla
  - nelze provádět žádné zásahy do konstrukce vozidla
  - není možné používat nestandardní způsoby připojení měřicího zařízení k vozidlu
- Analýza naměřených veličin
  - jednoduché vyhledání důležitých okamžiků
  - možnost detailní analýzy vybrané situace
  - načítání a ukládání různých typů souborů
  - otevřenost a rozšiřitelnost programového řešení

# ■ CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE

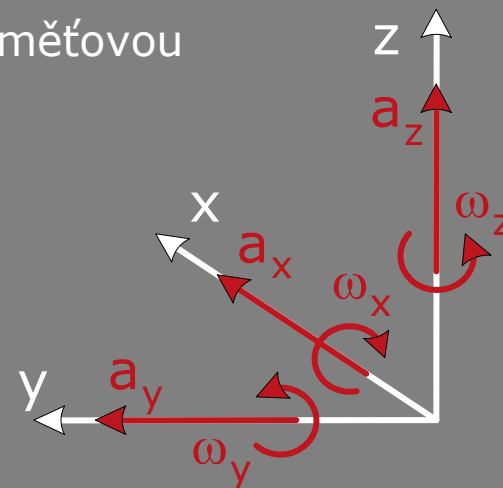
## ■ Použité měřicí zařízení



Inerciální měřicí jednotka MBox 2  
(Strapdown Inertial Navigation System)

Snímá zrychlení a úhlové rychlosti ve  
třech ortogonálních osách

Zaznamenává na paměťovou  
kartu CompactFlash



Vyvinuto na Ústavu konstruování v rámci spolupráce  
s Ústavem soudního inženýrství VUT v Brně

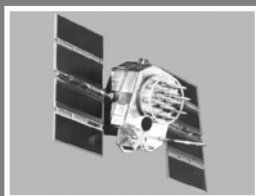
# ■ CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE

## ■ Souhrnný přehled cílů



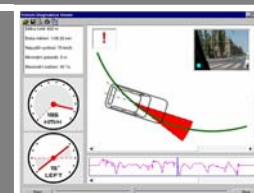
Obecná metodika autonomní rektifikace inerciální měřicí jednotky

Postup rekonstrukce pohybu vozidla a jeho karosérie ze zaznamenaných signálů



Model integrace inerciálního měřicího systému s globálním polohovacím systémem

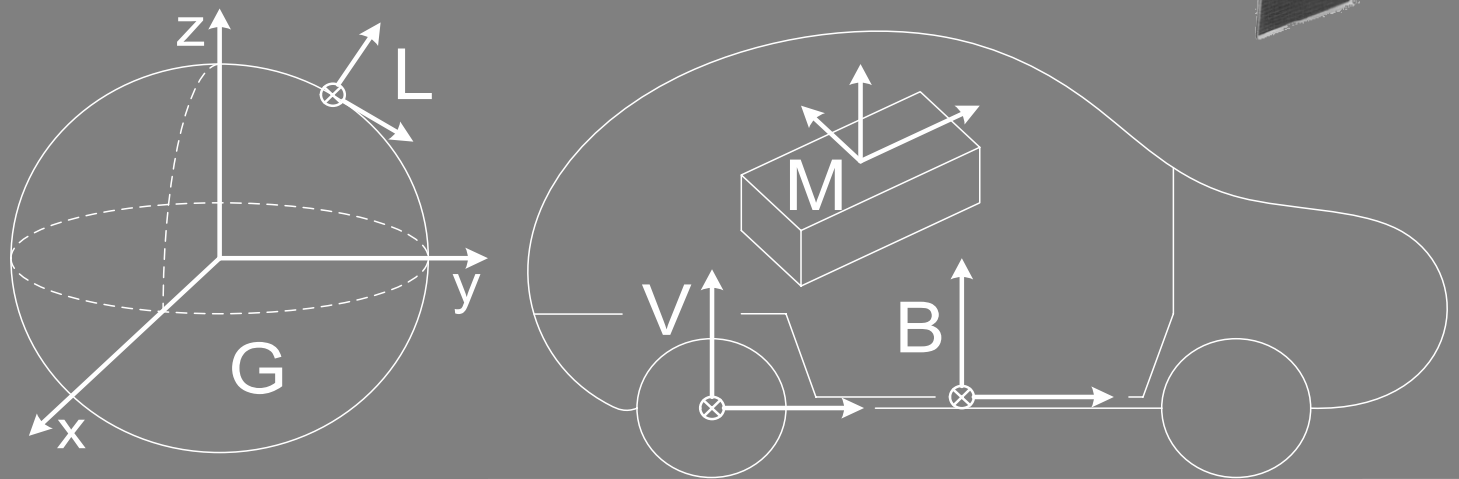
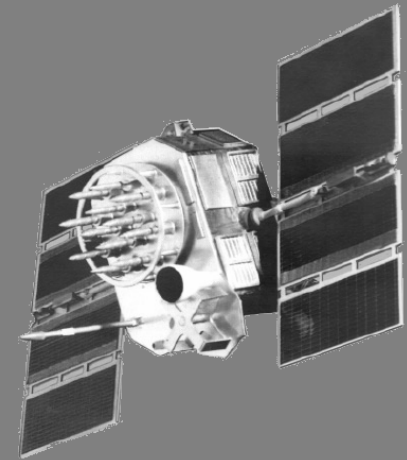
Návrh a implementace analytického software pro detailní rozbor zkoumaného pohybu



# ■ SNÍMÁNÍ POHYBU

## ■ Uvažované souřadné systémy

- M ... měřicí zařízení
- B ... karoséria vozidla
- V ... vozidlo jako celek
- L ... místní souřadný systém
- G ... aktuální poloha na Zemi



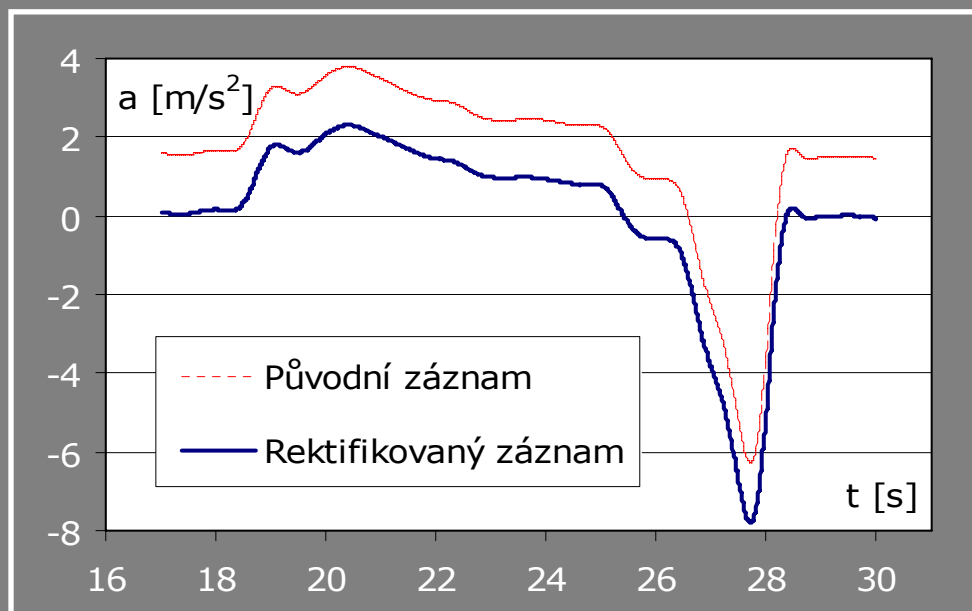
# ■ SNÍMÁNÍ POHYBU

## ■ Rektifikace inerciální jednotky



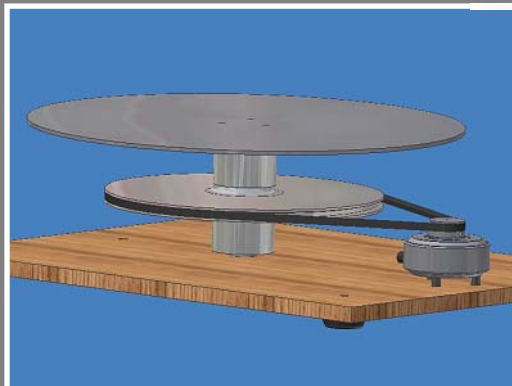
Příklad nedeterminovaného způsobu umístění měřicí jednotky ve vozidle

Bez rektifikace by byl signál interpretován tak, že vozidlo neustále zrychluje, což by se při rekonstrukci projevilo neúměrným nárůstem jeho rychlosti



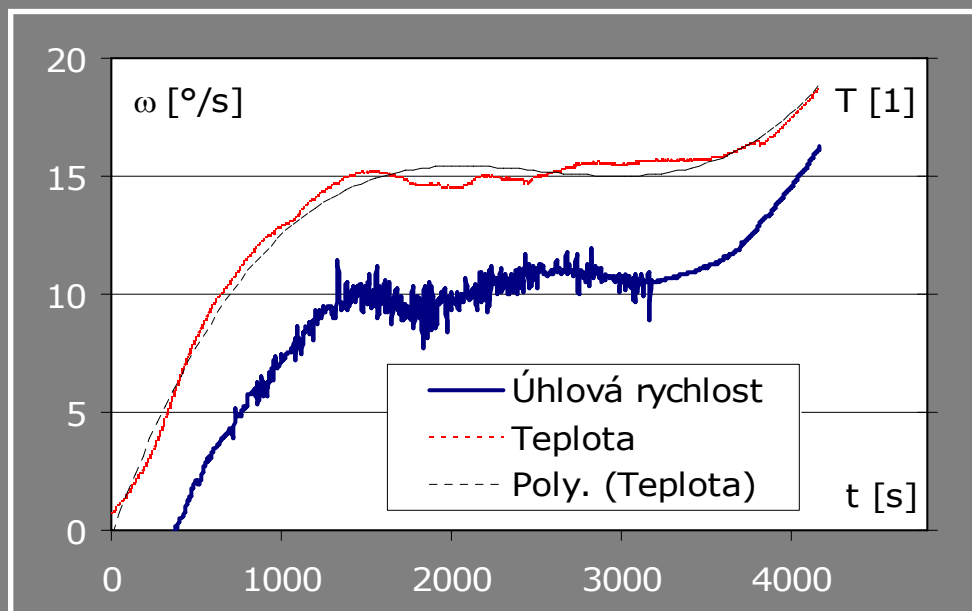
# ■ SNÍMÁNÍ POHYBU

## ■ Teplotní drift gyroskopů



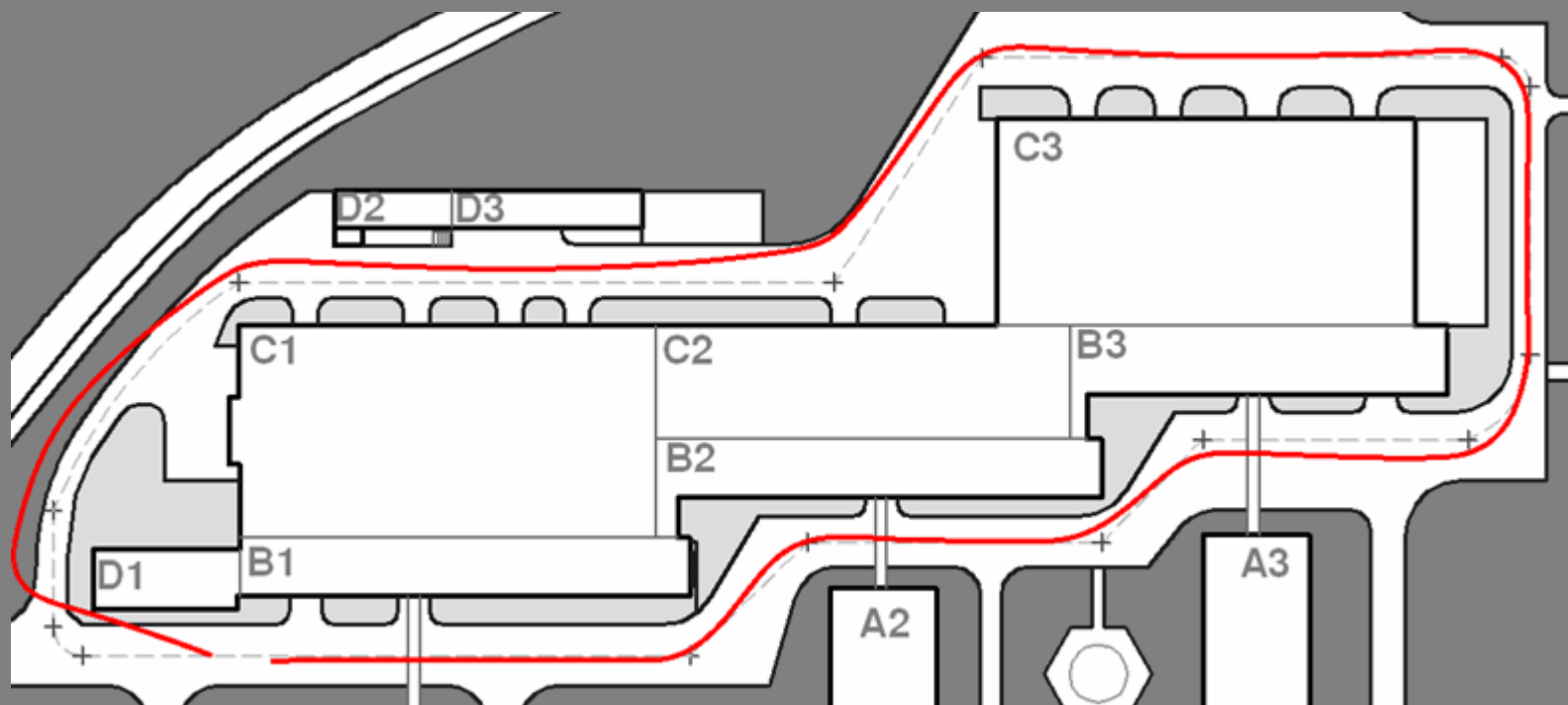
Návrh zařízení pro kalibraci snímačů úhlových rychlostí na bázi otáček synchronního motoru

Gyroskopy použité v měřicí jednotce se projevují významnou závislostí klidového výstupního napětí na okolní teplotě



## ■ REKONSTRUKCE POHYBU

- Signály inerciální měřicí jednotky

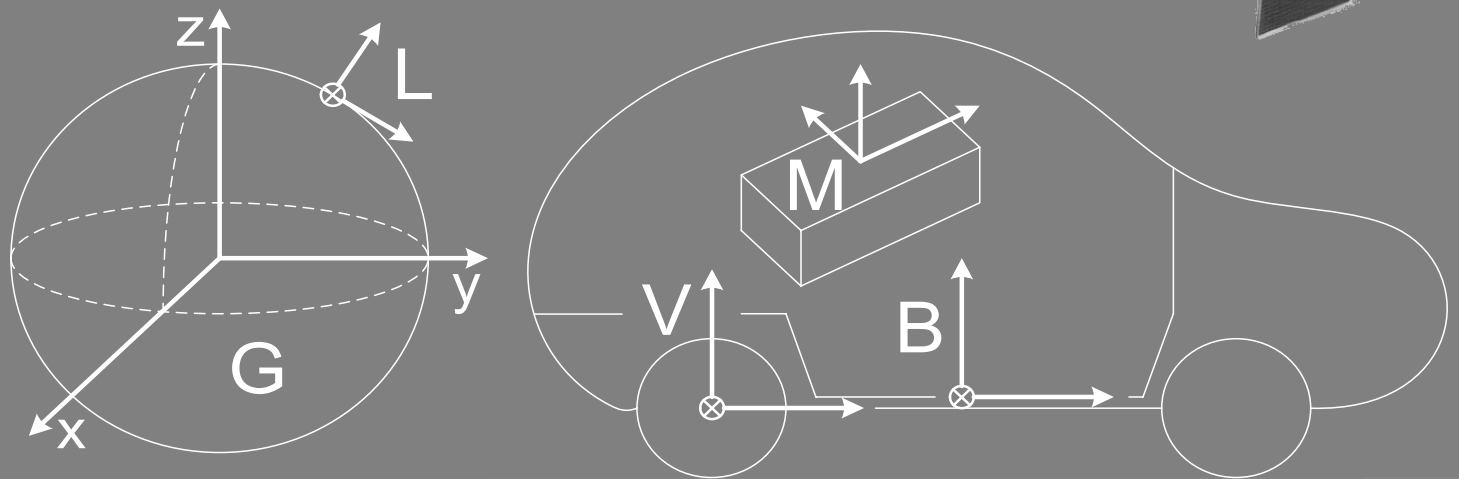
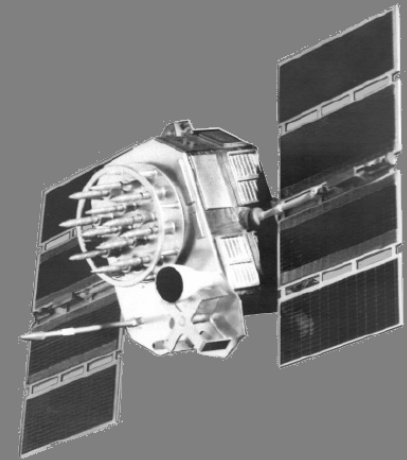




# ■ REKONSTRUKCE POHYBU

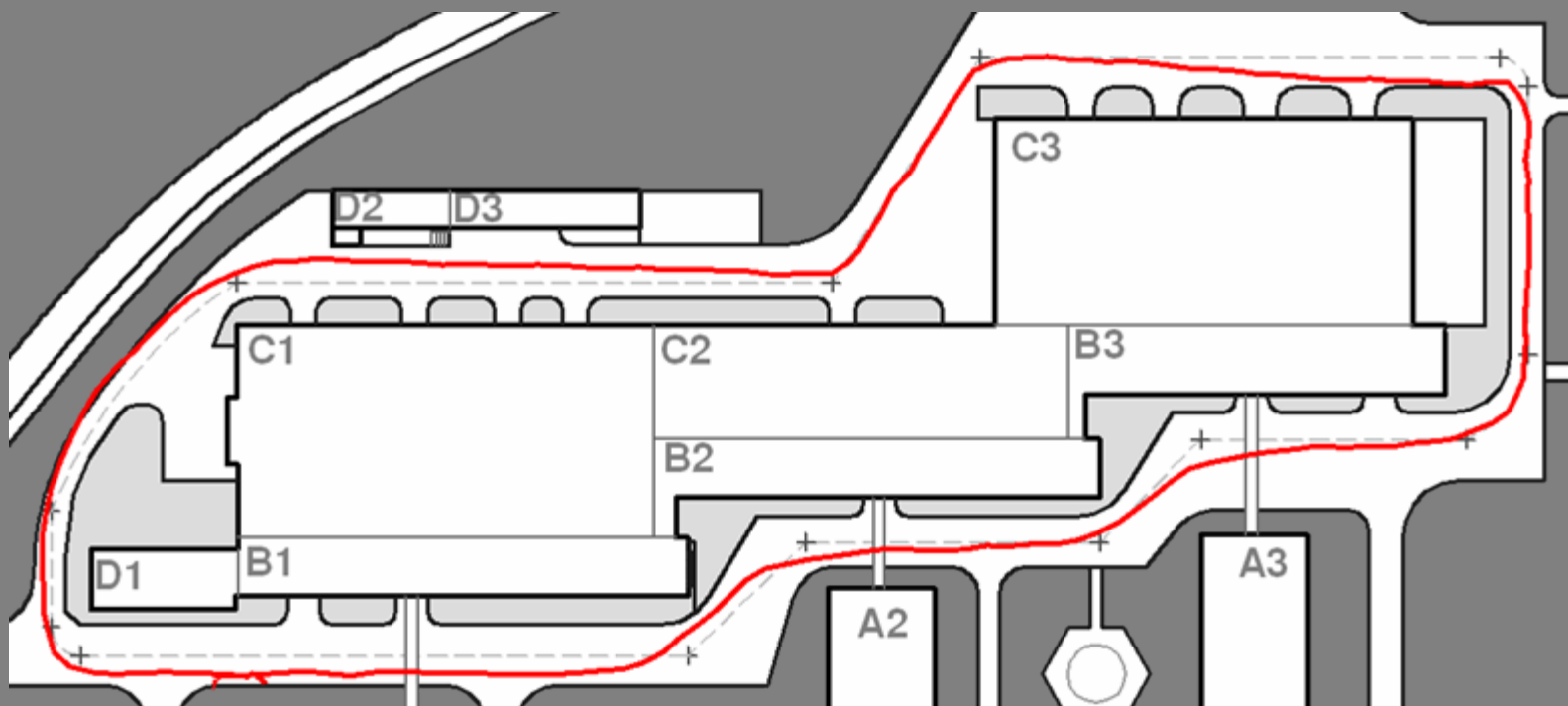
## ■ Integrace inerciální jednotky a GPS

Signály inerciálního navigačního systému (INS) jsou kombinovány s globálním polohovacím systémem (GPS) zařazením Kalmanova filtru do procesu rekonstrukce pohybu



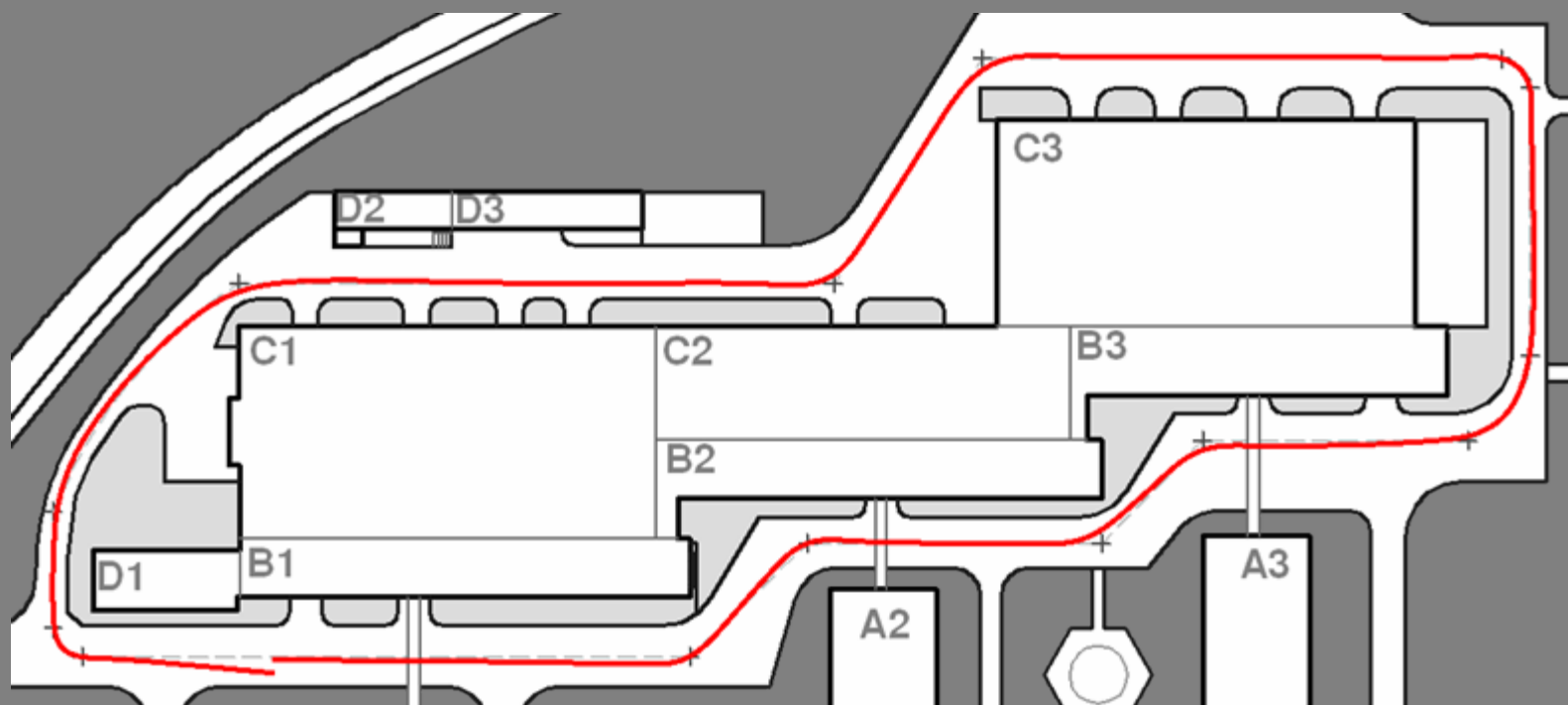
## ■ REKONSTRUKCE POHYBU

- Výstupy běžného GPS přijímače



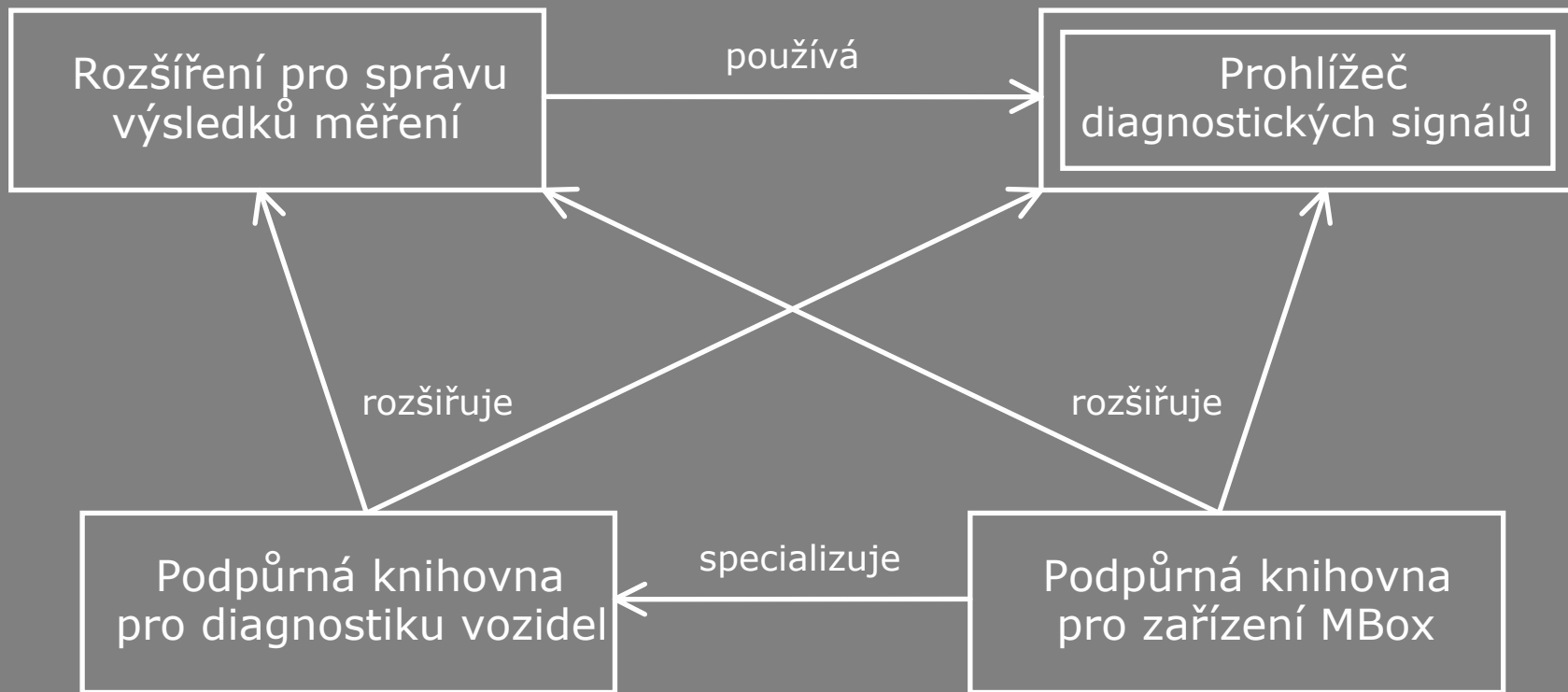
## ■ REKONSTRUKCE POHYBU

### ■ Výstupy Kalmanova filtru



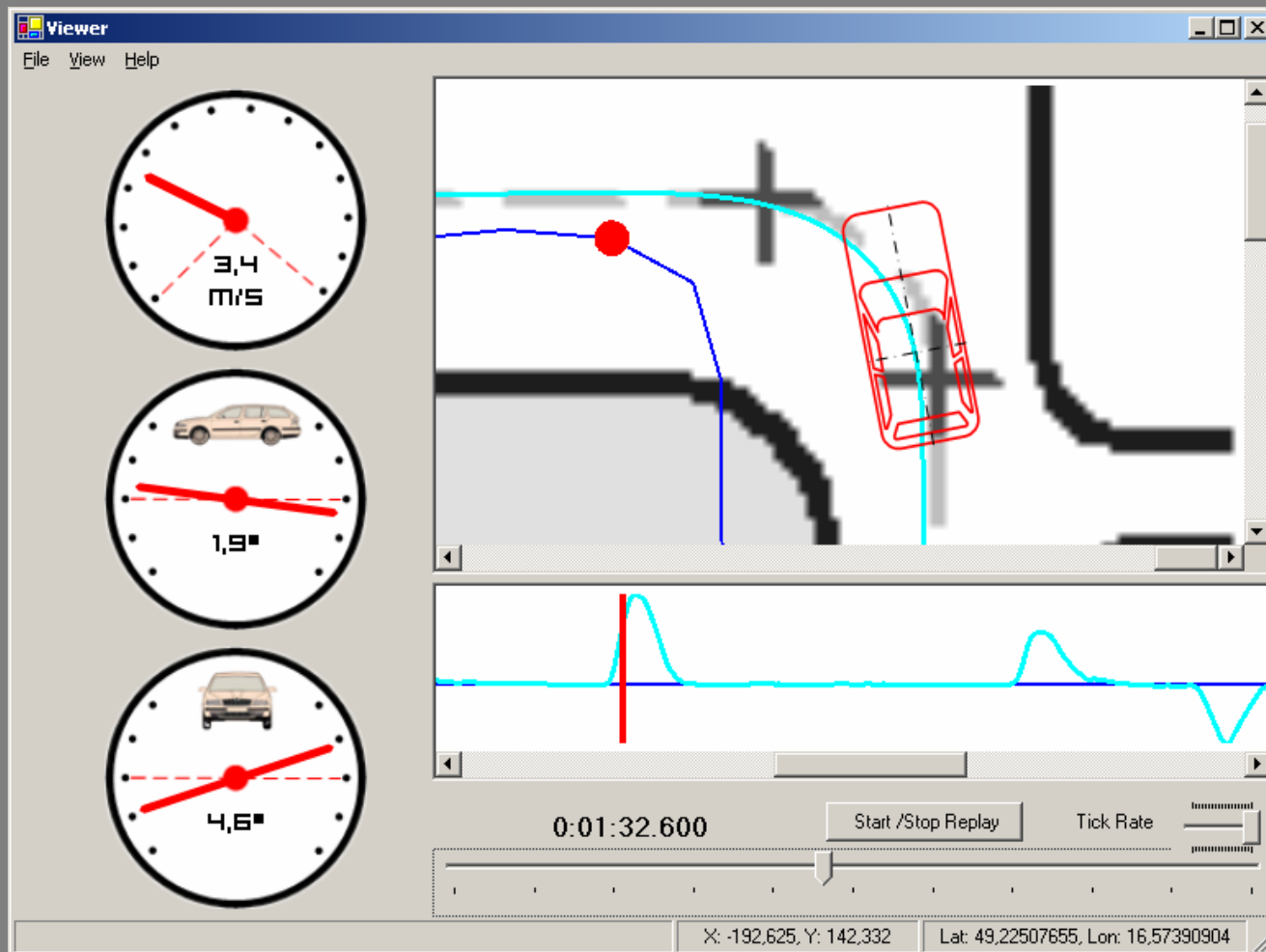
# ■ ANALYTICKÝ SOFTWARE

## ■ Programové moduly aplikace



# ANALYTICKÝ SOFTWARE

## Prohlížeč diagnostických signálů



# ■ OBHAJOBA DISERTAČNÍ PRÁCE

## ■ Závěrečné shrnutí

- Byla stanovena metodika rektifikace a interpretace výstupů nízkonákladového měřicího zařízení
- Byl sestaven postup integrace tohoto zařízení jakožto inerciálního navigačního systému (INS) s globálním polohovacím systémem (GPS)
- Byl navržen otevřený a rozšiřitelný analytický software, který umožňuje detailní analýzu zkoumaného pohybu
- Byla ověřena použitelnost výstupů levných a snadno aplikovatelných měřicích zařízení pro účely technické diagnostiky dopravních prostředků