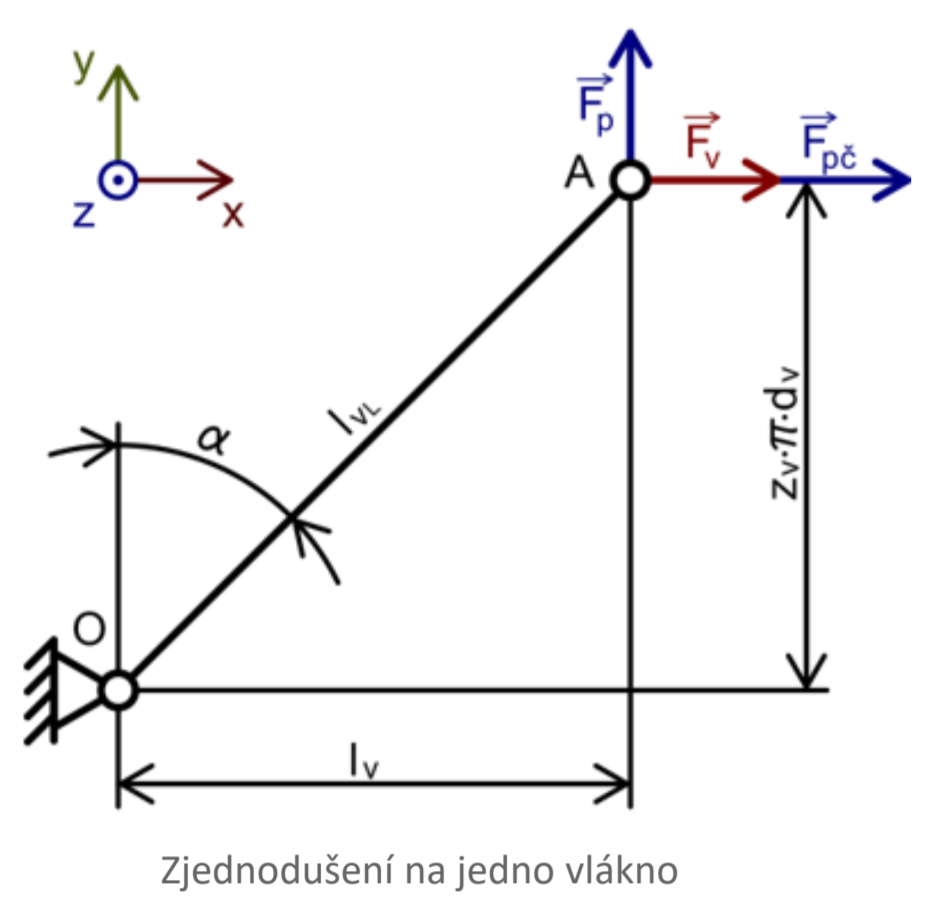
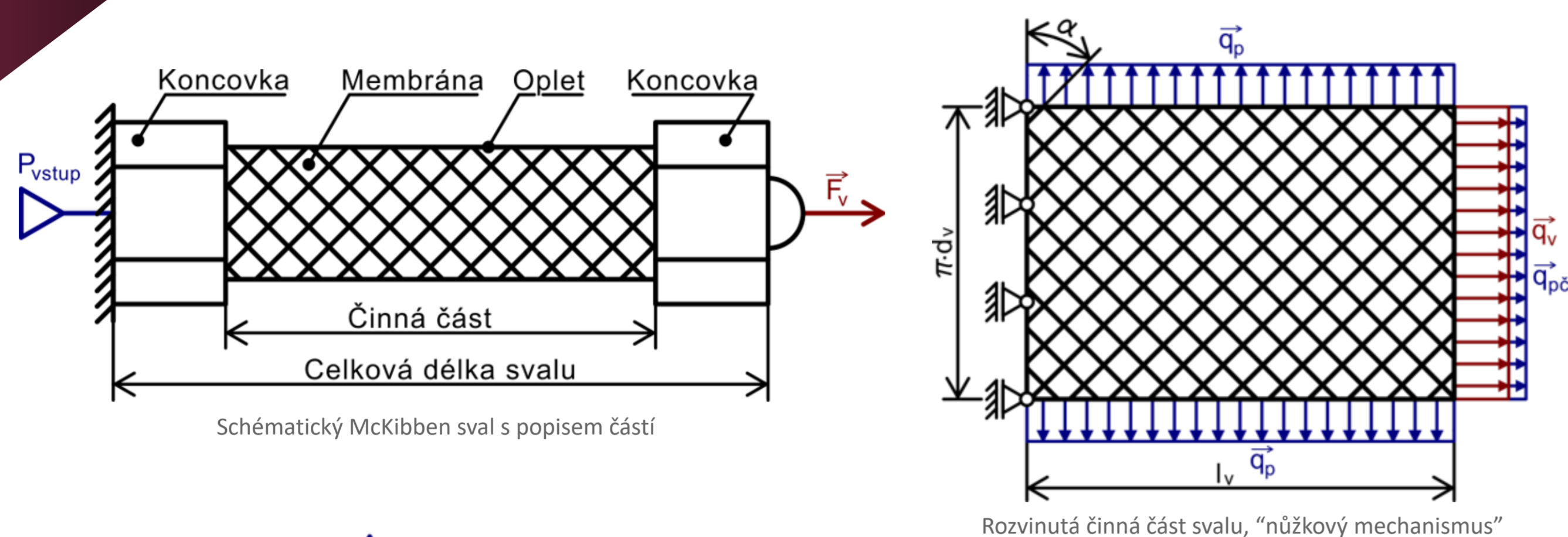


Vývoj a experimentální analýza umělého pneumatického svalu

Jan Pavlíček
Ústav konstruování

STATICKÉ UVOLNĚNÍ IDEÁLNÍHO MCKIBBEN SVALU



Potřebný tlak:

$$p(\alpha, F_v) = F_v \cdot \frac{A}{(\sin^2 \alpha - B \cdot \cos^2 \alpha)} \text{ [Pa]}$$

Výsledné natočení vláknů:

$$\alpha(p, F_v) = \tan^{-1} \left(\frac{A \cdot F_v + B \cdot p}{p - F_v \cdot A} \right); p \geq F_v \cdot A$$

Délka činné části:

$$l_v(\alpha) = l_{vl} \cdot \sin \alpha$$

Svalové konstanty:

$$A = \frac{2 \cdot \sin \alpha_0 \cdot \cos \alpha_0}{\pi \cdot d_{v0} \cdot l_{v0}} \text{ [m}^{-2}\text{]}$$

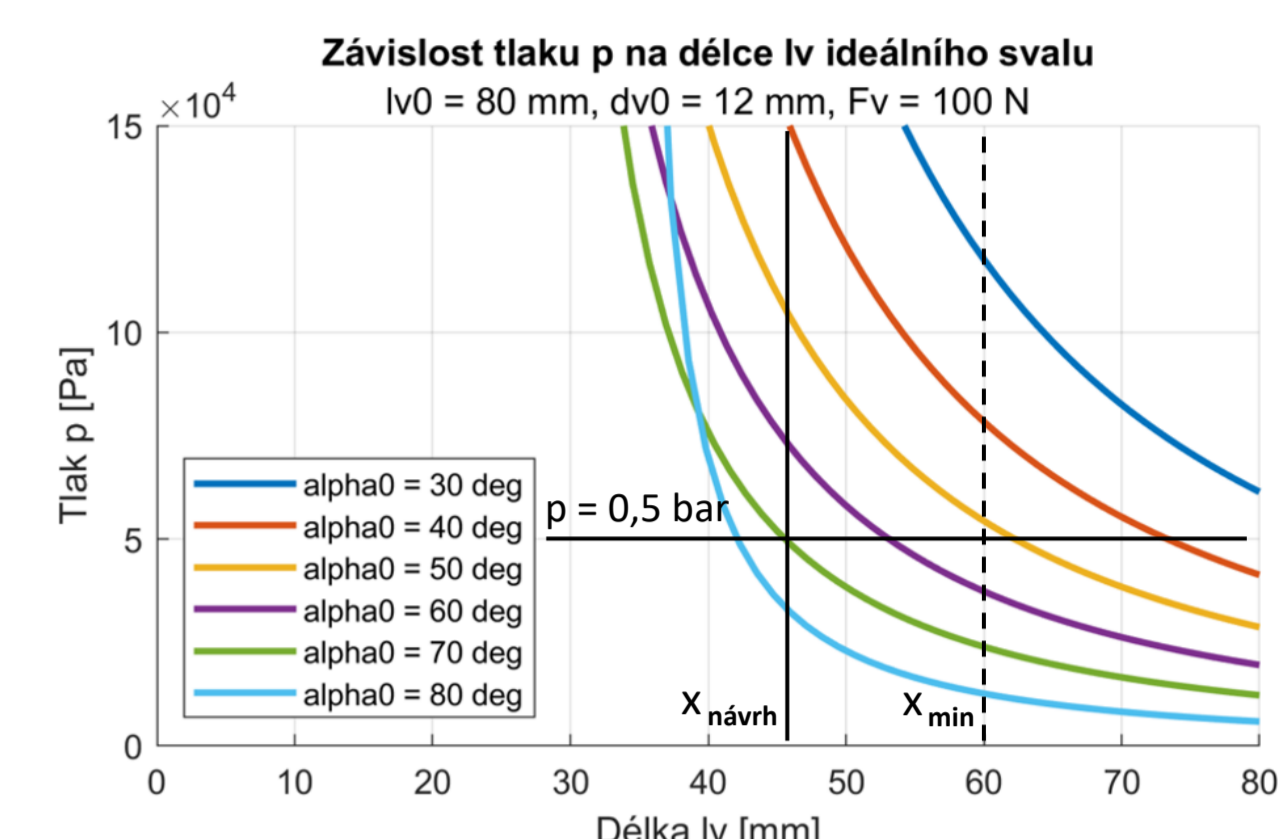
$$B = \frac{1}{2} \cdot \frac{d_{v0}}{l_{v0} \cdot \cotg \alpha_0} \text{ [-]}$$

1/6 ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

NAVRŽENÉ KONSTRUKČNÍ VARIANTY SVALŮ

- Pracovní tlak $p = 0,5 \text{ bar}$
- Minimální stažení $x_{\min} = 20 \text{ mm}$
- Počáteční natočení $\alpha_0 = 70^\circ$
- Krátká konstrukce $L = 100 \text{ mm}$
- Dlouhá konstrukce $L = 200 \text{ mm}$ (V1,V3,V4,V6)

Varianta svalu	Počet vláken	Provedení opletu	Počet cyklů	Projev únavy svalu	
V1	12	čep	3d tisk	2 263	Prasklé vlákno u čepu
V2	12	čep	3d tisk	1 841	Prasklé vlákno u vetknutí
V3	16	čep	3d tisk	3 238	Prasklé vlákno u vetknutí
V4	16	čep	3d tisk	1 245	Prasklé vlákno u vetknutí
V5	16	čep	3d tisk	52	Prasklé uchycení vláknů
V6	32	Kabelový oplet		4 866	Bez poruchy
V7	32	Kabelový oplet		6 350	Bez poruchy



Tabulka konstrukčních prvků navržených svalů

2/6 ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

NÁVRH METODIKY TESTOVÁNÍ



Cyklovací stanice (125 × 125 × 405 mm)

- Cyklické testování
- Měřené veličiny:
 - Počet cyklů
 - Posuv [1 mm] (detekce vad)
- Řízené veličiny:
 - Čas otevření ventilu [0,1–3 s]
 - Čas zavření ventilu [0,1–3 s]

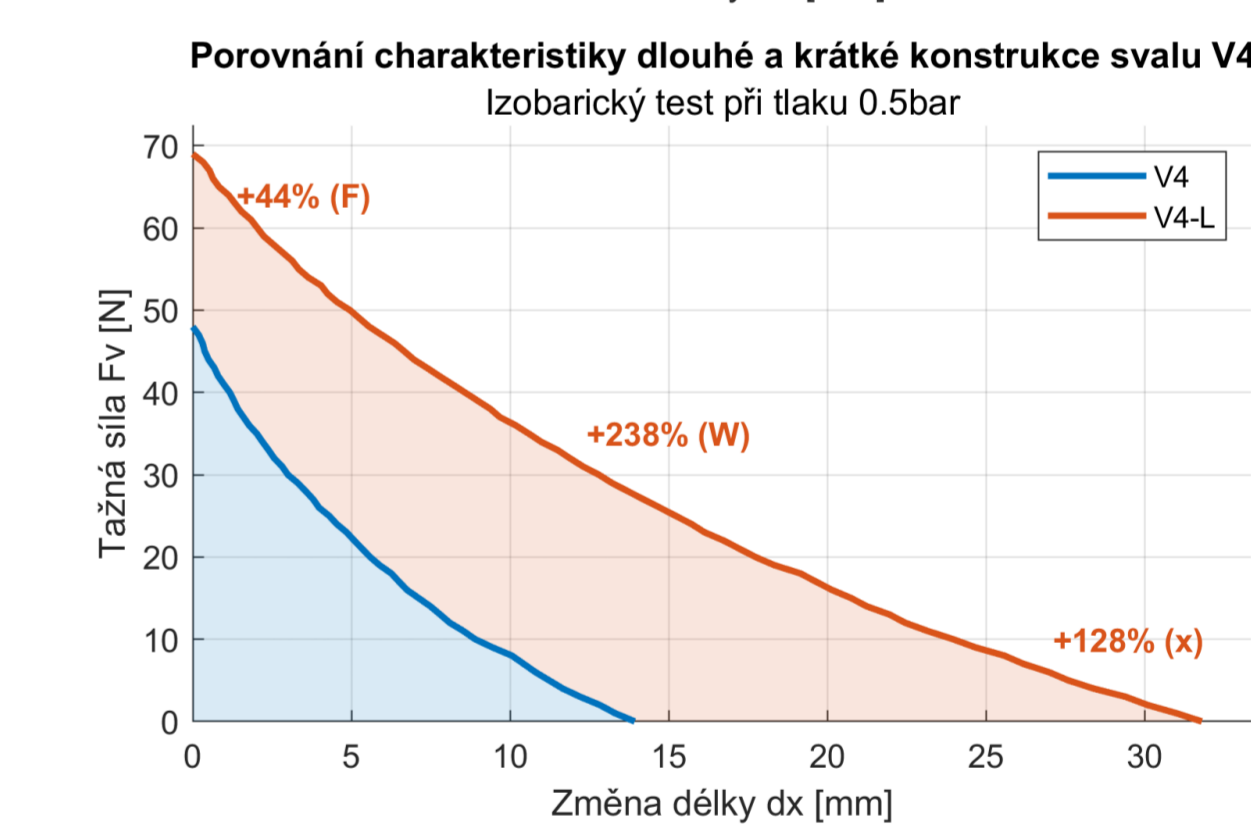
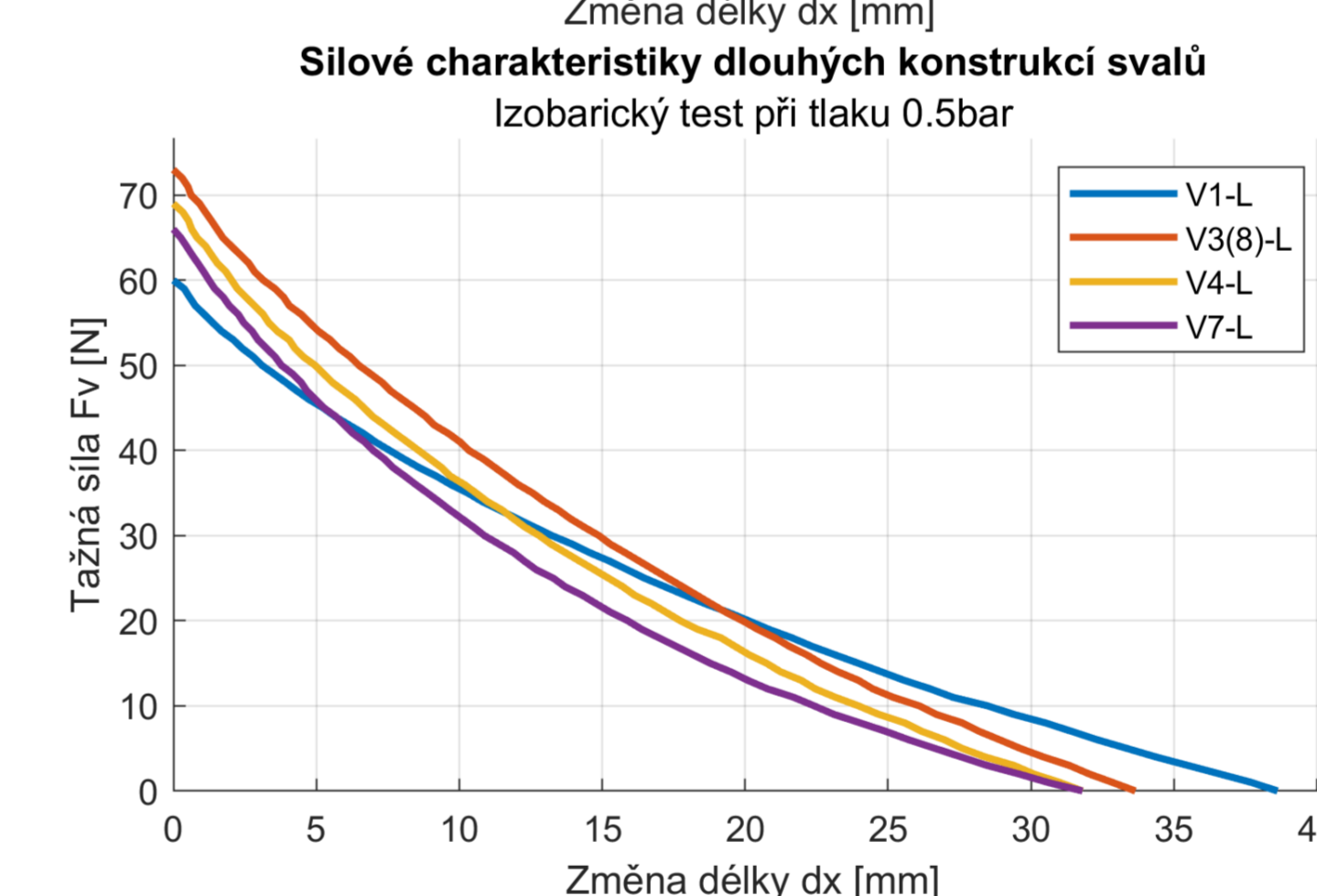
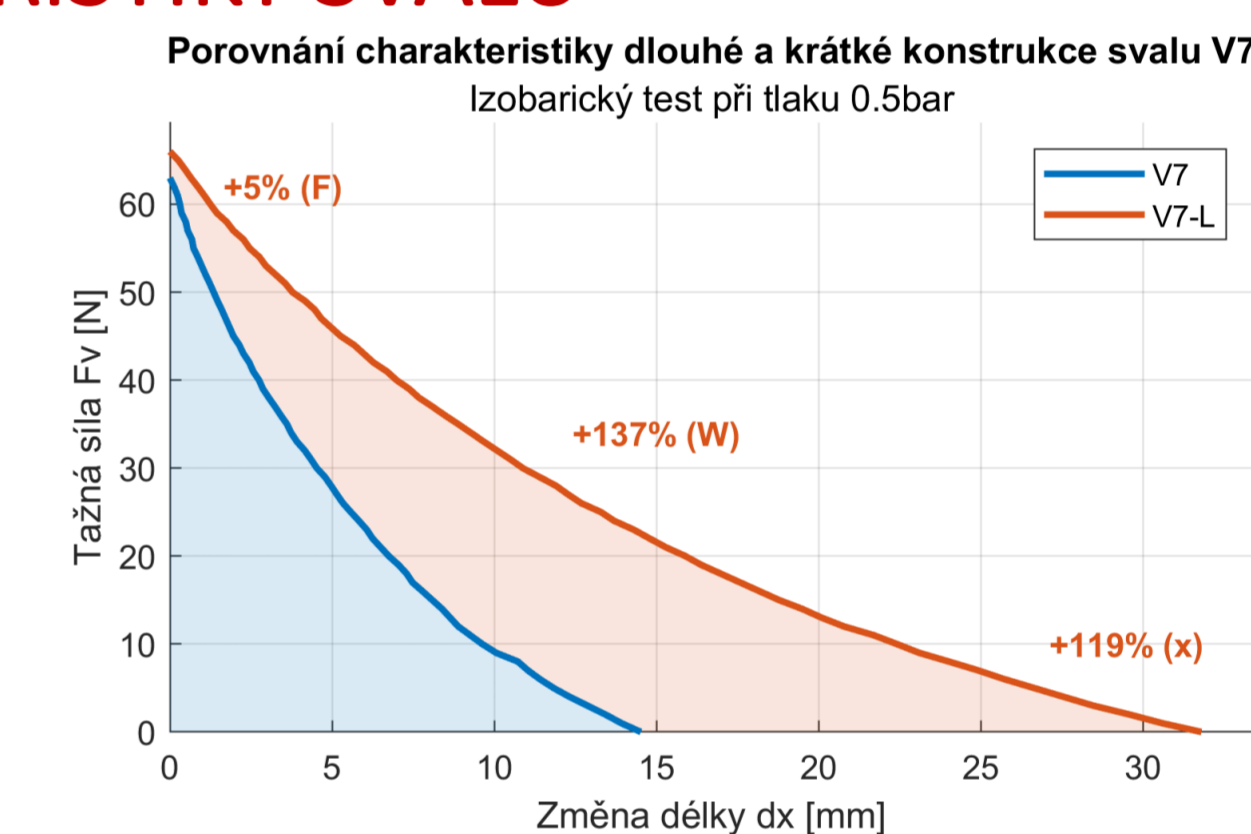
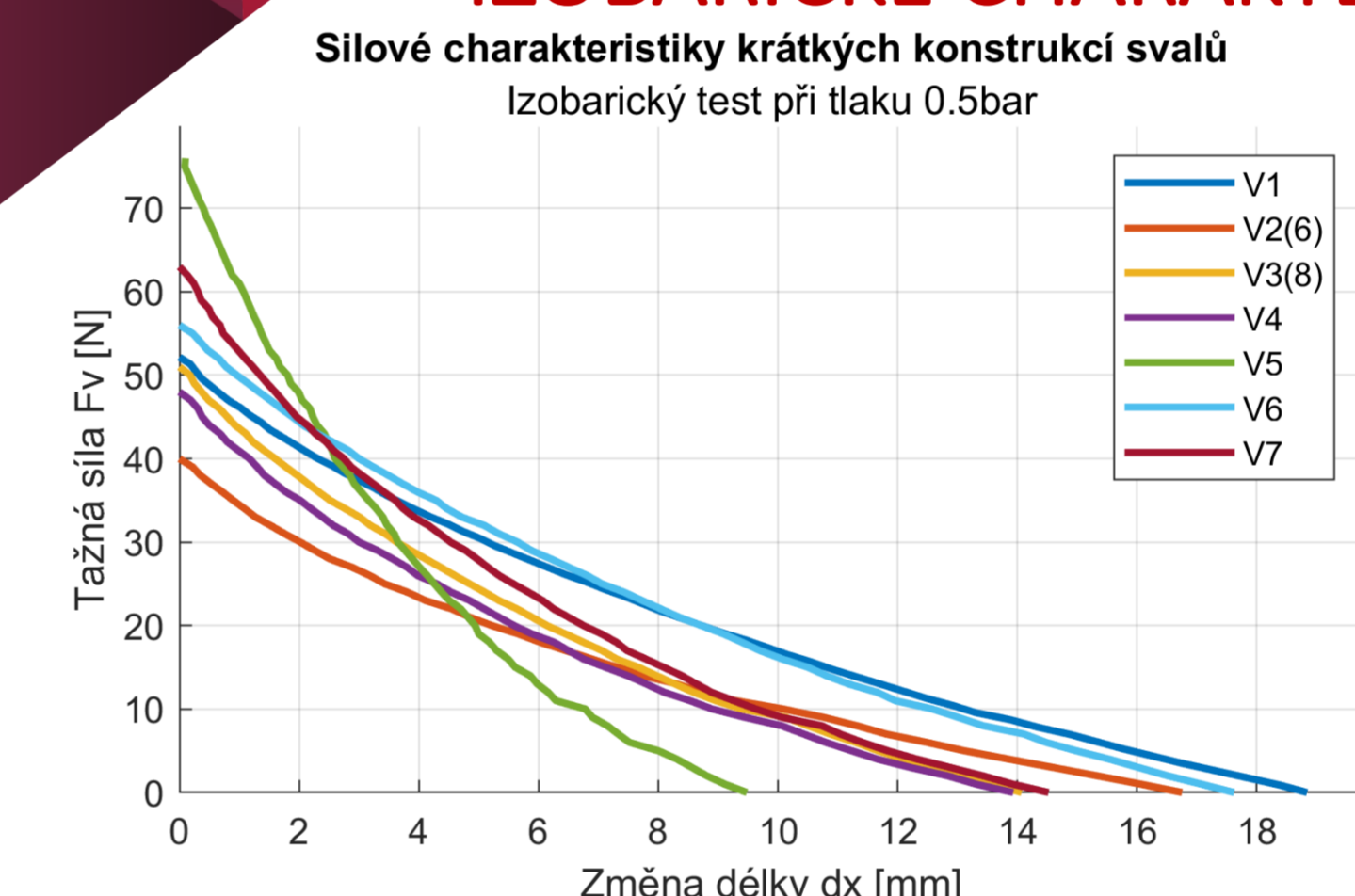
Měřicí stanice (225 × 225 × 720 mm)

- Izobarické testování
- Měřené veličiny:
 - Posuv [0,01 mm]
 - Síla [0,5 N]
- Řízené veličiny:
 - Posuv [0,01 mm]



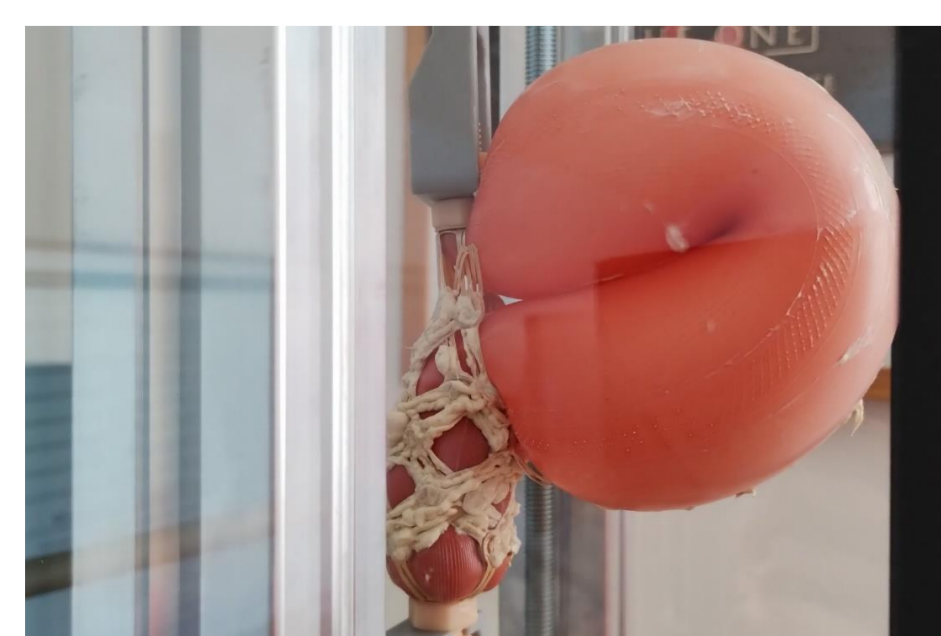
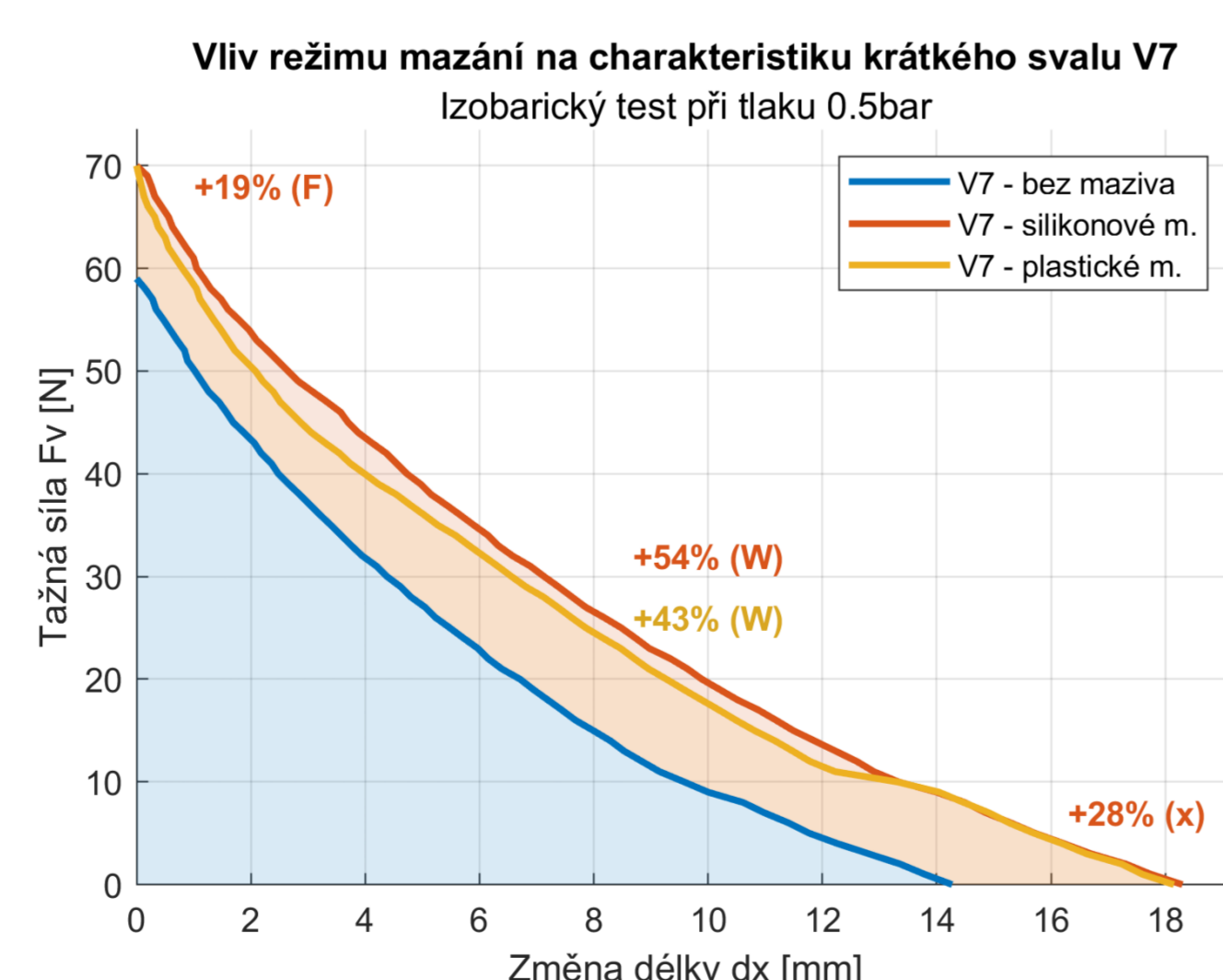
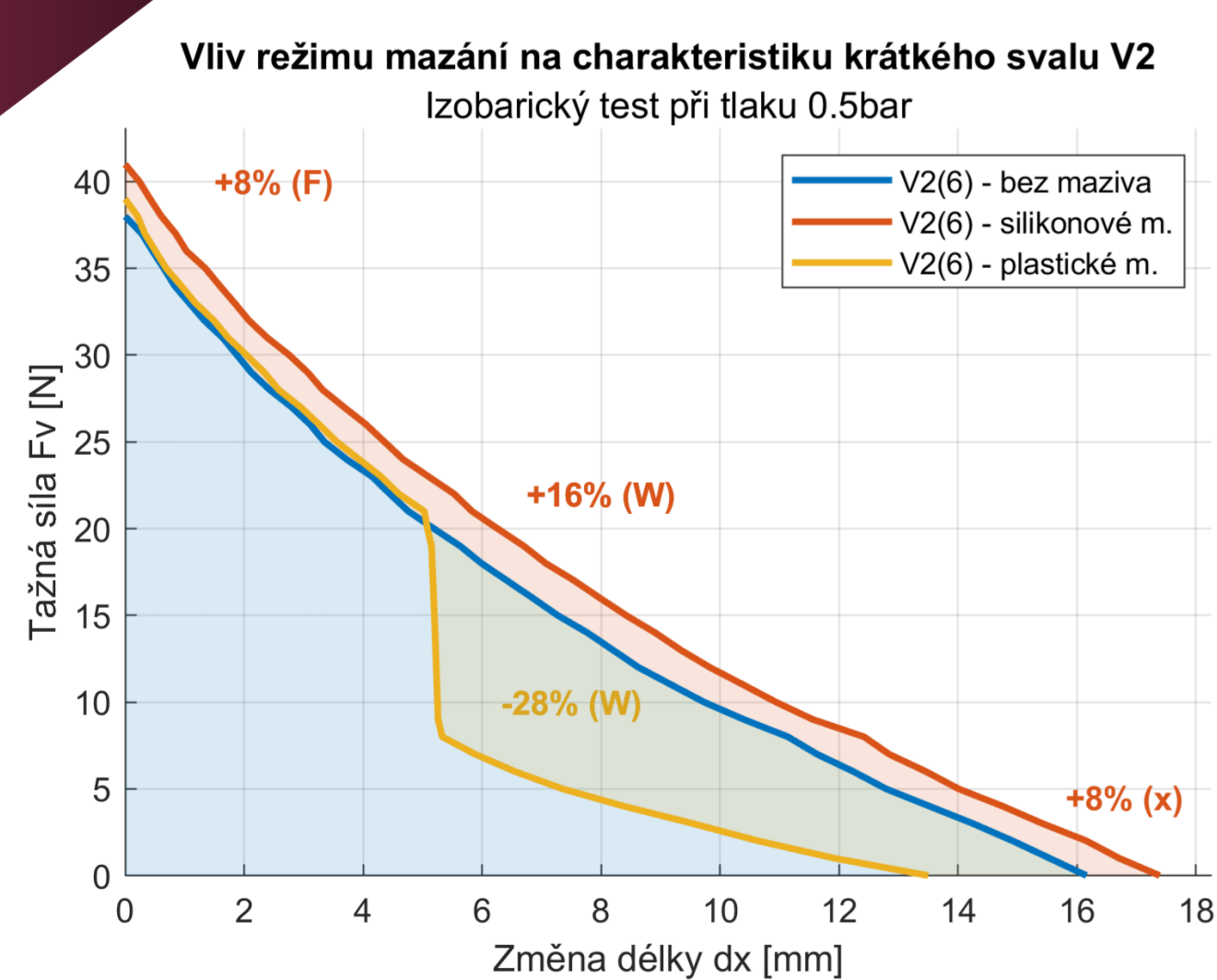
3/6 ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

IZOBARICKÉ CHARAKTERISTIKY SVALŮ



4/6 ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

VLIV MAZÁNÍ NA CHARAKTERISTIKU SVALU

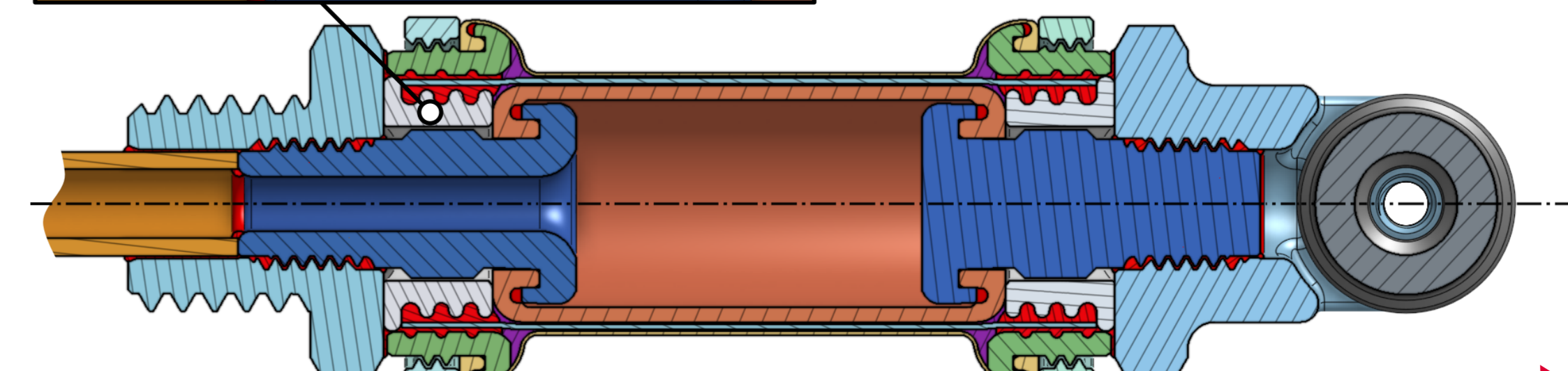
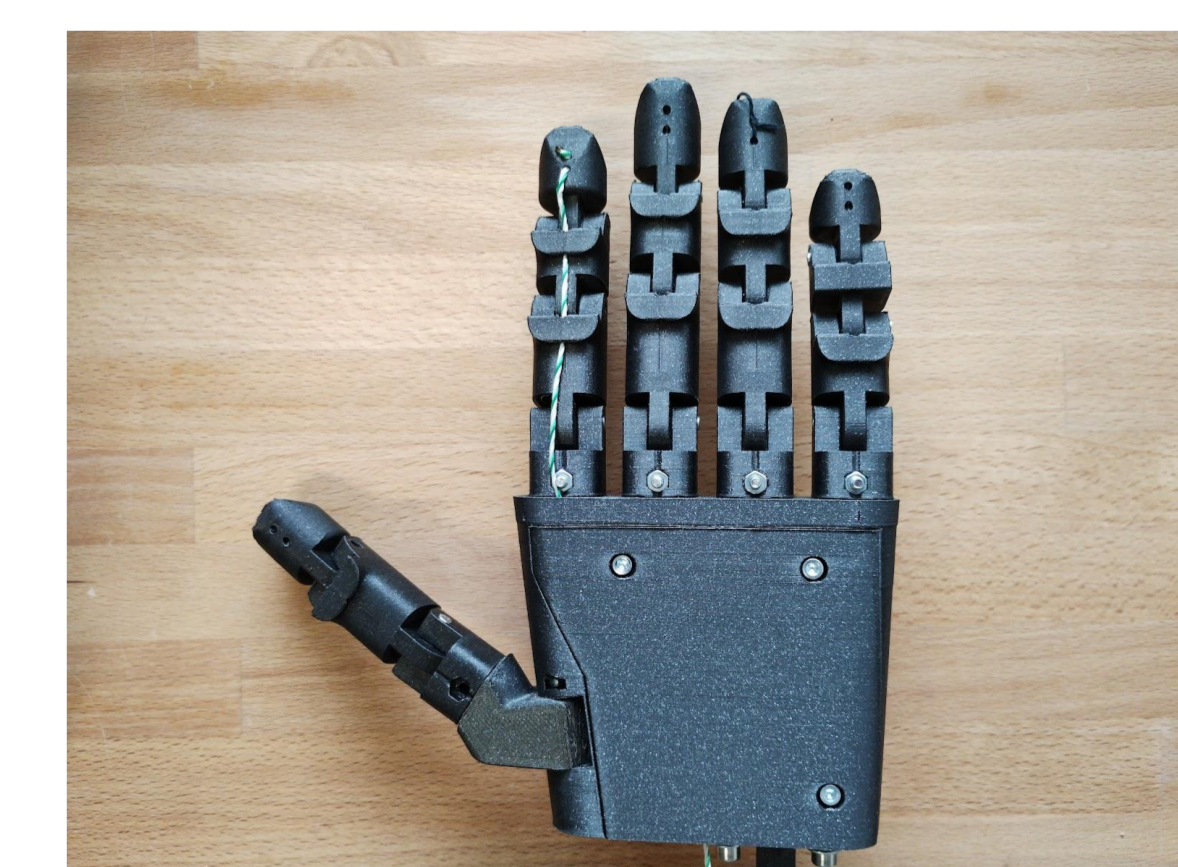
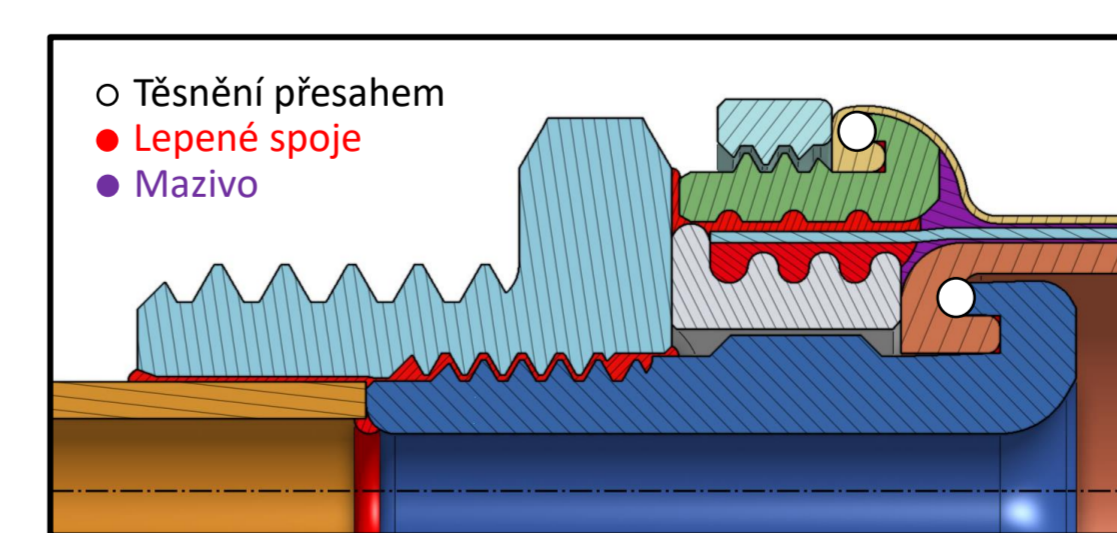


- Použitá maziva
- Silikonové mazivo (Carlson typ 33.497)
 - Plastické mazivo (Go 4 Lube, ISO 6743-9: L-x-CEIB-2 s tetrafluorovým aditivem)

5/6 ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

ZHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH SVALŮ

- Nejllepší konstrukce – V7 (mazaná)
- Nejvyšší cyklická výdrž
 - Nadprůměrně generovaná síla
 - Nadprůměrný zdvih
 - Jednoduchá montáž
 - Nutnost úpravy pro zamezení úniku maziva
 - Vhodné pro šlachově ovládané humanoidní ruky



6/6 ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ