

Návrh průmyslového robotu se šesti stupni volnosti

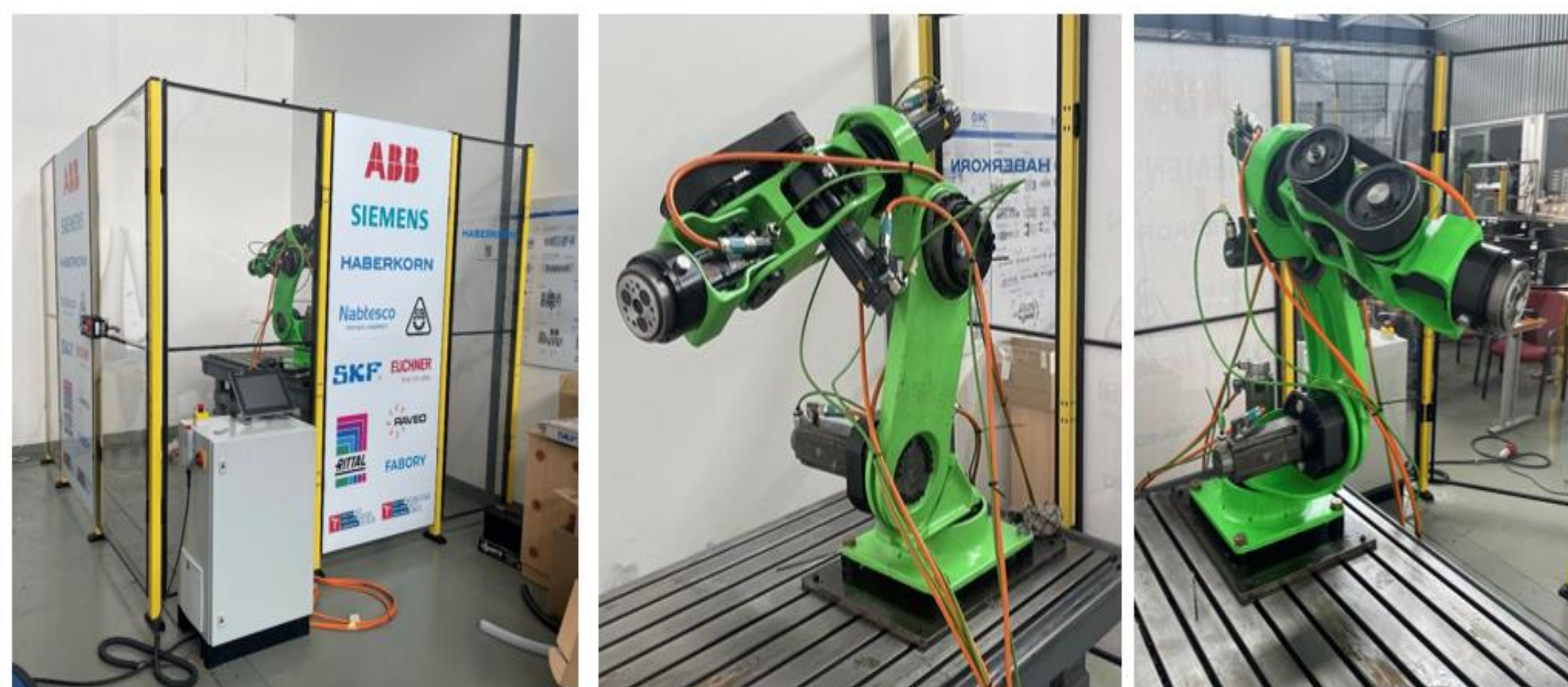
Ondřej Štefek

Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky



Představení práce

- Práce má za cíl navrhnout, postavit a oživit průmyslový robot
- Práce je navržena ve spolupráci s 11 firmami a fyzicky postavena na dílnách Ústavu výrobních strojů, systémů a robotiky



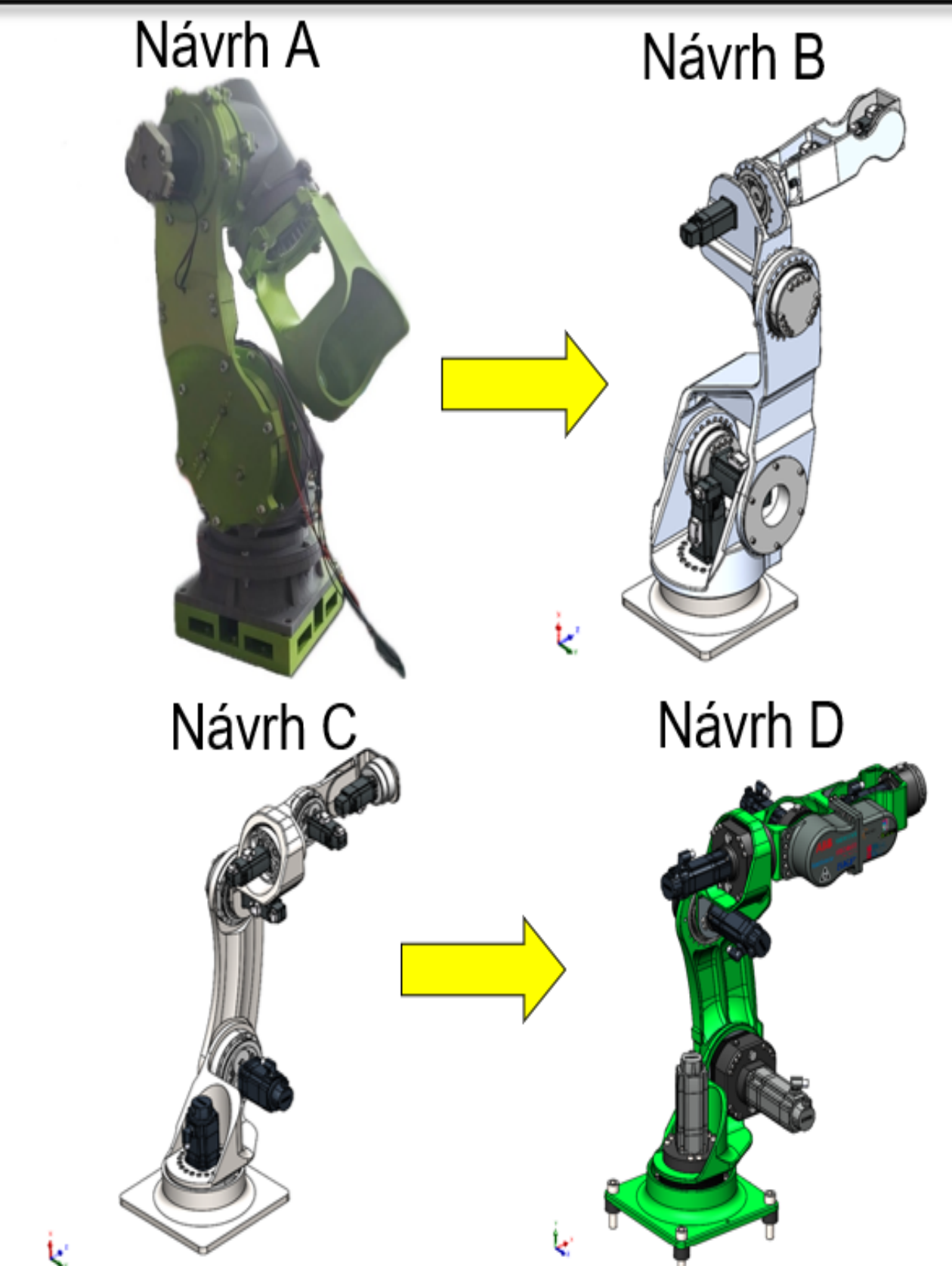
ÚVSSR Obhajoba diplomové práce Stavba robotu se šesti stupni volnosti

Vypracované cíle práce a proces návrhu robotu

- Byly navrženy celkem 4 varianty v průběhu 2,5 roku

Vypracované cíle práce:

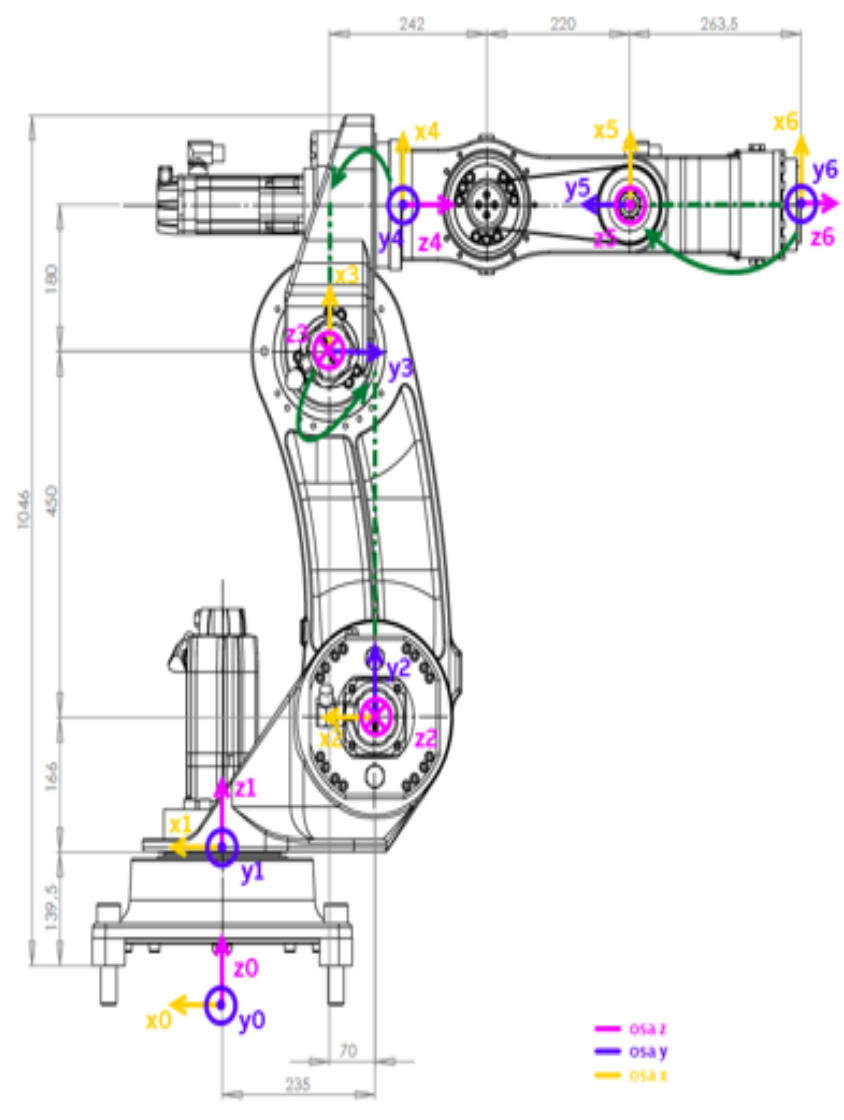
- Analýza dostupných řešení a návrh variant
- Rozbor robotu z hlediska kinematiky a dynamiky
- Konstrukce robotu a technologie výroby dílců
- Elektrotechnika robotu – zapojení robotu
- Oživení robotu - programování
- Posouzení rizik dle EN ISO 12100
- Cenová kalkulace a porovnání s komerčně dostupnými roboty



ÚVSSR Obhajoba diplomové práce Stavba robotu se šesti stupni volnosti

Kinematika, dynamická MBS analýza a ověření odlitků MKP

Kinematika

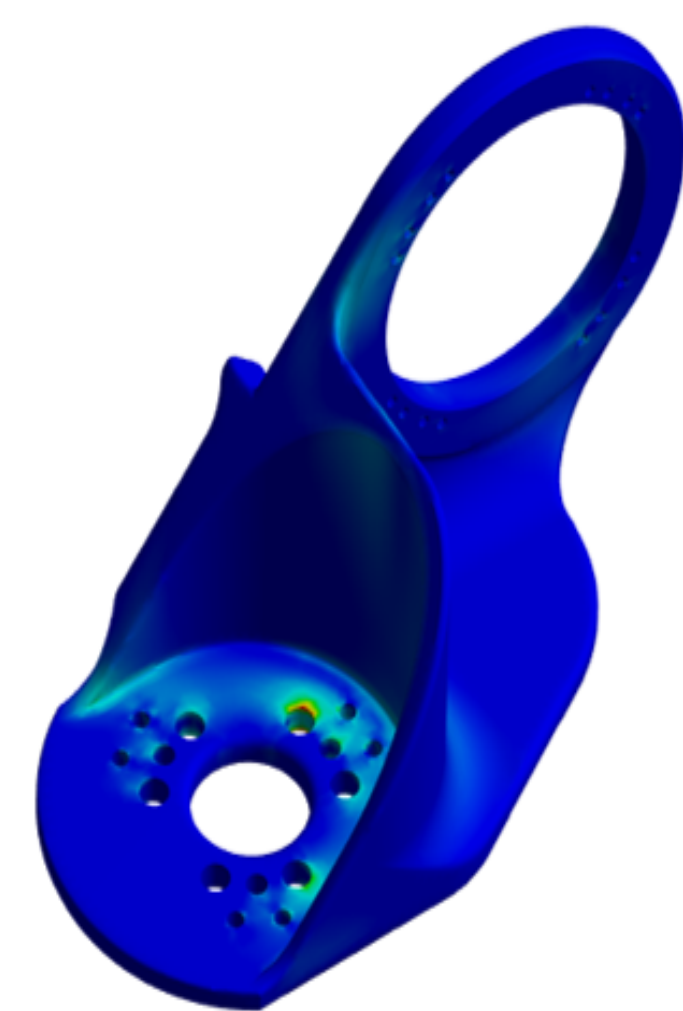


Dynamika a ověření odlitků

- Na základě sil z MBS analýzy byly odlitky ověřeny pomocí MKP v programu Ansys

B: Odlitek 2
Equivalent Stress
Type: Equivalent (von-Mises) Sb
Units: MPa
Time: 417
08.02.2024 17:35

86,874 Max
77,222
67,569
57,916
48,264
38,611
28,958
19,306
9,653
0,00038737 Min



$$H_{0-1} = \begin{bmatrix} c_{\theta_1} & -s_{\theta_1}c_{\alpha_1} & s_{\theta_1}s_{\alpha_1} & a_1c_{\theta_1} \\ s_{\theta_1} & c_{\theta_1}c_{\alpha_1} & -c_{\theta_1}s_{\alpha_1} & a_1s_{\theta_1} \\ 0 & s_{\alpha_1} & c_{\alpha_1} & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\theta_1) & -\sin(\theta_1) \cdot \cos(\frac{\pi}{2}) & \sin(\theta_1) \cdot \sin(\frac{\pi}{2}) & 0 \cdot \cos(\theta_1) \\ \sin(\theta_1) & \cos(\theta_1) \cdot \cos(\frac{\pi}{2}) & -\cos(\theta_1) \cdot \sin(\frac{\pi}{2}) & 0 \cdot \sin(\frac{\pi}{2}) \\ 0 & \sin(\frac{\pi}{2}) & \cos(\frac{\pi}{2}) & 0,3055 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$H_{0-6} = H_{0-1} \cdot H_{1-2} \cdot H_{2-3} \cdot H_{3-4} \cdot H_{4-5} \cdot H_{5-6}$$

ÚVSSR Obhajoba diplomové práce Stavba robotu se šesti stupni volnosti

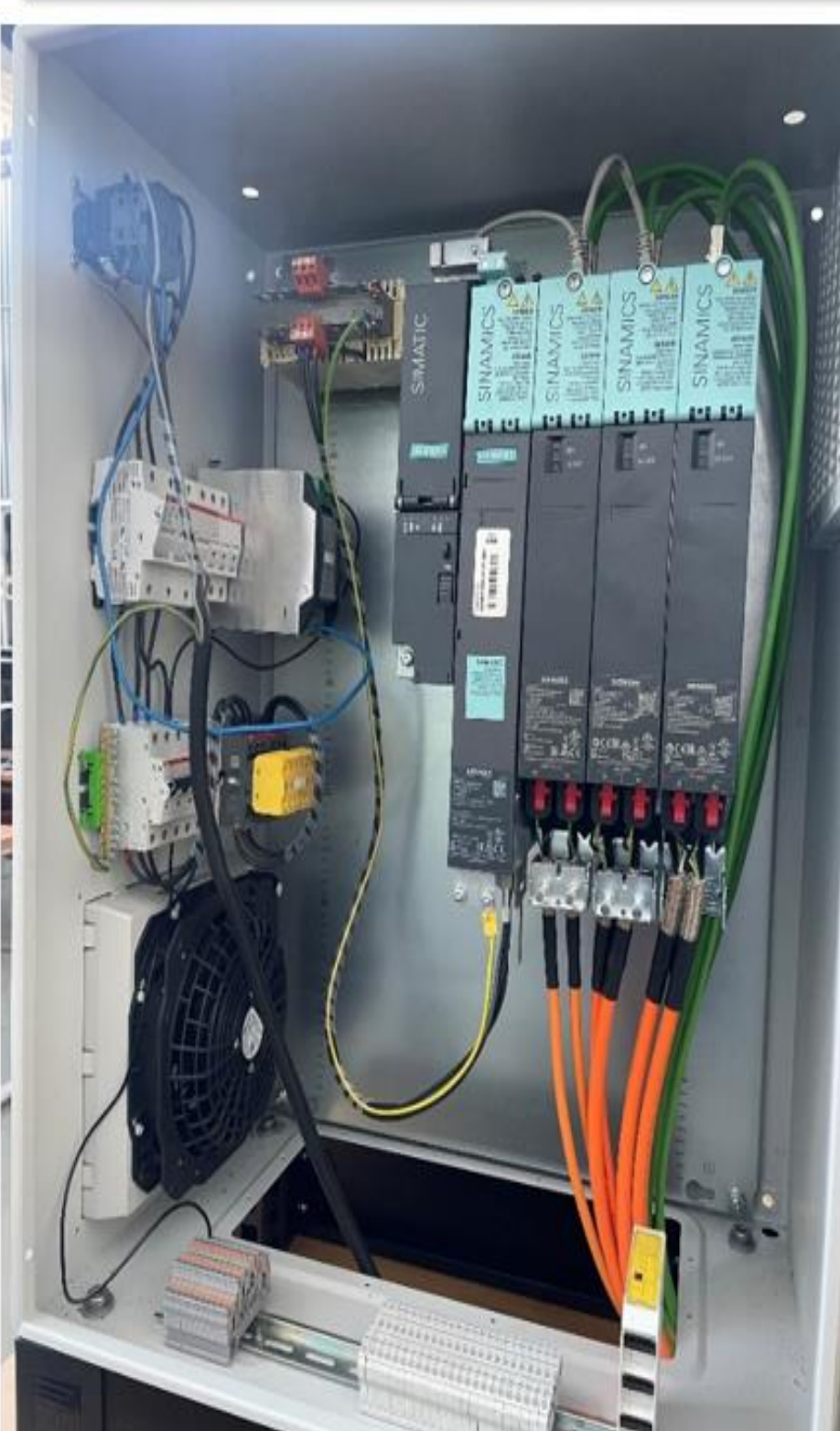
Výroba dílců a odlitků

- Bylo vyrobeno celkem 42 dílců (včetně odlitků)
- Odlitky byly udělány Ústavem strojírenské technologie, obrábění a lakování firmou TOS Čelákovice
- Ke všem dílům je vytvořena výkresová dokumentace



ÚVSSR Obhajoba diplomové práce Stavba robotu se šesti stupni volnosti

Elektrotechnika a programování robotu



- Motory, měniče a DriveController pro ovládání os dodala firma Siemens
- Robot je programován přes program TIA portál v18, kinematika je řešena přes technologický objekt TO_kinematics

Osa	Motor	Převodový poměr [-]	Maximální moment [Nm]	Brzdny moment [Nm]	Maximální moment osy po převodu [Nm]	Maximální brzdny moment osy [Nm]
1	1FT7044	97,5	23	8	2 243	780
2	1FK7044	161	23	8	3 703	1 288
3	1FK7034	125,8	6,5	1,9	818	239
4	1FK7034	125,8	6,5	1,9	818	239
5	1FK7032	126	4,5	1,9	567	239
6	1FK7032	107,66	4,5	1,9	484	239

ÚVSSR Obhajoba diplomové práce Stavba robotu se šesti stupni volnosti

Cenová kalkulace a výhody oproti konkurenčním robotům

Cenová kalkulace

- Porovnání s robotem KUKA KR10, s cenou přibližně 607 tisíc Kč
- Navržený robot je cca 2,4x dražší kvůli zakázkové, jednodukové výrobě

Firma	Částka
Siemens	665 660
ABB/Nabtesco	246 733
TOS Čelákovice	405 099
Euchner	34 518
Rittal	10 400
Raveo, SKF, Fabory	38 030
VUT Brno	80 000
Celkem	1 480 400

Výhody oproti konkurenci

- Průmyslově dostupné řešení, snadno nahraditelné
- Jednoduchá výměna součástí na osách
 - Výhoda přímého náhonu os
- Absence dalšího rozhraní v programování robotu
 - Absence programátora robotů
 - Pouze nutnost PLC programátora



ÚVSSR Obhajoba diplomové práce Stavba robotu se šesti stupni volnosti