

SEMI-AKTIVNĚ ŘÍZENÉ TLUMENÍ PODVOZKU VYSOKORYCHLOSTNÍHO VLAKU

Filip Jeniš, Ing.

ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ
Fakulta strojního inženýrství
VUT v Brně

25. 2. 2019



CÍL PRÁCE

- **návrh a ověření algoritmu pro semi-aktivní řízení tlumiče vrtění podvozku vysokorychlostního vlaku**
- snížit vibrace podvozku při přímé jízdě
- snížit laterální síly na kolej při průjezdu obloukem



Vysokorychlostní lokomotiva Vectron
zdopravy.cz

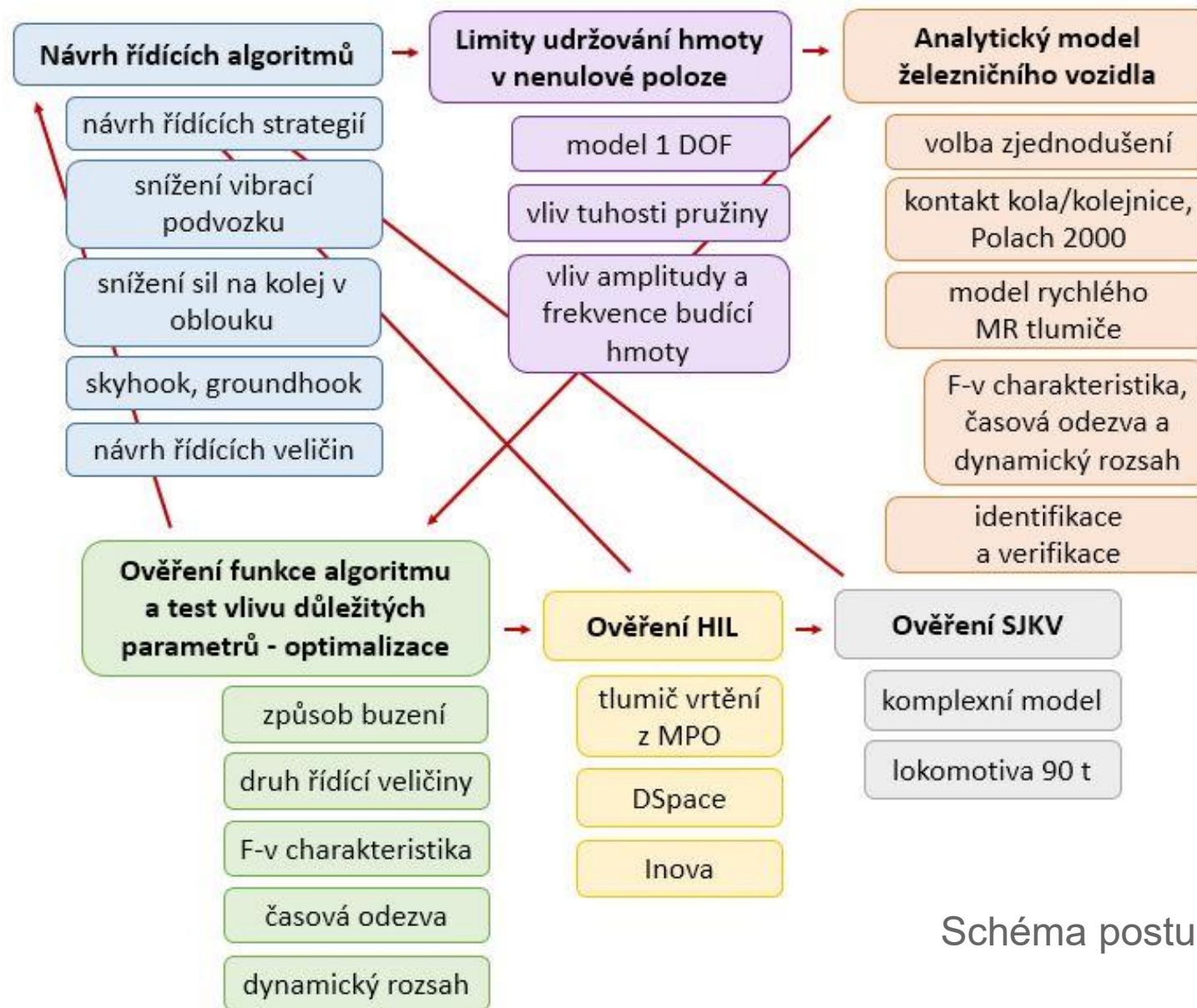


Schéma postupu řešení

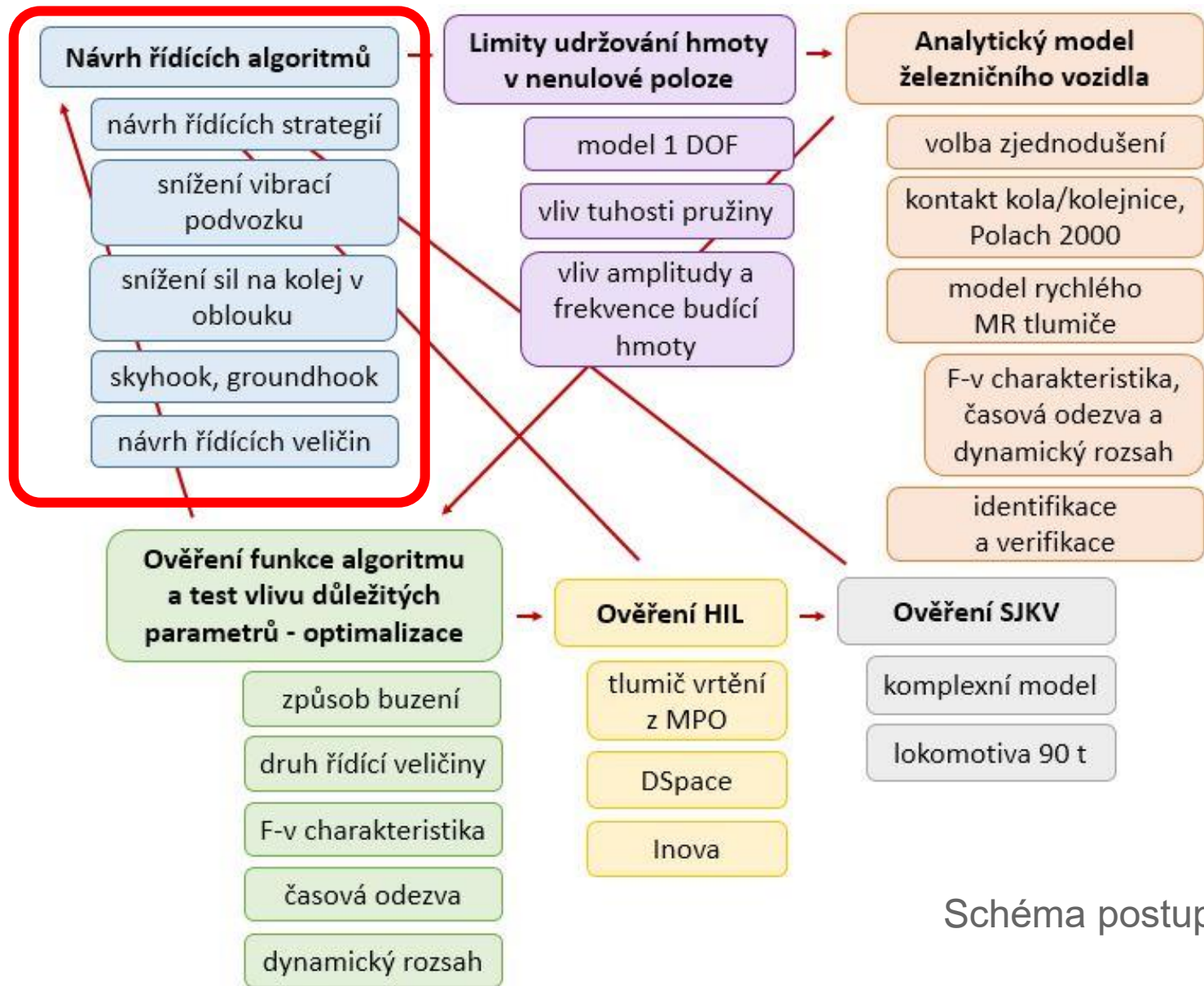
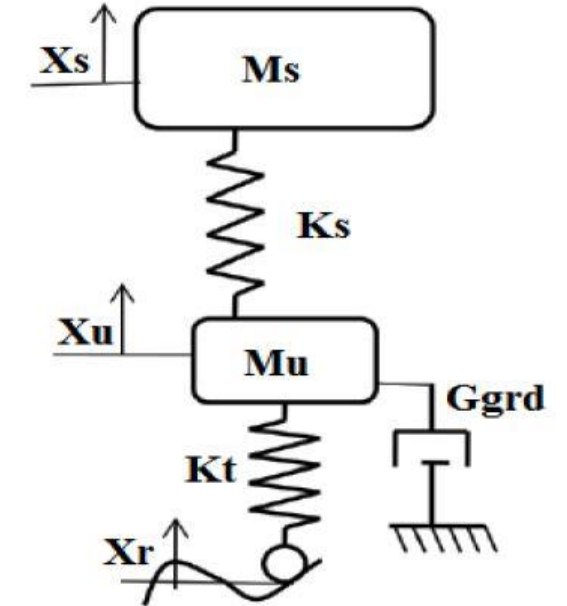
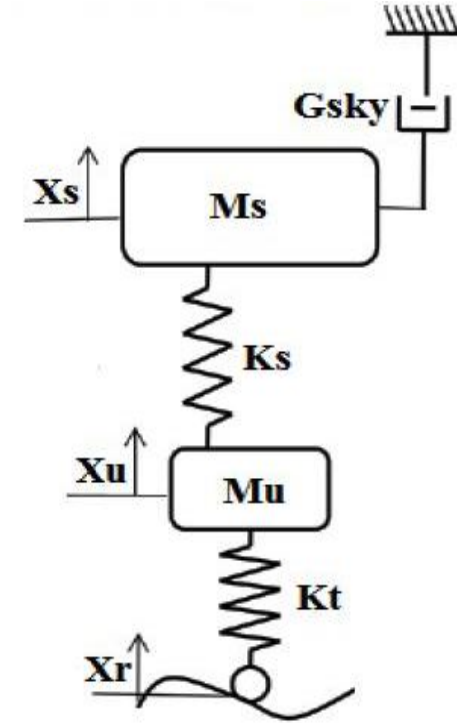


Schéma postupu řešení

POSTUP ŘEŠENÍ A POUŽITÉ METODY

Návrh řídicích algoritmů

- Skyhook
 - tlumení při přímé jízdě
- Groundhook
 - snížení sil při průjezdu obloukem
- řídicí veličiny – laterální rychlost dvojkolí a skříně x úhlová rychlost dvojkolí a skříně



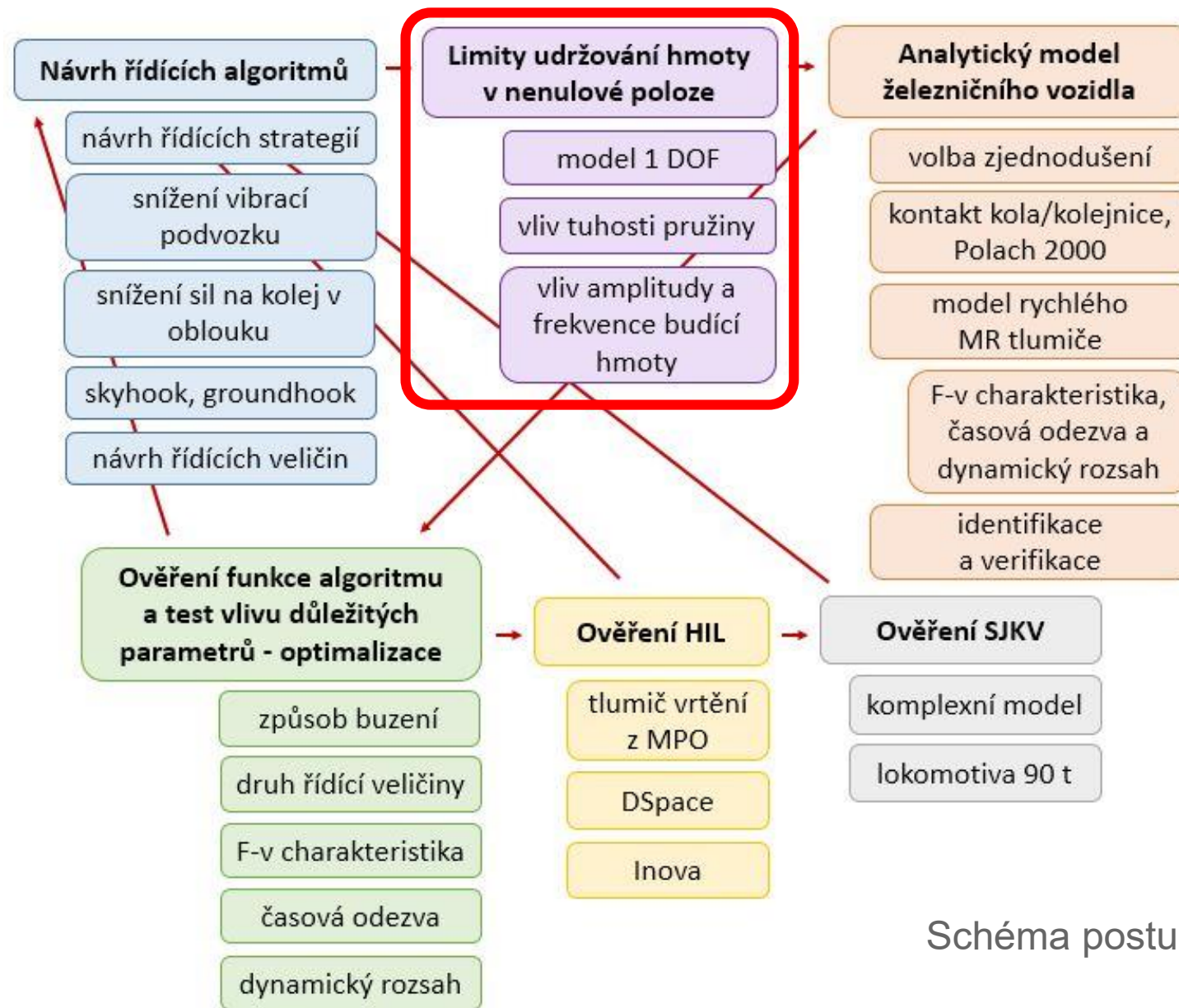


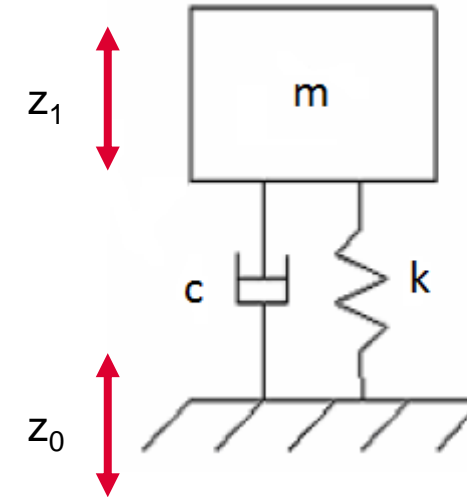
Schéma postupu řešení

POSTUP ŘEŠENÍ A POUŽITÉ METODY

Studium limitů udržování odpružené hmoty v nenulové

- tuhost pružiny k
- amplituda budícího pohybu z_0
- frekvence budícího pohybu
- popis těchto limitů

- 1 DOF model – Matlab/Simulink



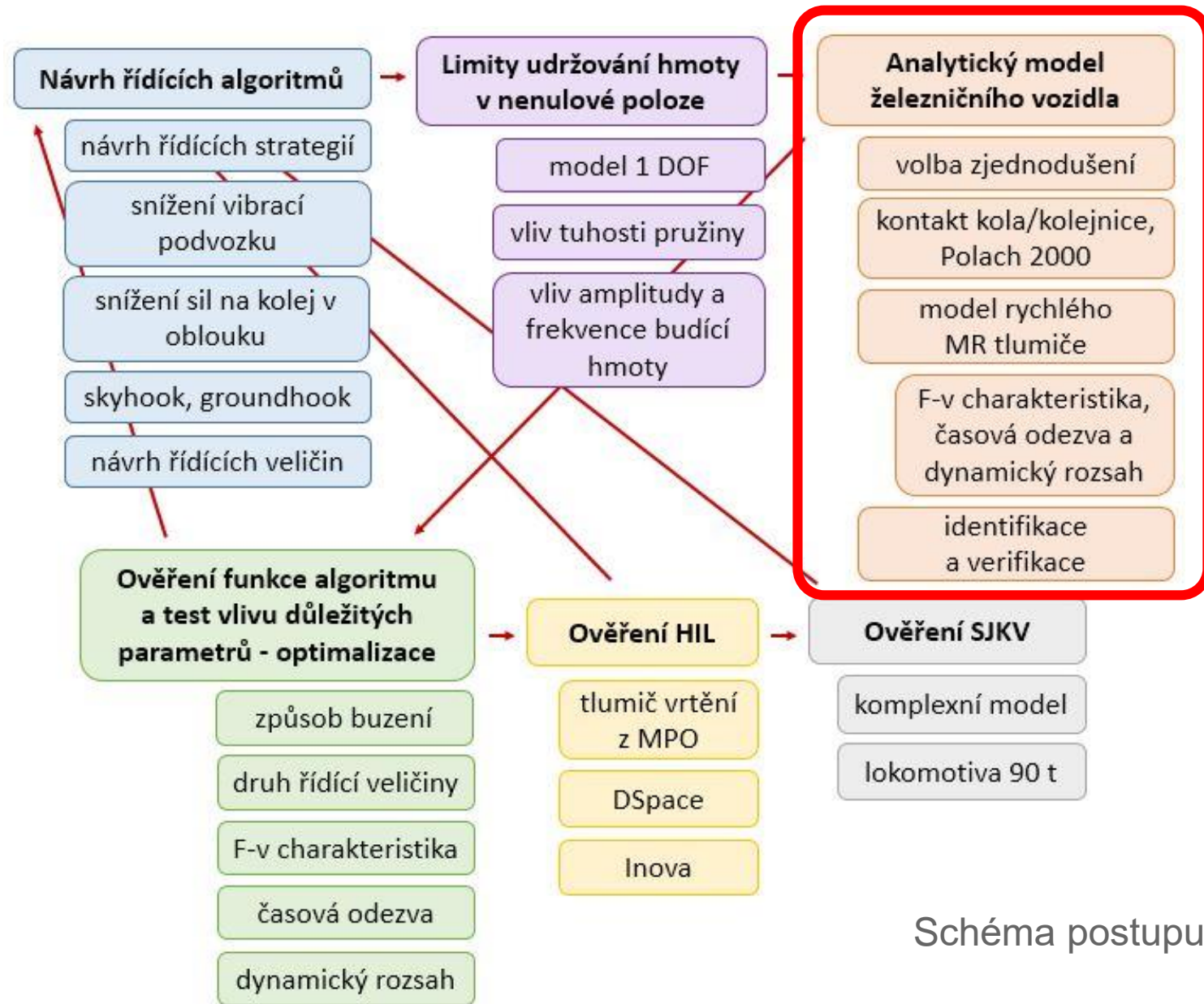
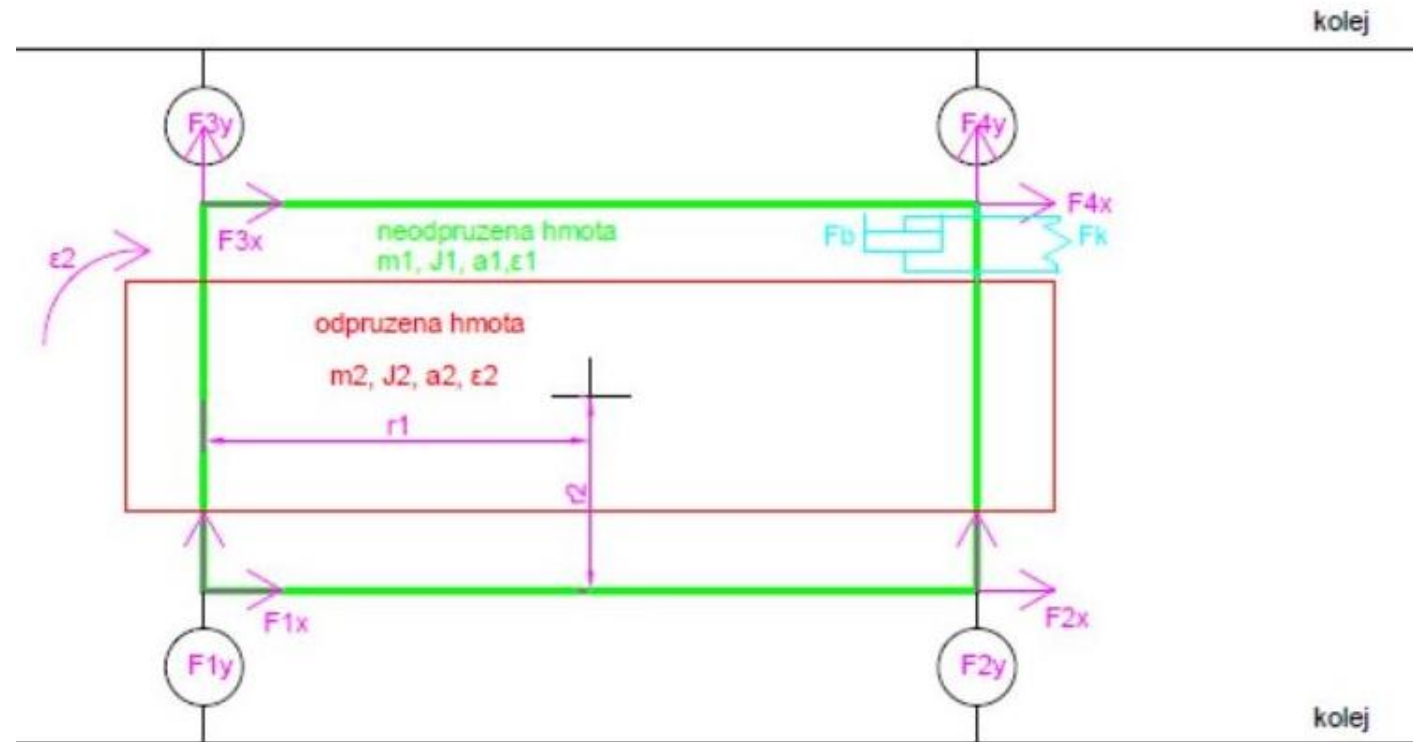


Schéma postupu řešení

PLÁNOVANÉ METODY

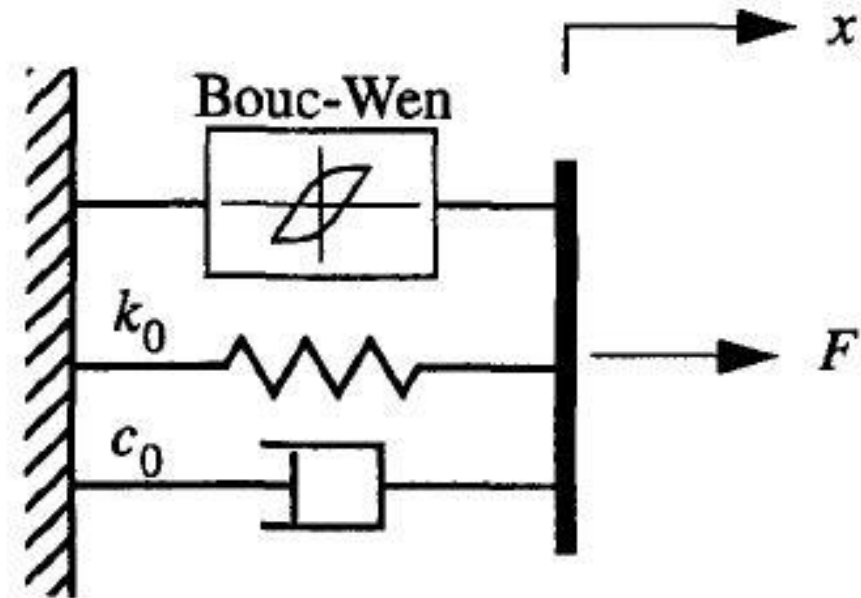
- analytický model – Matlab Simulink
- kmitání skříně a podvozku kolem osy z + laterální pohyb obou hmot
- vstup: tuhosti pružin, parametry tlumičů, rozvor, rozchod, kinematické buzení, hmotnosti a momenty setrvačnosti
- výstup: zrychlení a úhlové rychlosti všech hmot a laterální síly na kolej
- identifikace a verifikace ve spolupráci s Dopravní fakultou UP
- hodnocení snížení oscilace podvozku a sil na kolej



PLÁNOVANÉ METODY

- MR tlumič dle Bouc-Wen (Spencer, 1997)
 - F-v charakteristika
 - časová odezva
 - dynamický rozsah
- kontakt kolo/kolejnice dle Polach (2000)

$$F_x = \frac{v_x + \omega_y \cdot R}{v} \quad F_y = \frac{v_{1y} + \omega_x \cdot R}{v}$$



Spencer, 1997

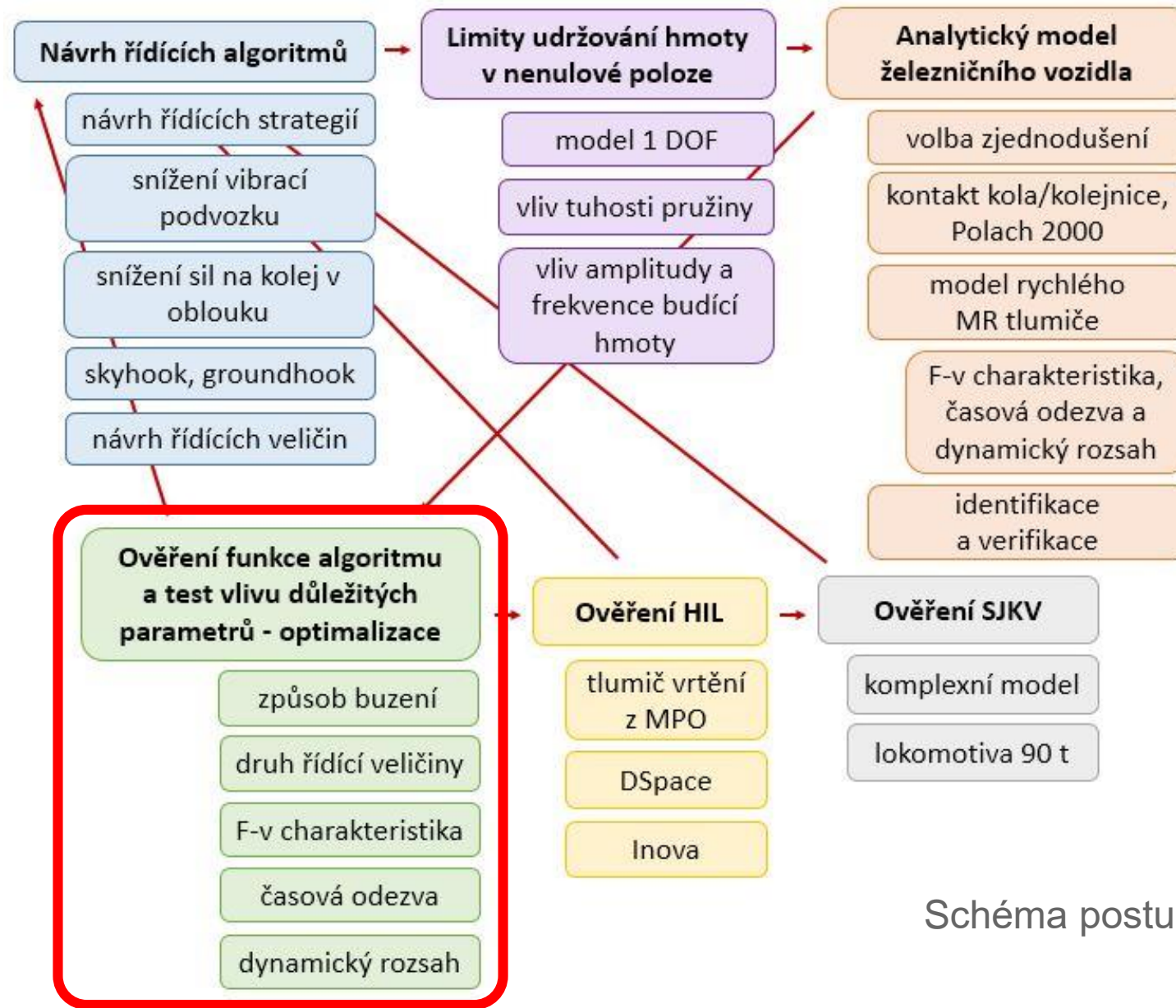
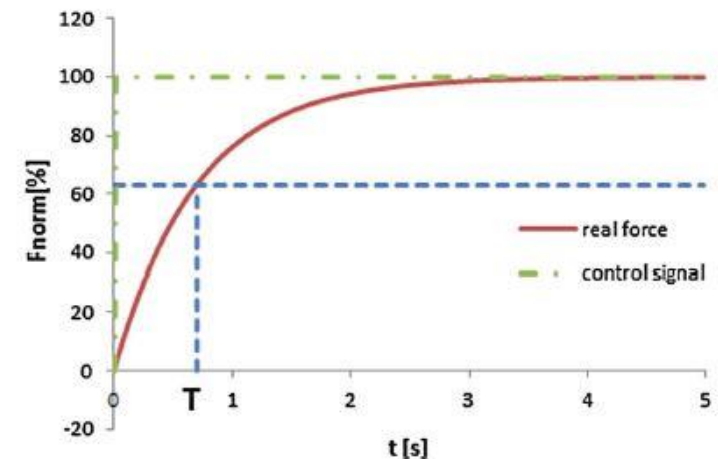
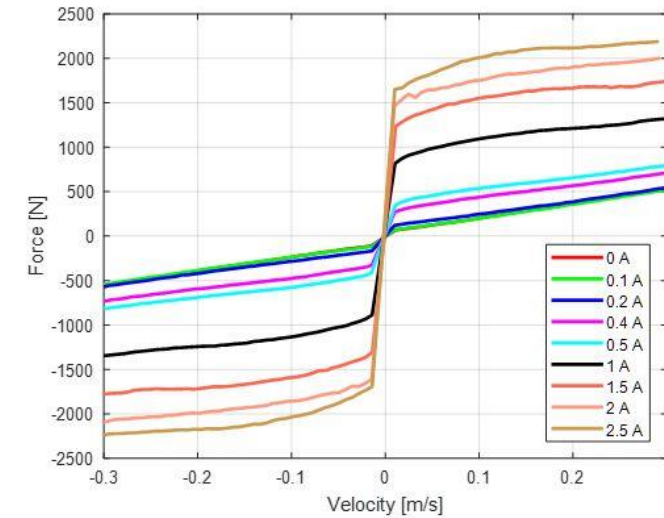


Schéma postupu řešení

PLÁNOVANÉ METODY

Ověření a optimalizace algoritmu, studium důl. vlivů

- kinematické buzení modelu
 - přímá trať x oblouk
 - ideální x reálná trať
- řídicí veličiny
 - laterální rychlosti x úhlové rychlosti
- F-v charakteristika tlumiče
 - sklon, poloha kolene
- časová odezva tlumiče
 - 0-200 ms
- dynamický rozsah tlumiče
 - $2-\infty$



Časová odezva, Strecker, 2015

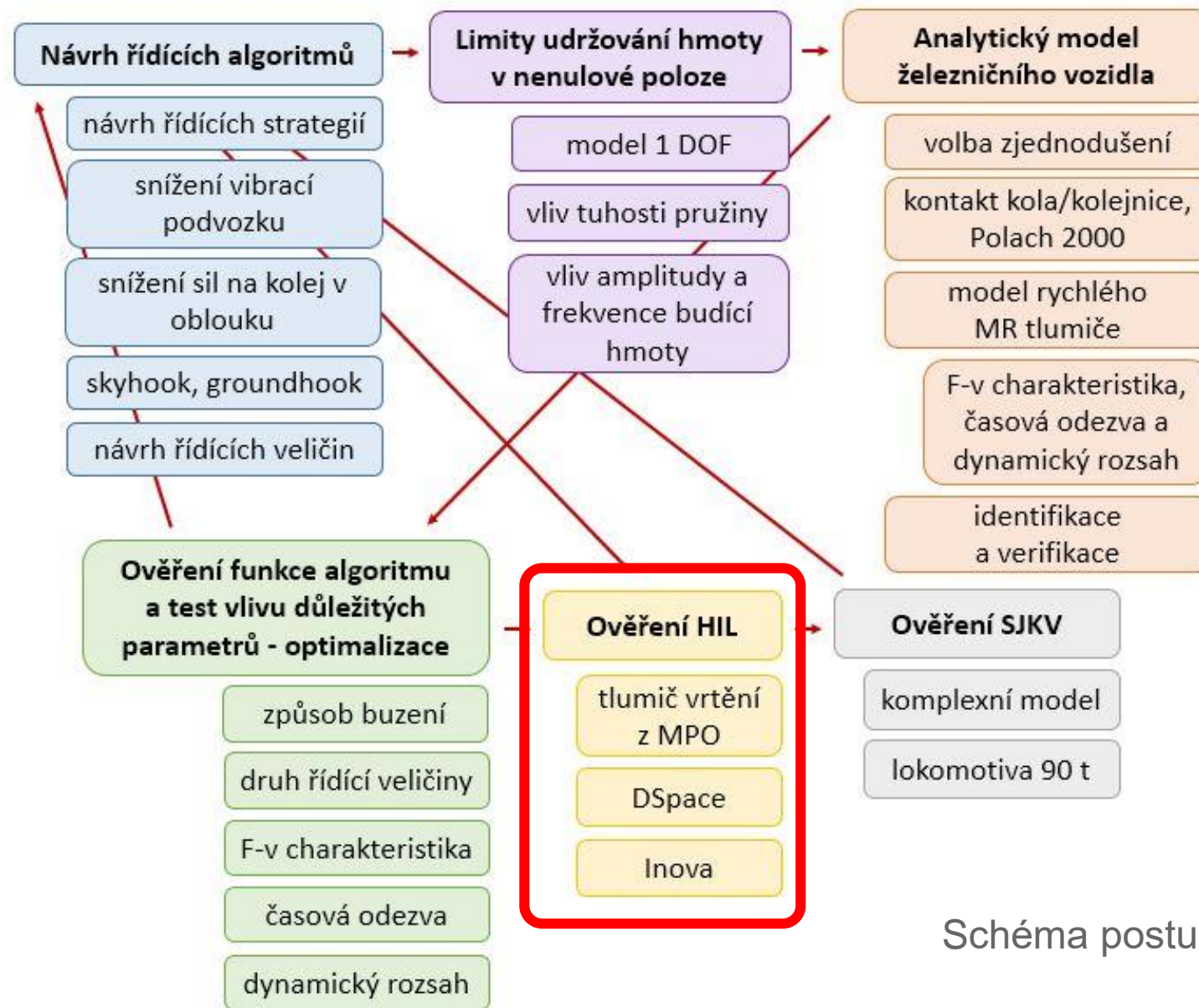
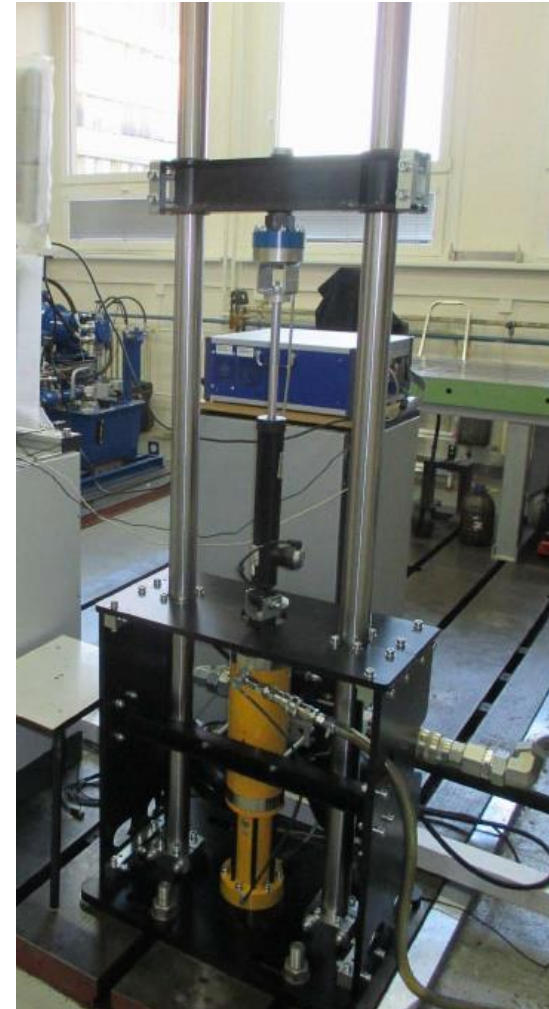


Schéma postupu řešení

PLÁNOVANÉ METODY

Ověření HIL simulace

- hardware in the loop
- dSpace
- pulzátor INOVA
- tlumič navrhovaný v MPO - Trio



Pulzátor INOVA

www.ustavkonstruovani.cz

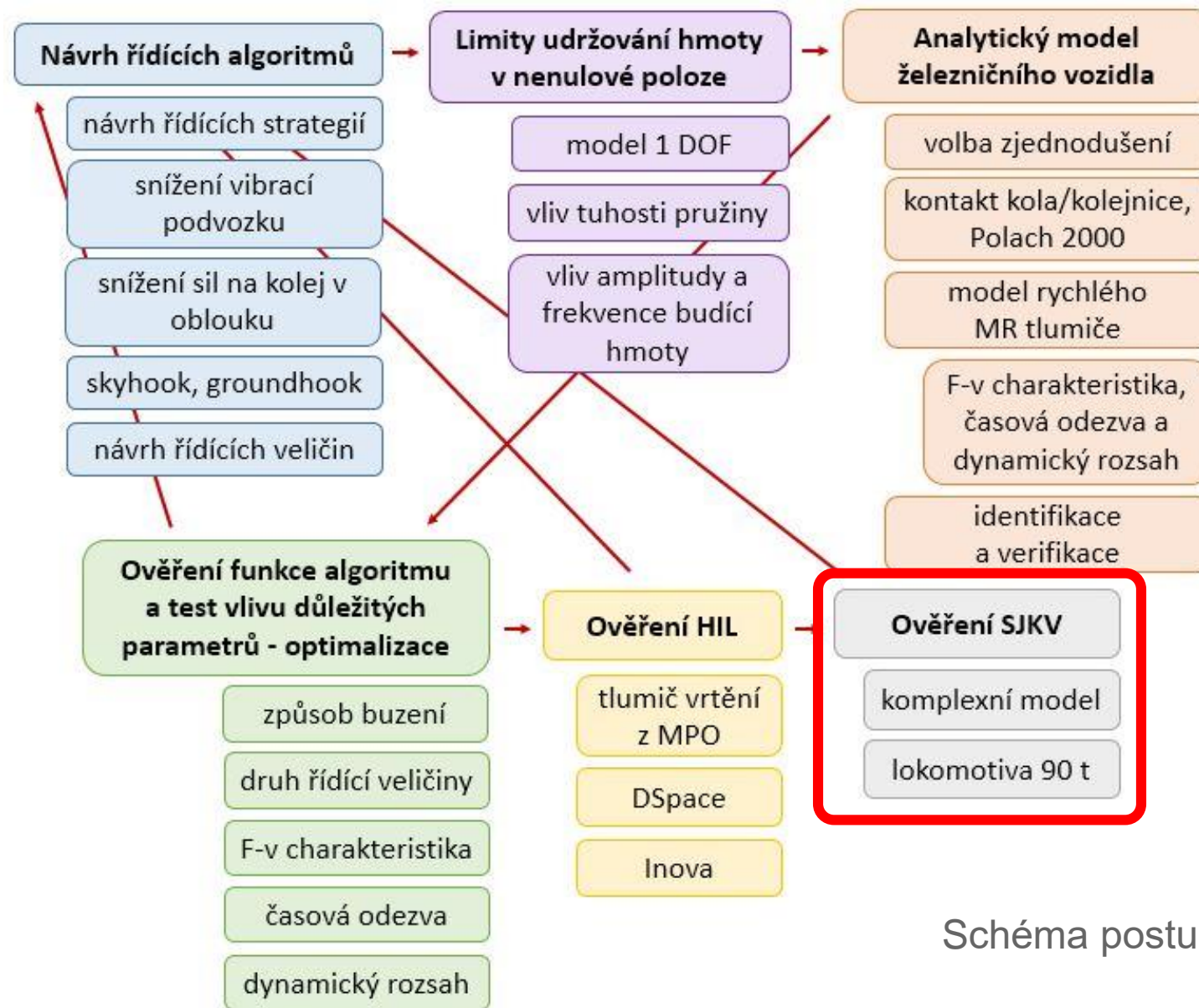
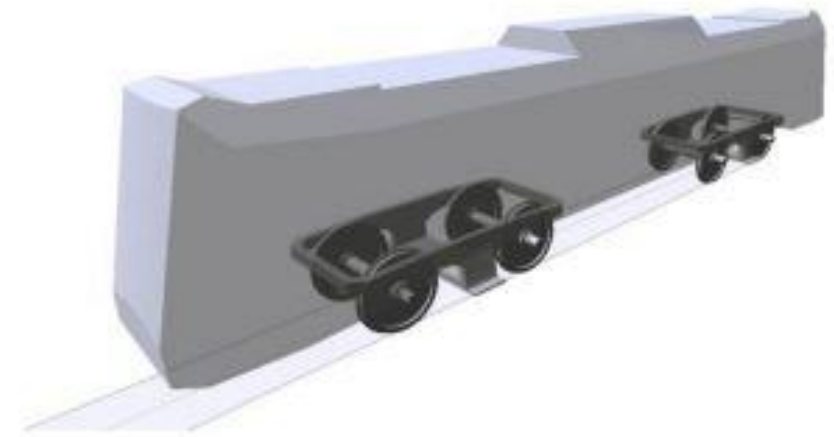


Schéma postupu řešení

PLÁNOVANÉ METODY

Ověření SJKV

- Simulace jedoucího kolejového vozidla Univerzity Pardubice
- komplexní model železničního vozidla
- lokomotiva 90 t



SJKV

Zelenka, 2014

ZÁVĚR

Semi-aktivní řízení tlumičů

- zvýšení cestovní rychlost díky vyšší stabilitě podvozků
- snížení opotřebení kolejí v obloucích → pokles nákladů na údržbu tratí
- řešení použitelné pro současné modely



Škoda 109

DĚKUJI VÁM ZA POZORNOST

Filip Jeniš, Ing.

Filip.Jenis@vutbr.cz



ÚSTAV
KONSTRUOVÁNÍ

www.ustavkonstruovani.cz

VĚDECKÉ OTÁZKY

Otázka 1:

Jaký ovlivní semi-aktivní řízení tlumičů vrtění velikost kritické rychlosti železničního vozidla oproti tlumičům pasivním při zachování stejné laterální síly kola na kolej při průjezdu obloukem.

Otázka 2:

Jaké jsou možnosti a limity udržování odpružené hmoty v jiné než výchozí poloze pomocí semi-aktivního řízení tlumiče?

Otázka 3:

Jaký vliv na laterální síly na kolej bude mít semi-aktivní algoritmus řízení tlumiče vrtění stáčeující podvozek do oblouku?

Otázka 4:

Jaký vliv na efektivitu použité semi-aktivní strategie bude mít časová odezva a dynamický rozsah tlumiče.