

Diplomová práce

Simulační model řízeného poddajného obráběcího stroje Sliding Star

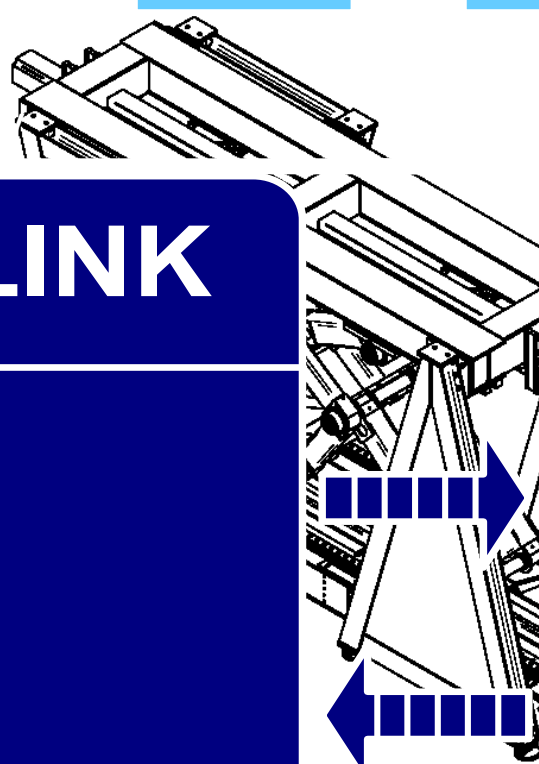
Josef Novák

Cíle práce

Výměna dat \rightarrow Model stroje \rightarrow Sliding Star \rightarrow Regulable system \rightarrow Ko-simulace

SIMULINK

SIMPACK



Obsah

- Matematický model stroje Sliding Star
 - Simulink
 - Tuhý model
 - Simpack
 - Tuhý model
 - Poddajný model
 - Poddajná ramena
- Model řízení
 - Bez kompenzace přetahování pohonů
 - S kompenzací přetahování pohonů
- Výsledky, porovnání, závěr

Matematický model stroje Simulink – Tuhý model

- Lagrangeovy rovnice smíšeného typu (LRST)

$$M\ddot{s} - \Phi^T \lambda = g + Tu$$

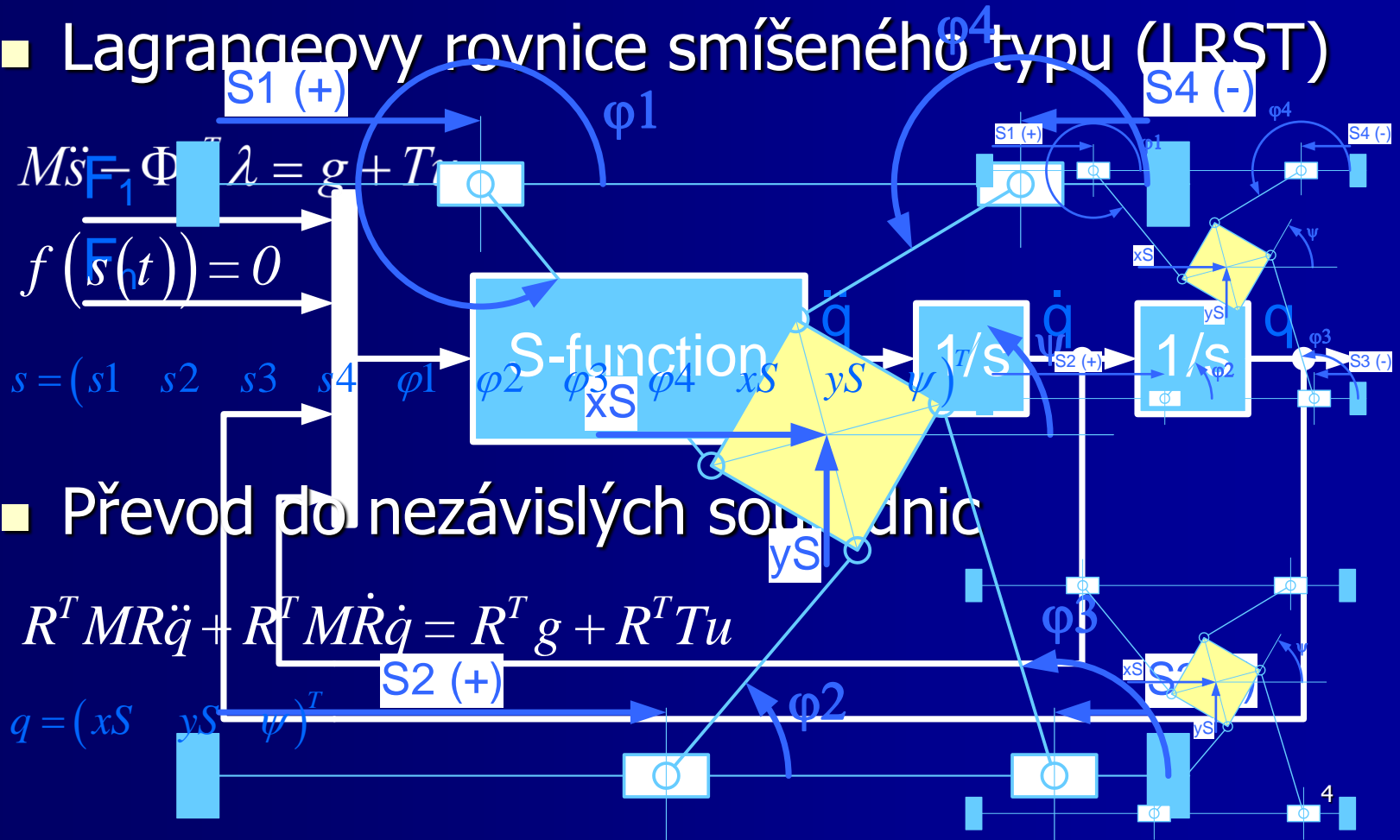
$$f(\underline{s}(t)) = 0$$

$$s = (s_1 \ s_2 \ s_3 \ s_4)$$

- Převod do nezávislých souřadnic

$$R^T MR\ddot{q} + R^T MR\dot{q} = R^T g + R^T Tu$$

$$q = (x_S \ y_S \ \psi)^T$$



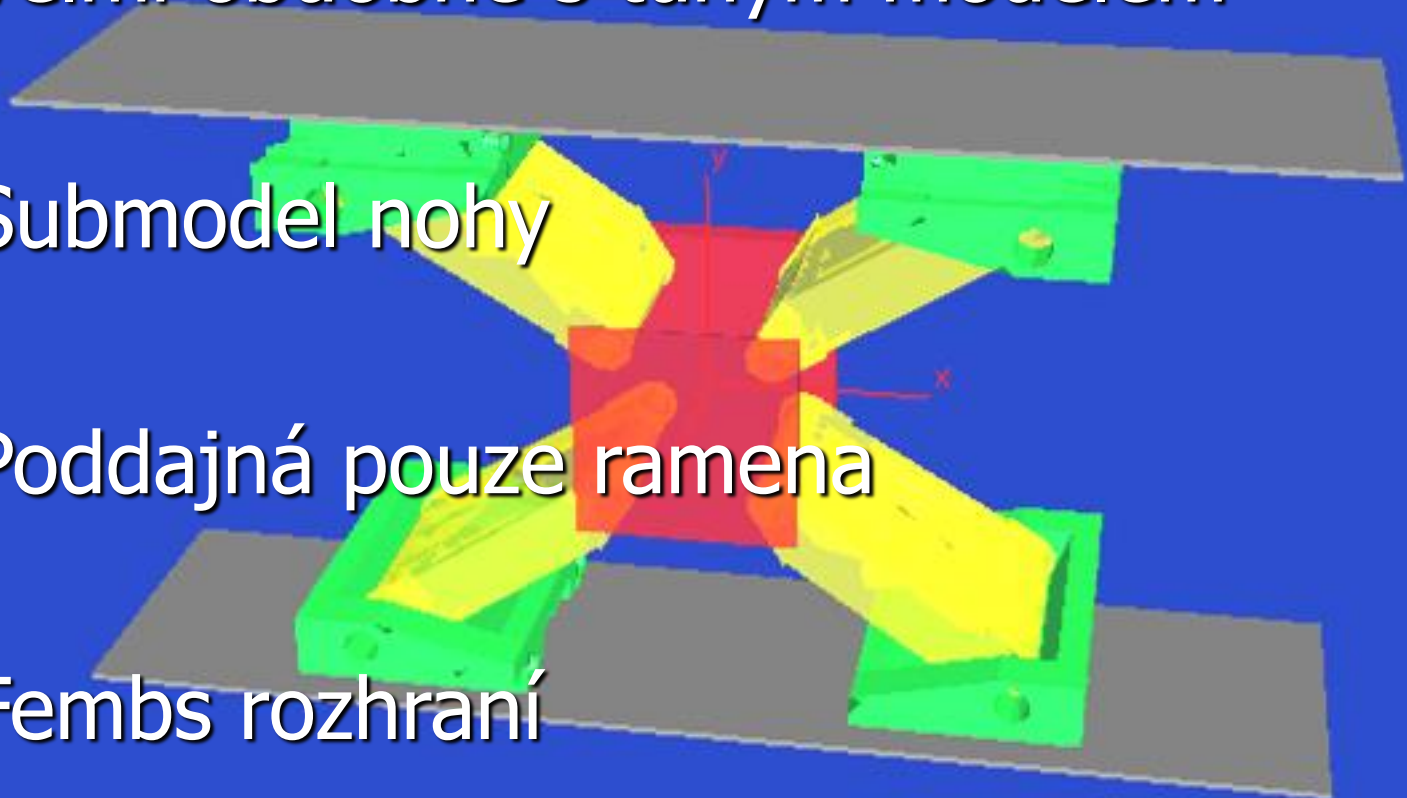
Matematický model stroje Simpack – Tuhý model

- 5 otevřených řetězců
 - 4 nohy a platforma
 - 4 vazbové podmínky
 - Připojení nohou k platformě (\mathbf{x}, \mathbf{y})
 - Doplnění vstupů a výstupů $(\mathbf{F}_i, \mathbf{q}_i)$
 - Pro ko-simulační spojení
- 

Matematický model stroje

Simpack – **Poddajný model**

- Velmi obdobné s tuhým modelem
- Submodel nohy
- Poddajná pouze ramena
- Fembs rozhraní



Poddavná ramena

■ MKP model

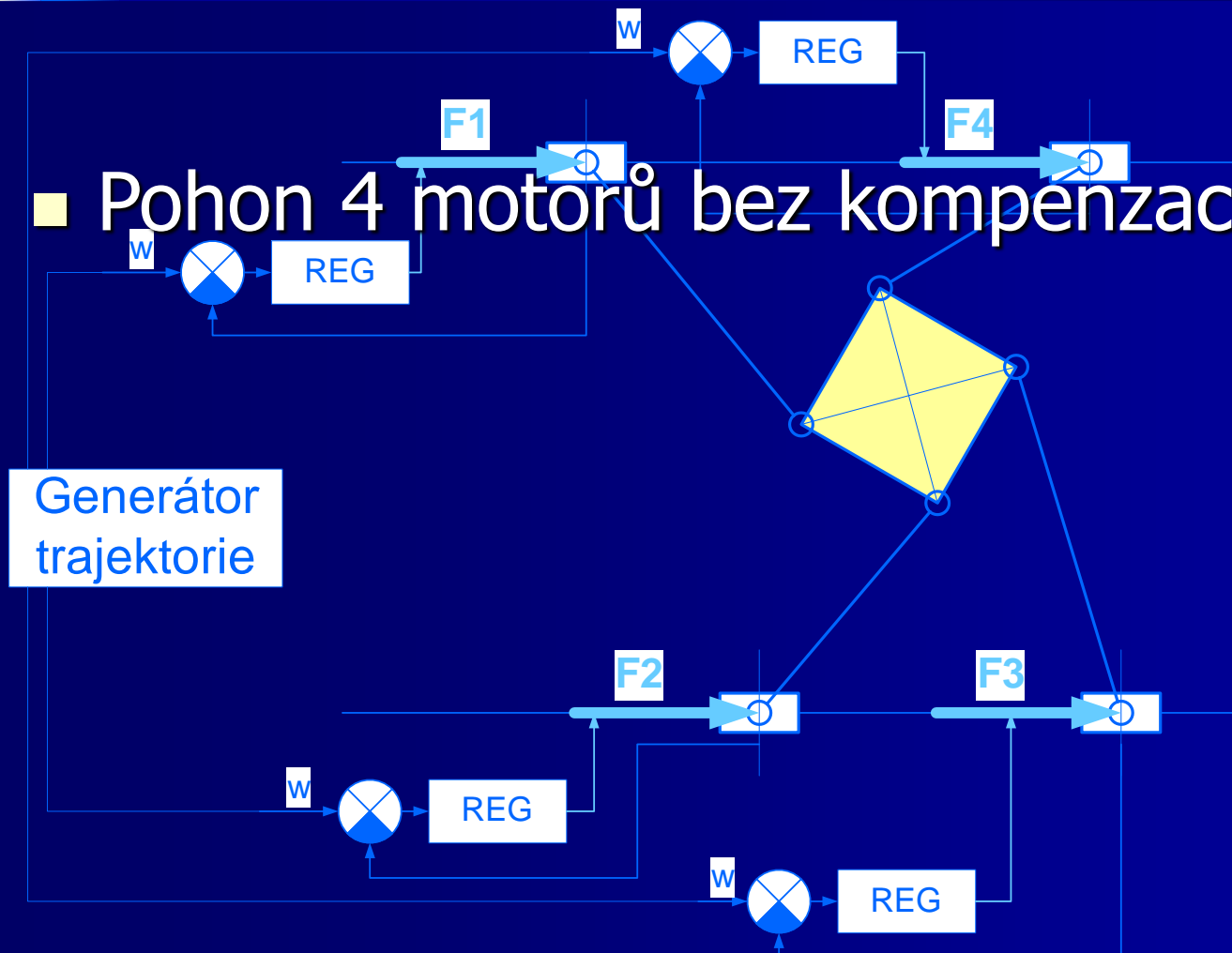
■ Redukce
z 6780



Ω [Hz]	MKP model 6780 DOF ($u_x, u_y, u_z,$ ϕ_x, ϕ_y, ϕ_z)	Redukce rotačních DOF 3402MDOF (u_x, u_y, u_z)	Redukce uzlů 2000 MDOF (u_x, u_y, u_z)	Redukce uzlů 1000 MDOF (u_x, u_y, u_z)
1.	0	0	0,15	0,13
2.	0	0	0,19	0,15
3.	0	0,13	0,24	0,16
4.	0,11	0,18	0,41	0,36
5.	0,12	0,42	3,46	5,86
6.	0,14	0,58	7,03	9,87
7.	465,29	465,37	465,72	466,56
8.	489,89	489,89	494,77	494,93
9.	491,04	491,04	495,82	495,97
10.	579,87	579,87	585,71	586,31
11.	582,06	582,06	588,29	588,68
12.	609,96	609,96	612,67	612,75
13.	614,88	614,89	619,26	621,01
14.	629,14	629,15	632,36	632,88
15.	631,81	631,82	638,17	640,46
16.	639,60	639,60	643,75	647,44
17.	647,89	647,90	654,01	655,12
18.	654,12	654,13	658,46	662,41
19.	659,51	659,51	664,87	670,28
20.	672,15	672,16	678,04	681,24

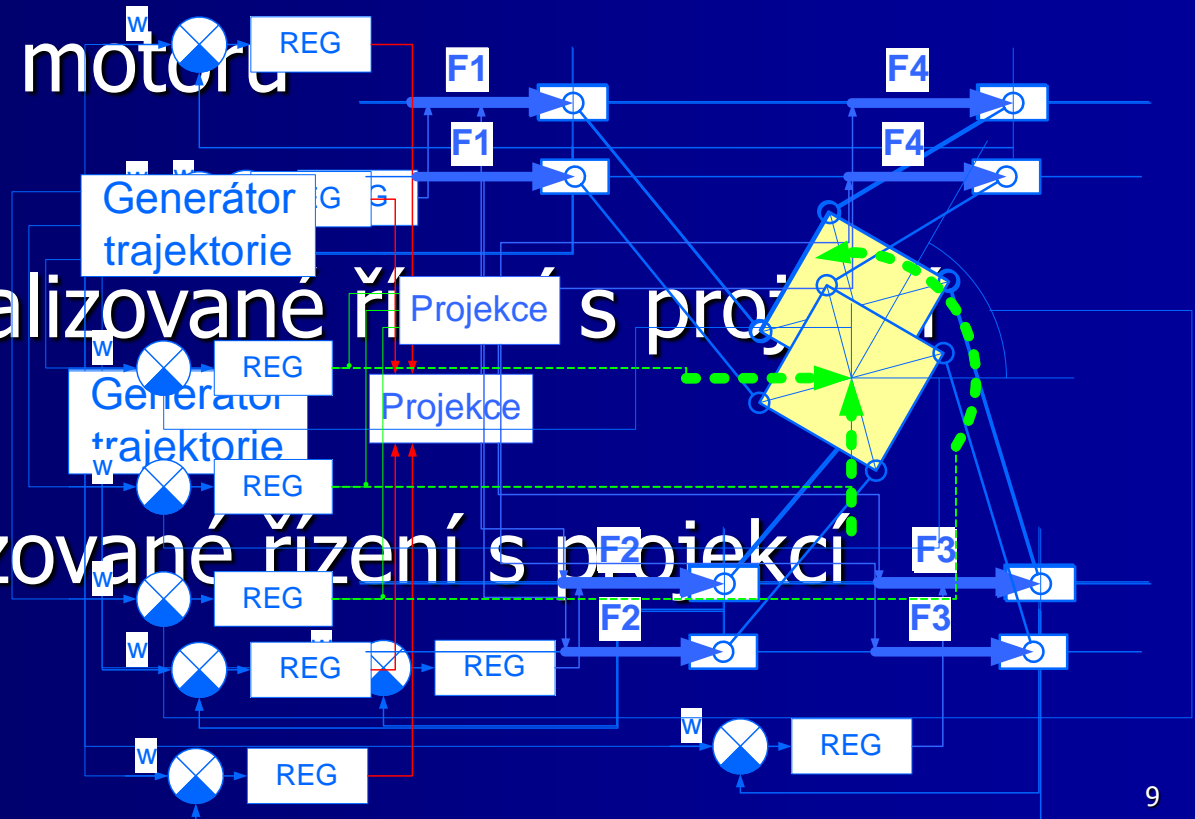
Model řízení bez kompenzace přetahování

■ Pohon 4 motorů bez kompenzace



Model řízení s kompenzací přetahování

- Pohon 3 motorů
- Decentralizované řízení s projekcí
- Centralizované řízení s projekcí

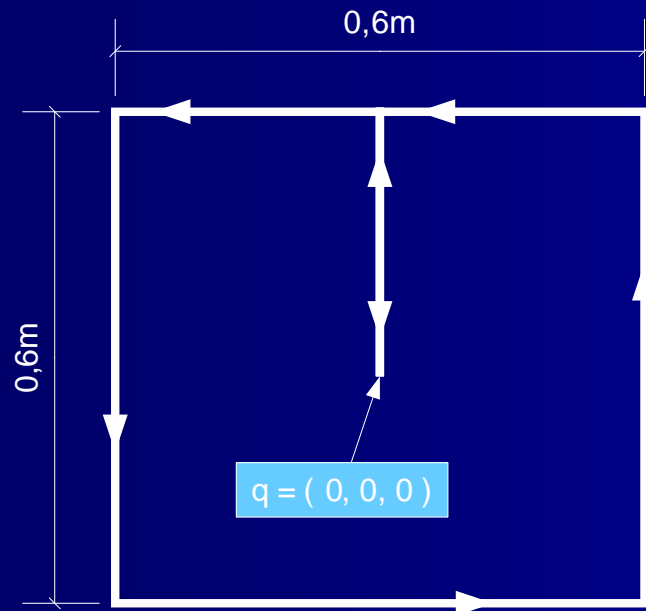


Zkušební trajektorie

- Výchozí bod = koncový bod

$$- q_s = q_f = \begin{pmatrix} x_S \\ y_S \\ \psi \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

- Tvar



Výsledky

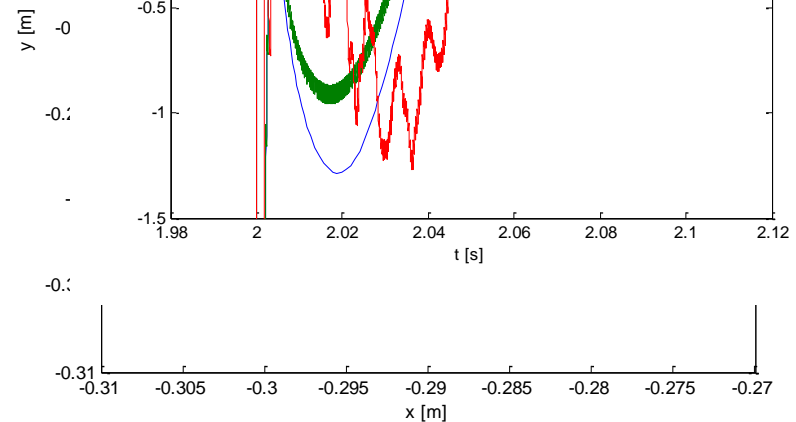
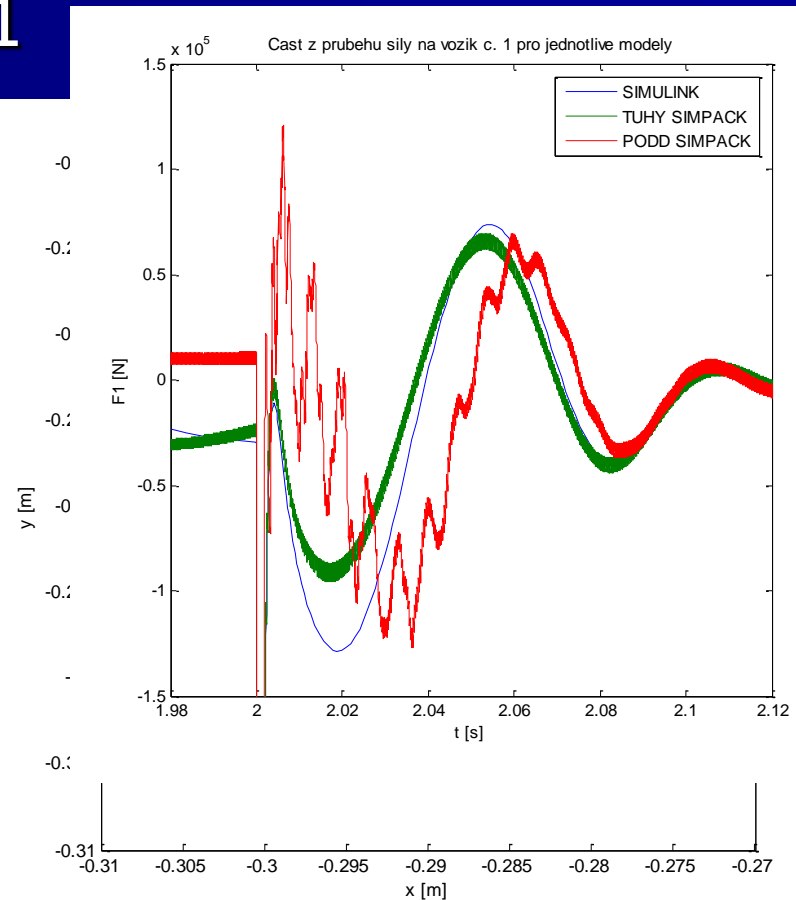
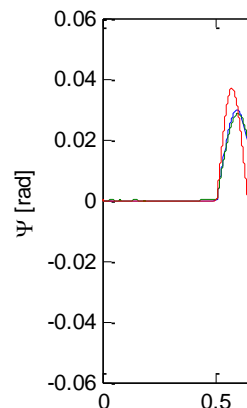
Pohon 4 motorů bez kompenzace

(3 modely)

- Průběh sil na vozík č. 1

- Nežádoucí natočení platformy

- Průběh zkušebních trajektorií

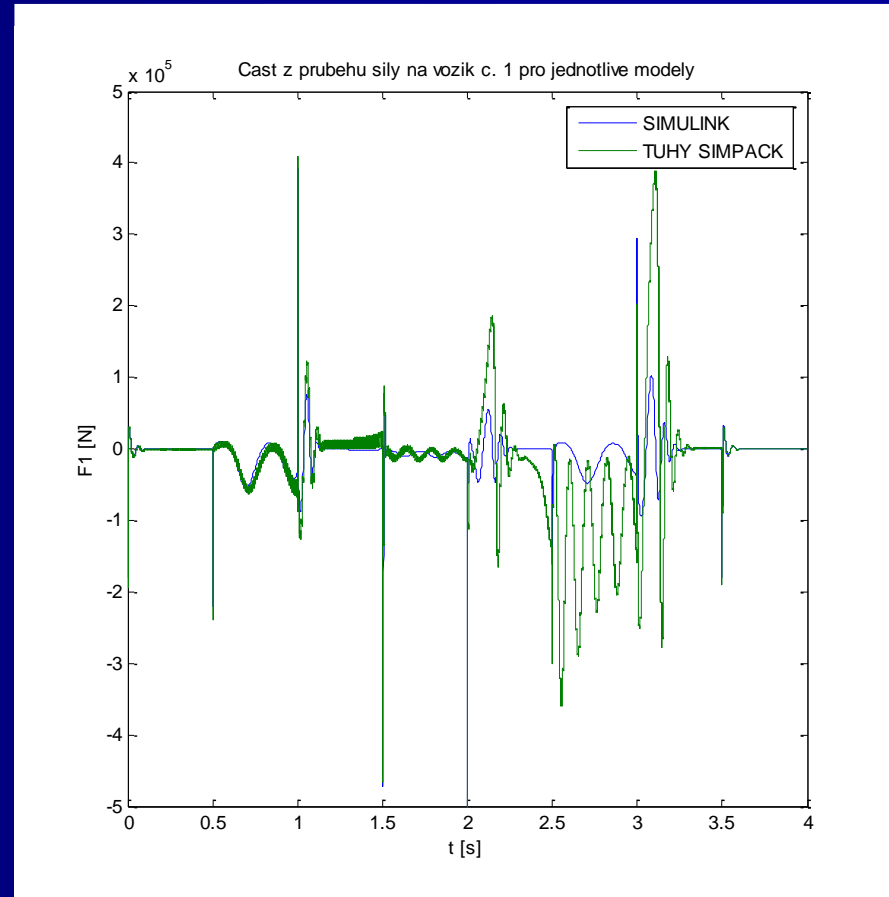


Výsledky

Pohon 3 motorů

(2 modely)

- Dopad časového kroku pro výměnu dat mezi systémy
- Charakter sil $\approx 1 \cdot 10^5 \text{ N}$

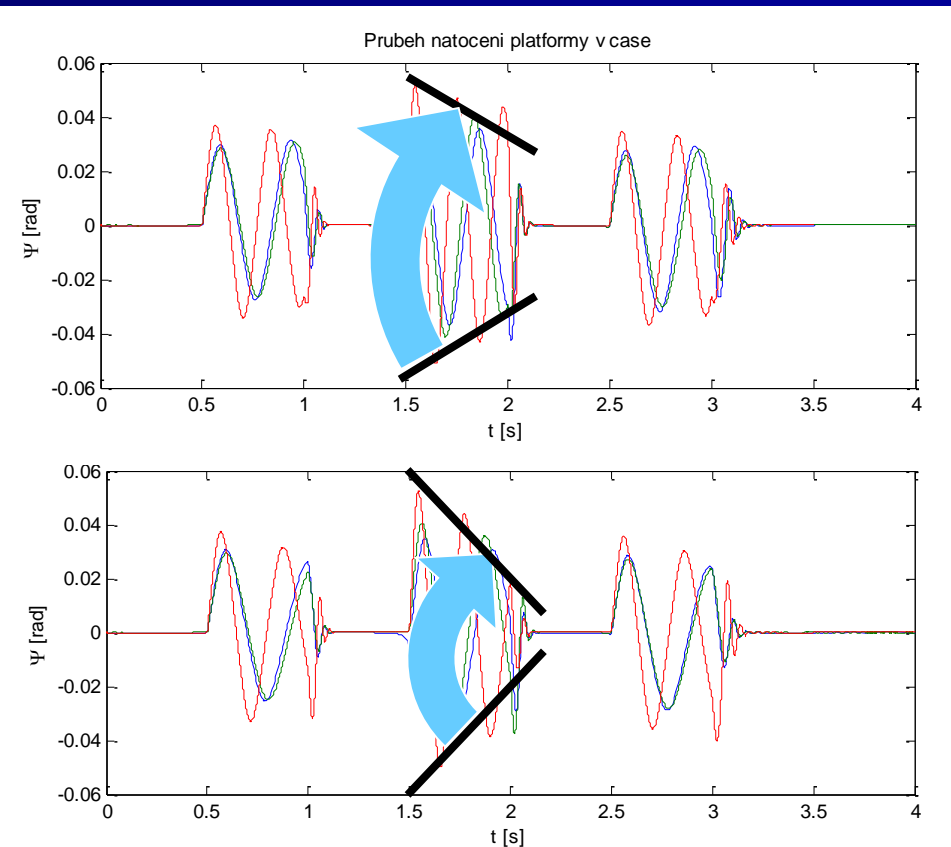
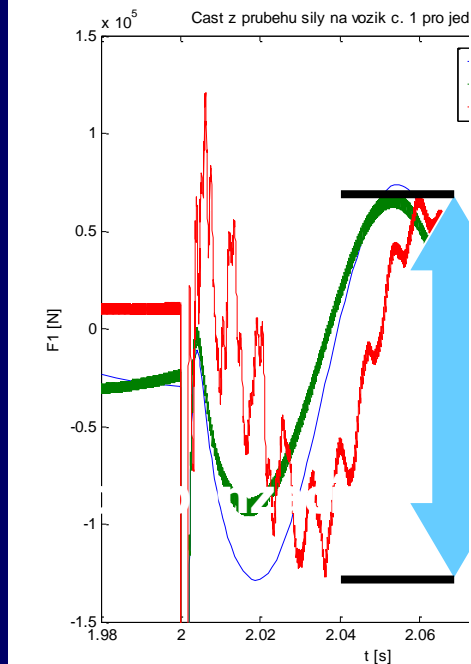


Výsledky

Decentralizované řízení s projekcí (3 modely)

■ Porovnání šířky pásma řízení platformy u řízení ...

Bez kompenzace
Bez kompenzace

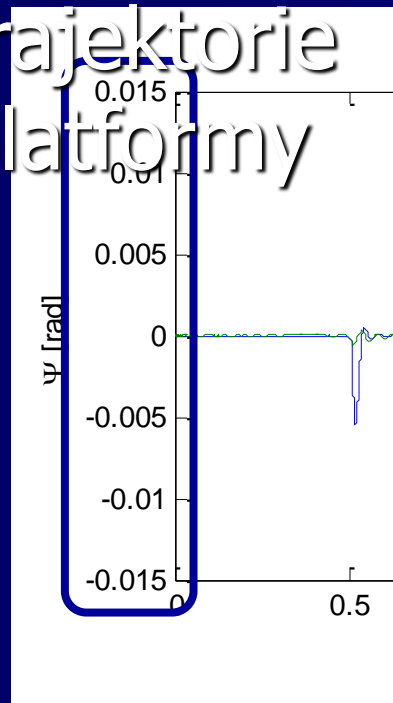


Výsledky

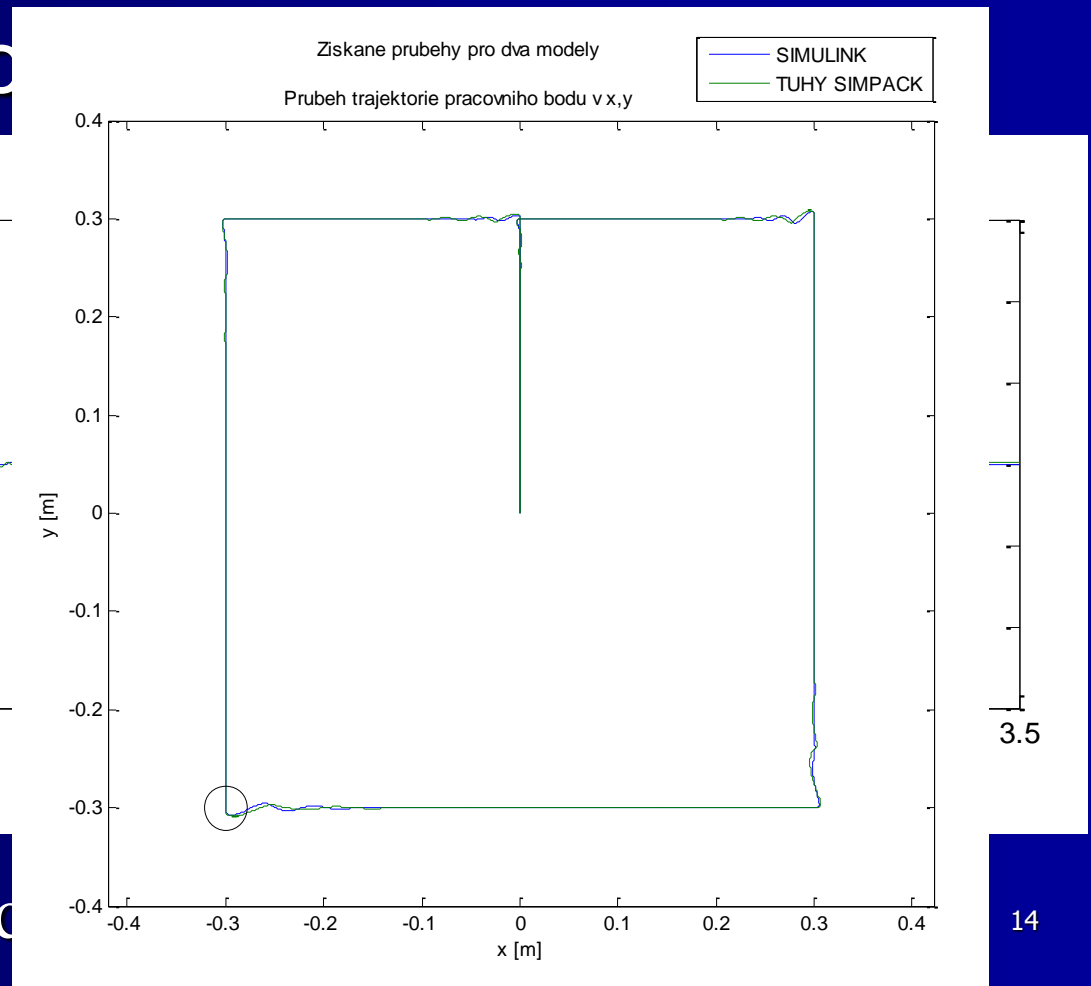
Centralizované řízení s projekcí

(2 modely)

- Výsledná trajektorie platformy



$$\epsilon_{\max} \approx 0.01 \text{ rad}$$



Závěr

- Simulace vs. Ko-simulace
- Tuhý vs. Poddajný model
- Simpack, dostupnost, licence