

Návrh přední těhlice Formula Student pomocí topologické optimalizace a generativního designu

Michal Pavlík

Ústav automobilního a dopravního inženýrství



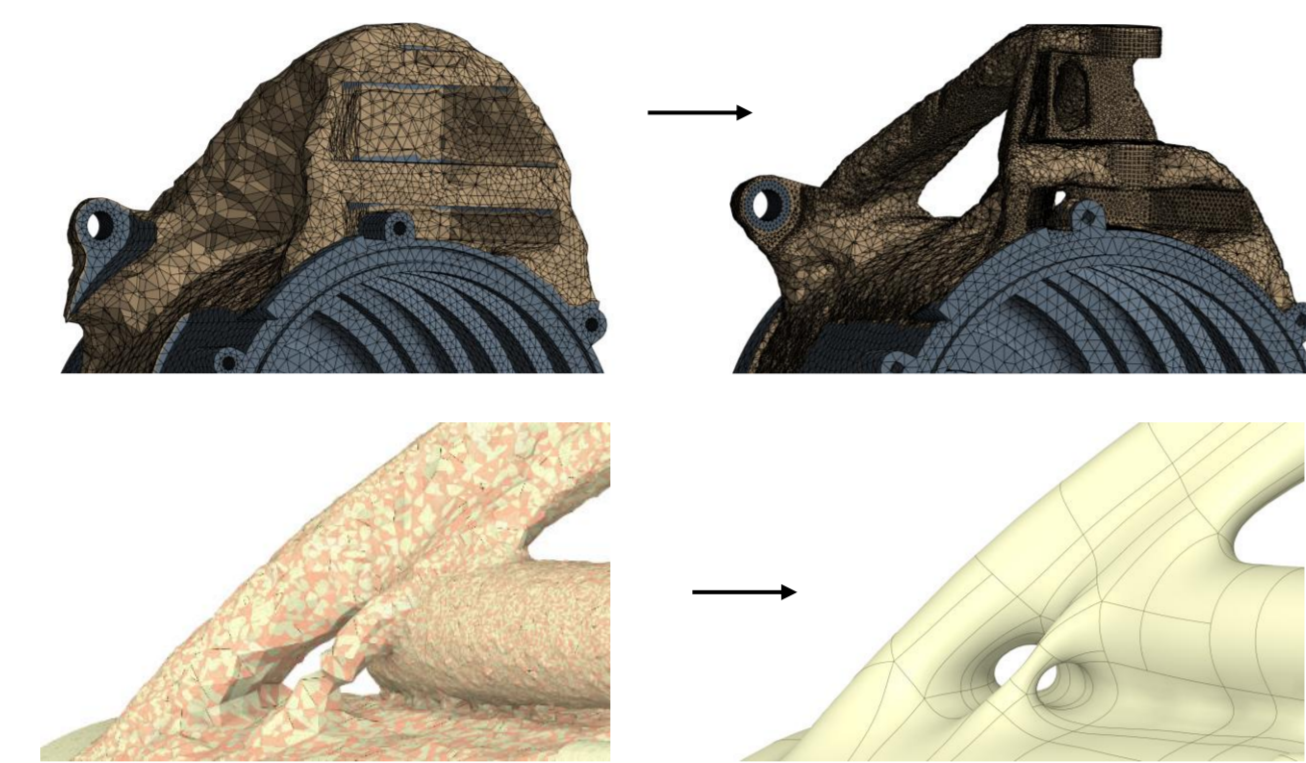
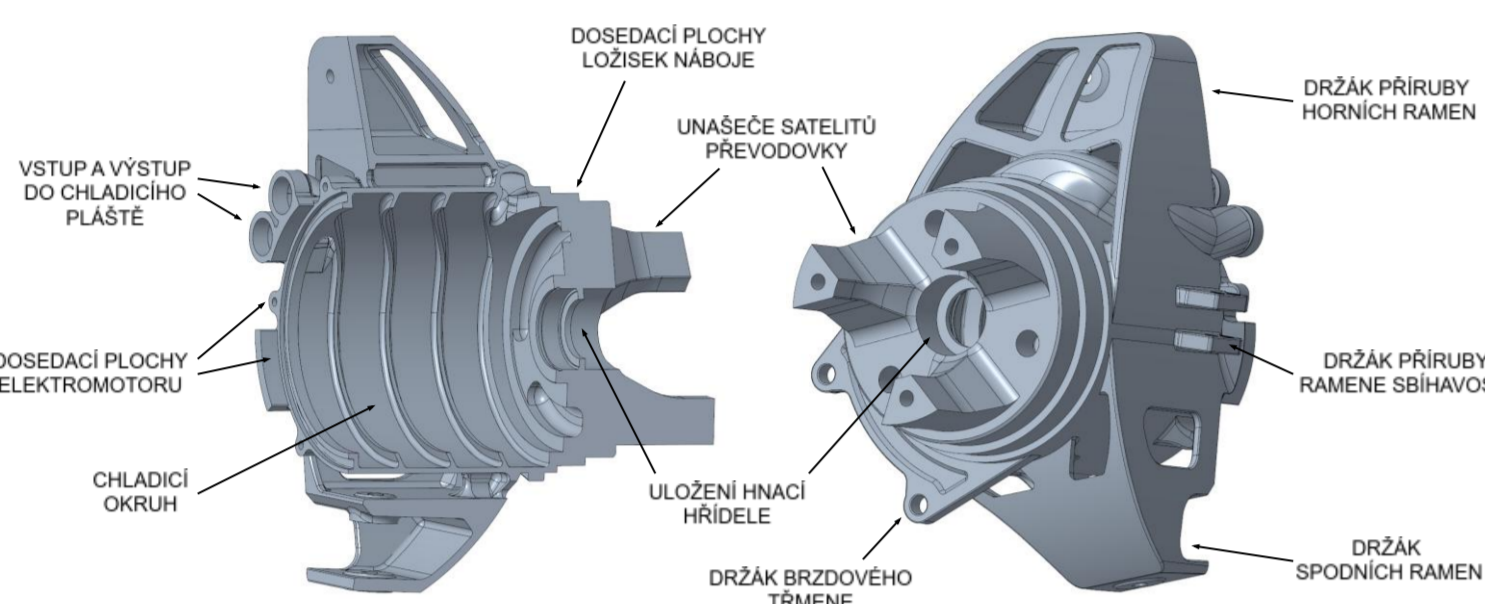
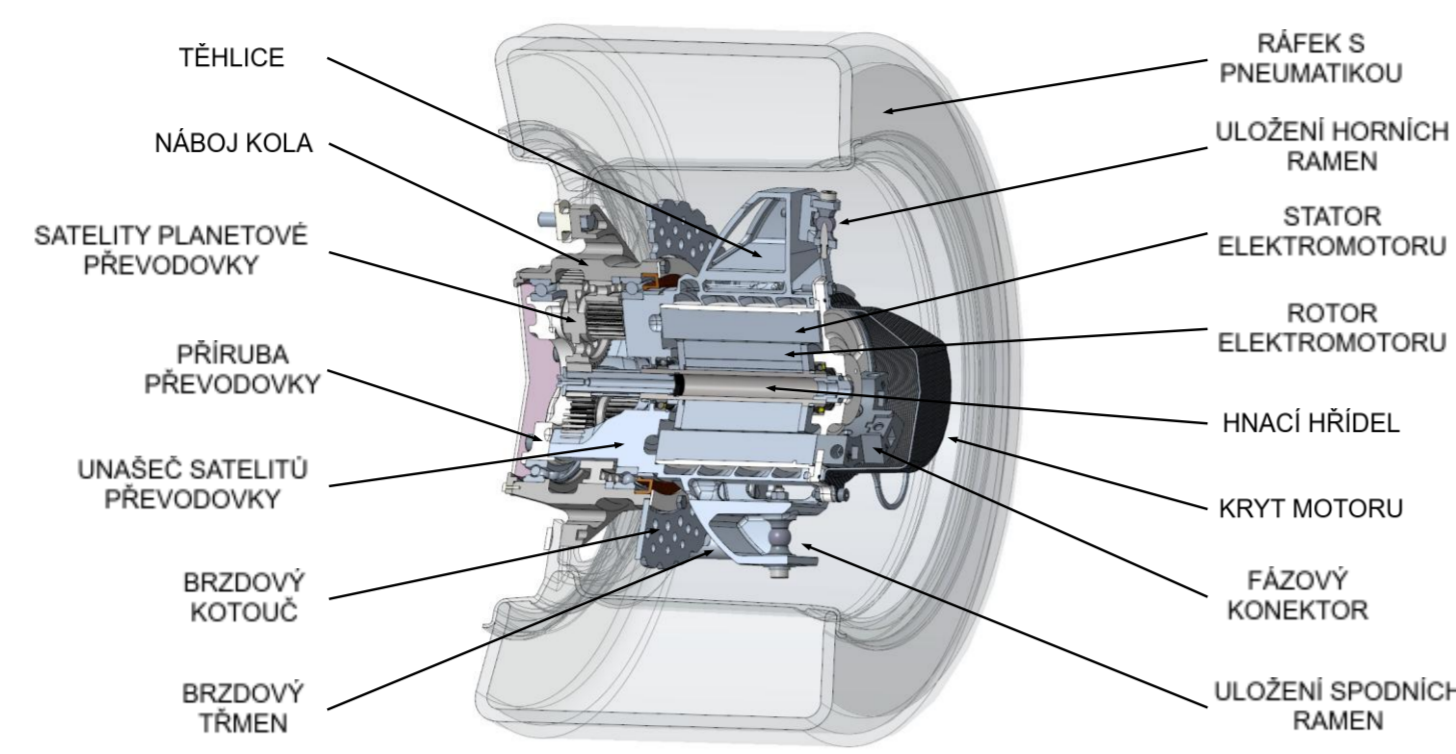
CÍLE PRÁCE

- Návrh přední těhlice monopostu Formula Student
- Využití topologické optimalizace
- Využití generativního designu
- Porovnání optimalizačních metod

Motivace

- Integrace více funkcí do jednoho komponentu kvůli snížení hmotnosti

- Určení metodiky pro vývoj odlehčených komponentů

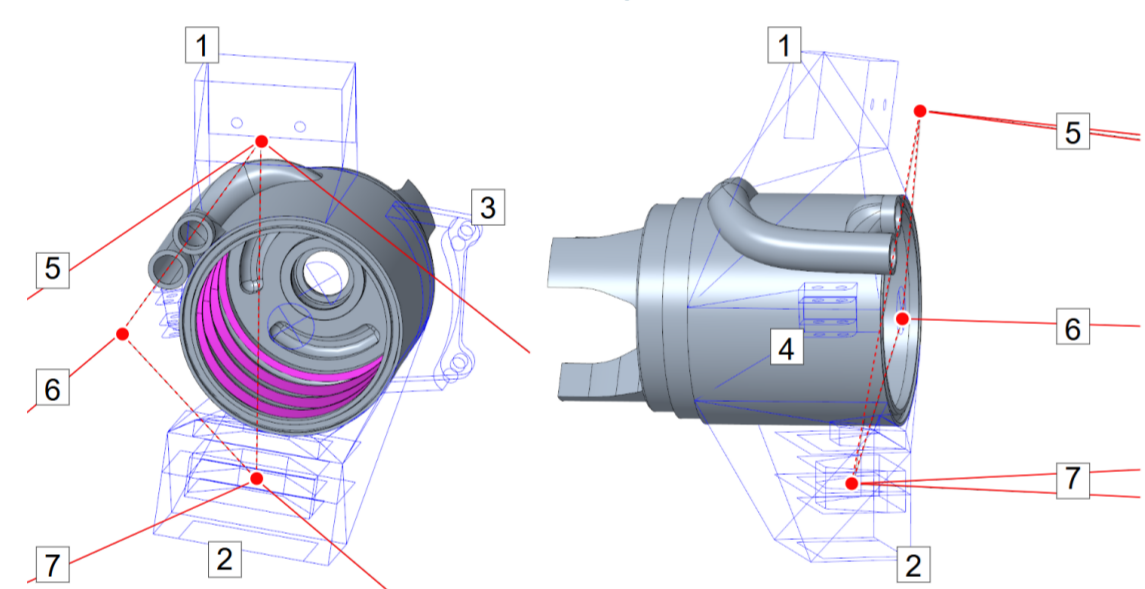


TOPOLOGICKÁ OPTIMALIZACE

Parametricky definovaný návrhový prostor

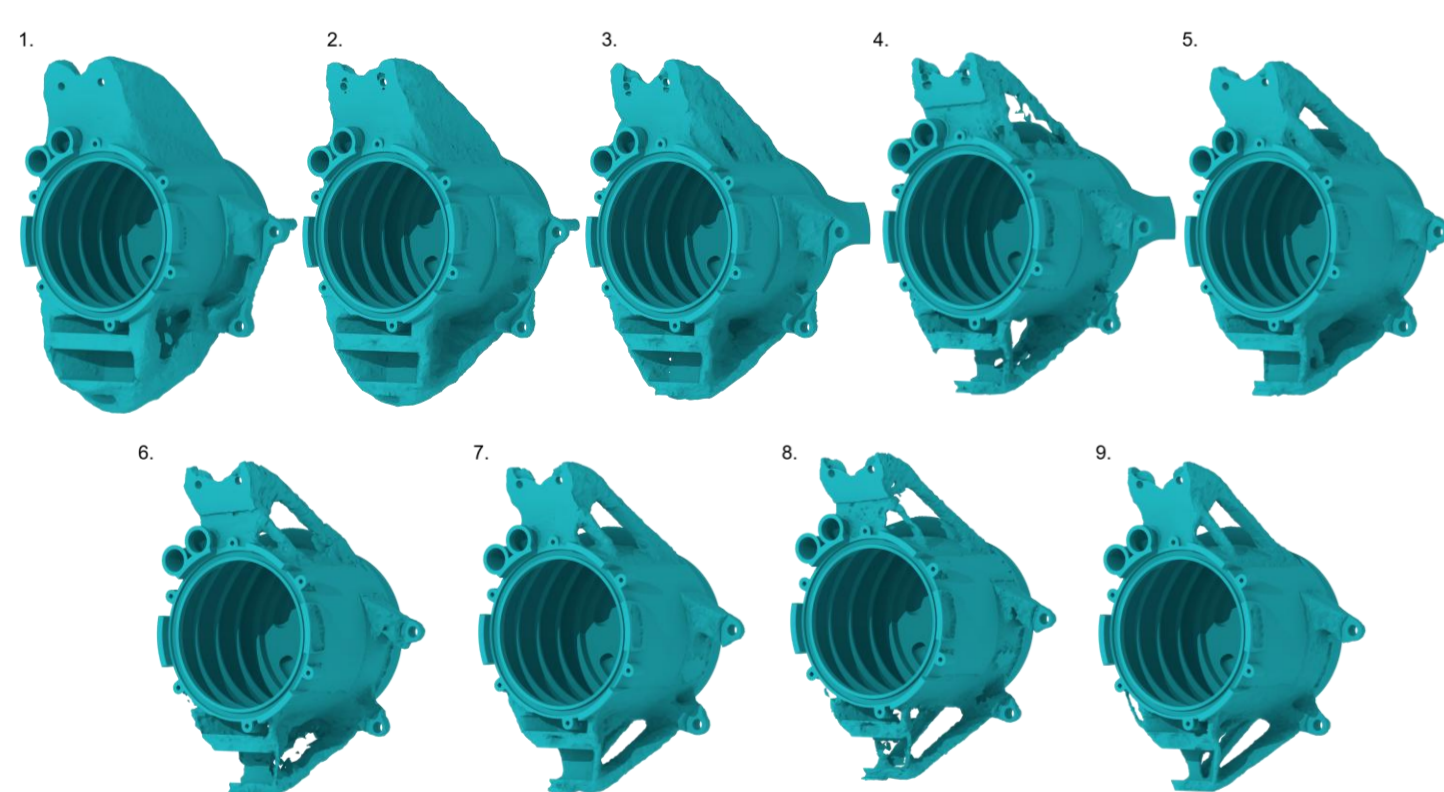
- Geometrie určena pouze pomocí souřadnic a přímek v prostoru, vázaných přímo na kinematiku vozu

- Snadná modifikace v průběhu práce

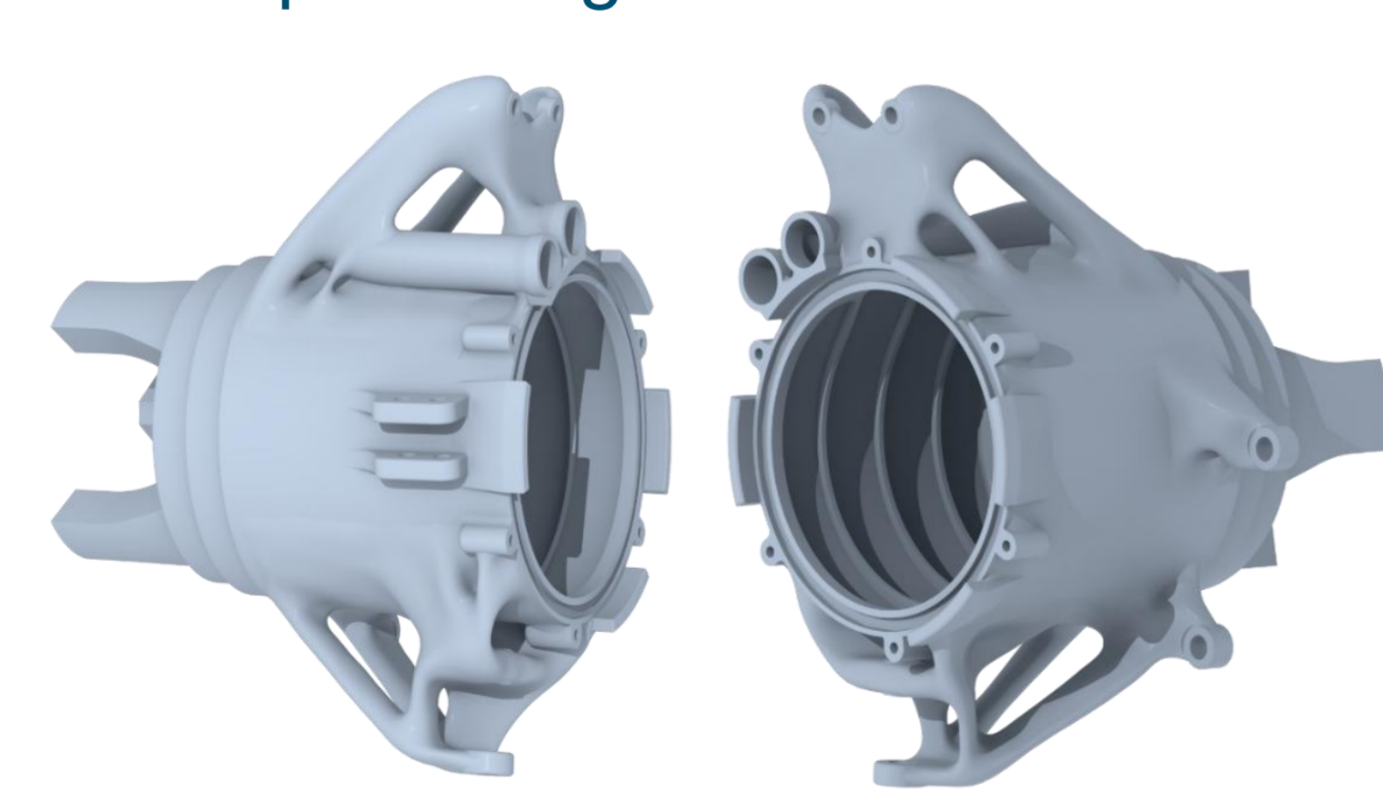


- Držák horních ramen
- Držák spodních ramen
- Držák brzdových třmenů
- Držák příruby Ackermanna
- Kinematika horních ramen
- Kinematika ramene sblíhovosti
- Kinematika spodních ramen

Proces optimalizace



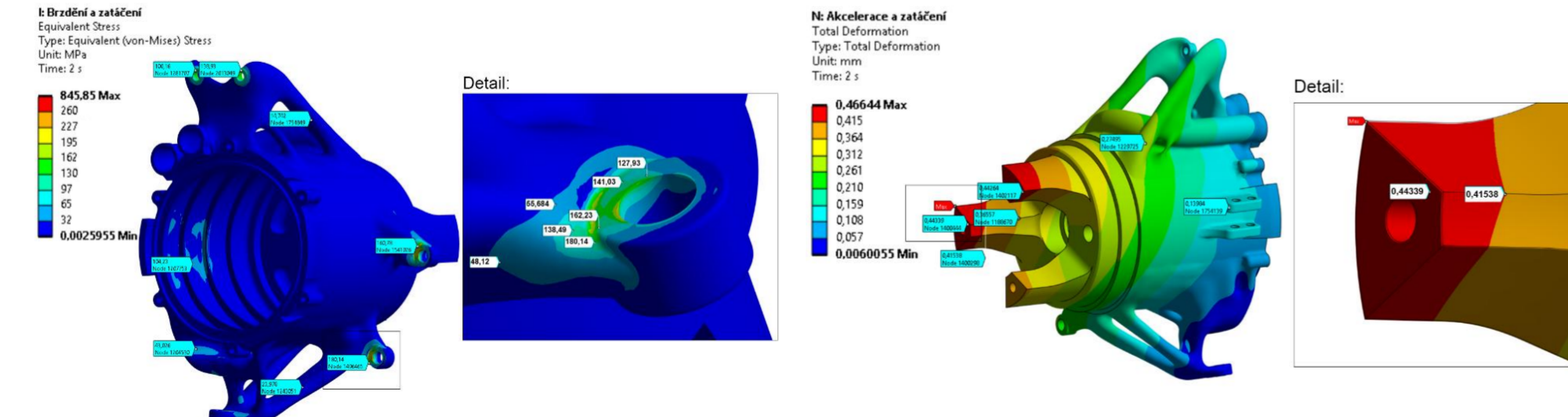
Postprocessing



POROVNÁNÍ MODELŮ POMOCÍ MKP

Topologická optimalizace

- $k_k = 1,5543$ (+20,4 %)
- $m = 1,074$ kg (-10 %)



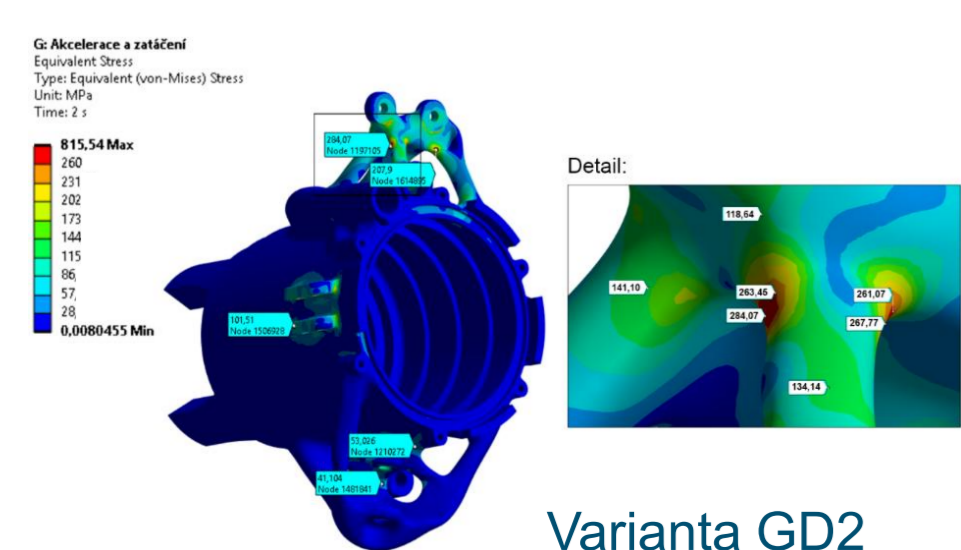
Generativní design

- Žádný výsledek nevykazoval požadovanou bezpečnost
- $k_k = 0,9857$ (-23,6 %)
- $m = 1,081$ kg (-9,4 %)

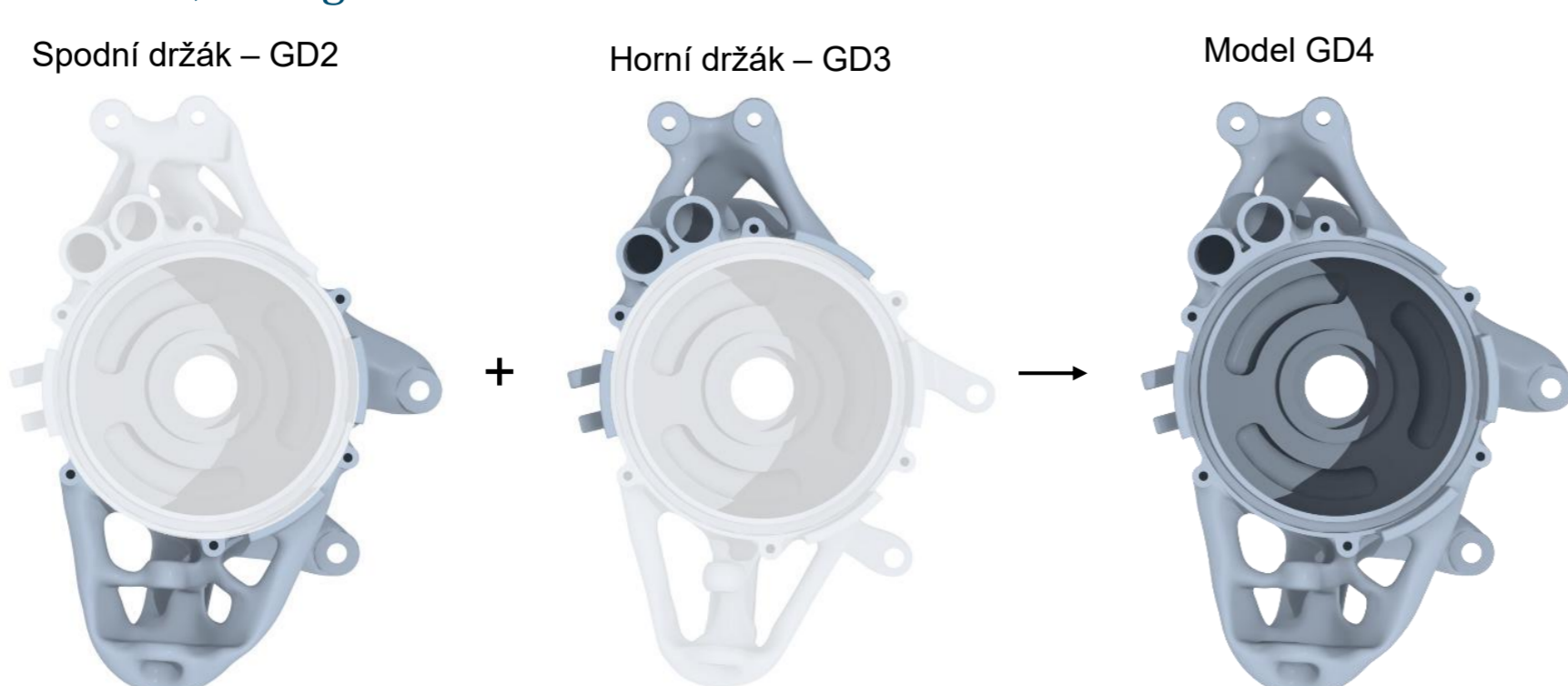
- Řešení: kombinace modelů s dalším snížením hmotnosti

- Spojení vyhovujících částí variant GD2 a GD3

- $k_k = 1,2097$ (-6,3 %)
- $m = 1,059$ kg

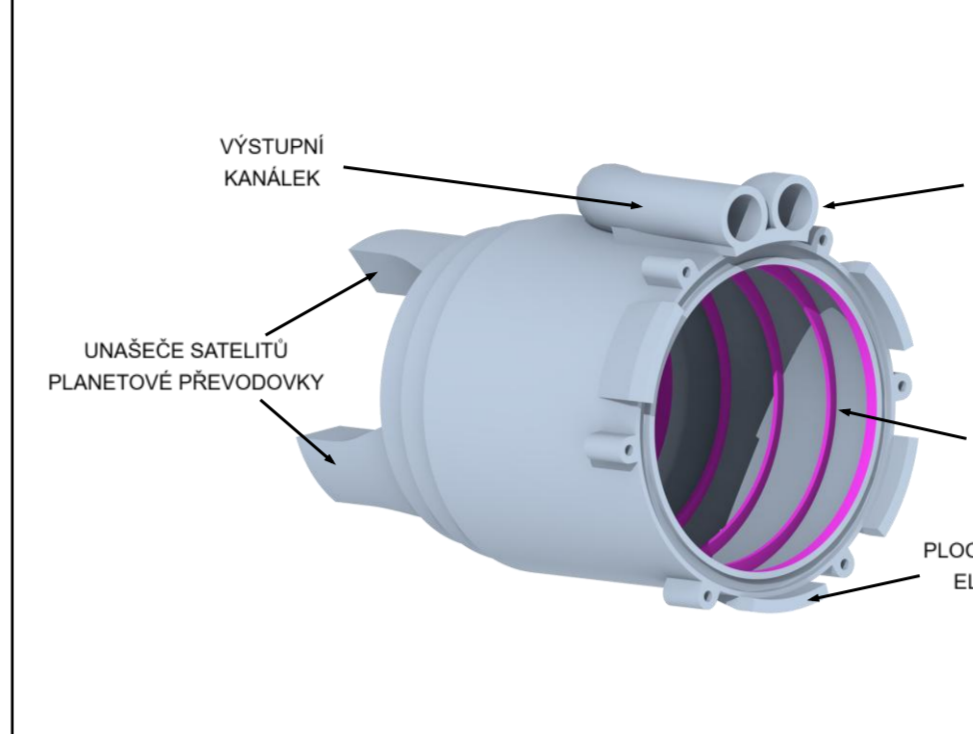


Varianta GD2

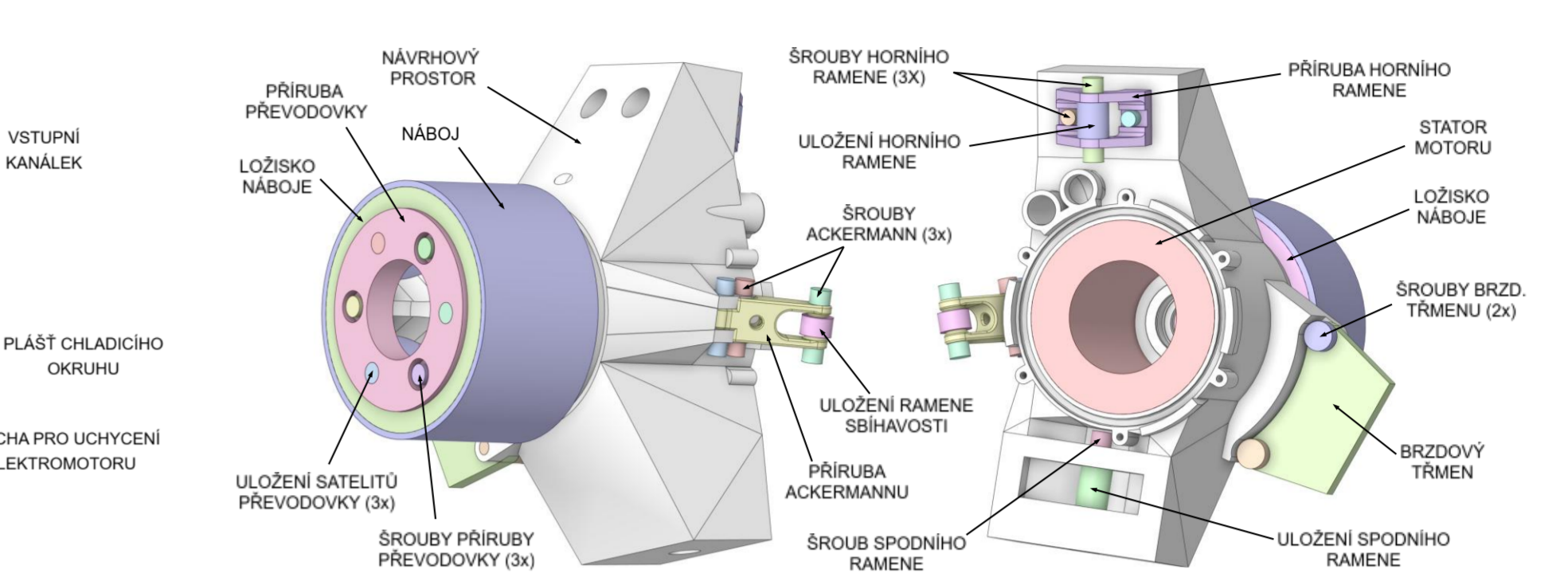


VSTUPNÍ DATA PRO SIMULACE

Zachovaná geometrie



Model geometrie

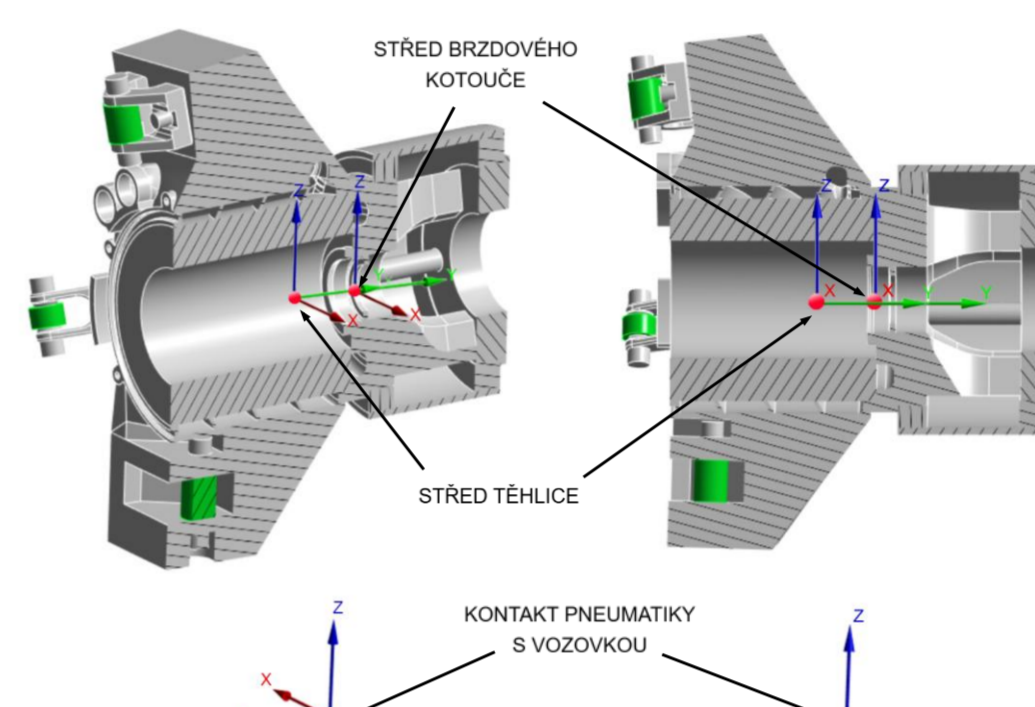


Okrajové podmínky

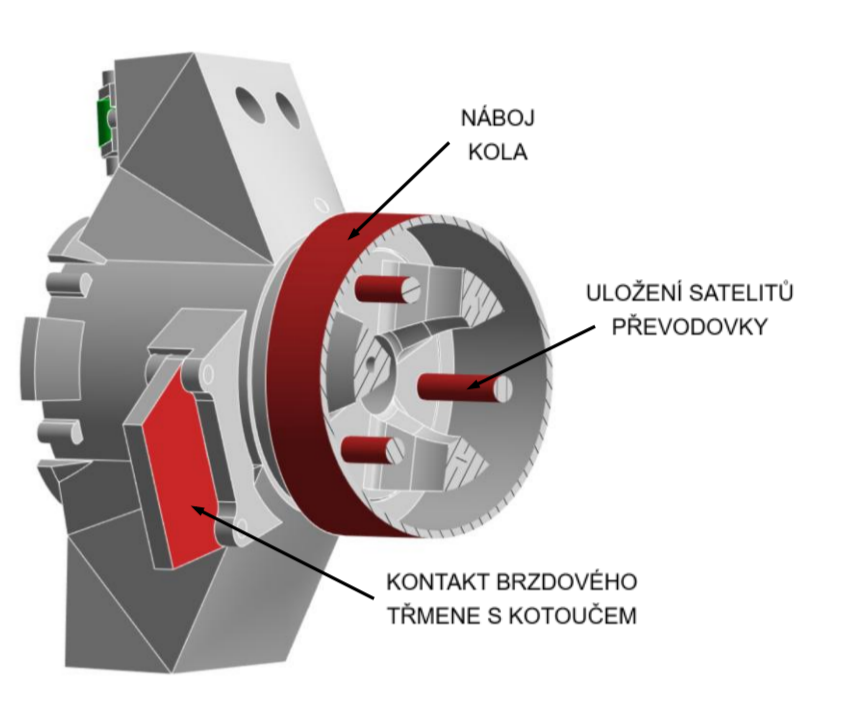
- Celkem šest zátěžových stavů

- Akcelerace a zatáčení
- Brzdění a zatáčení
- Najetí kolem na překážku
- Brzdění
- Akcelerace
- Zatáčení

Zdroje zatížení

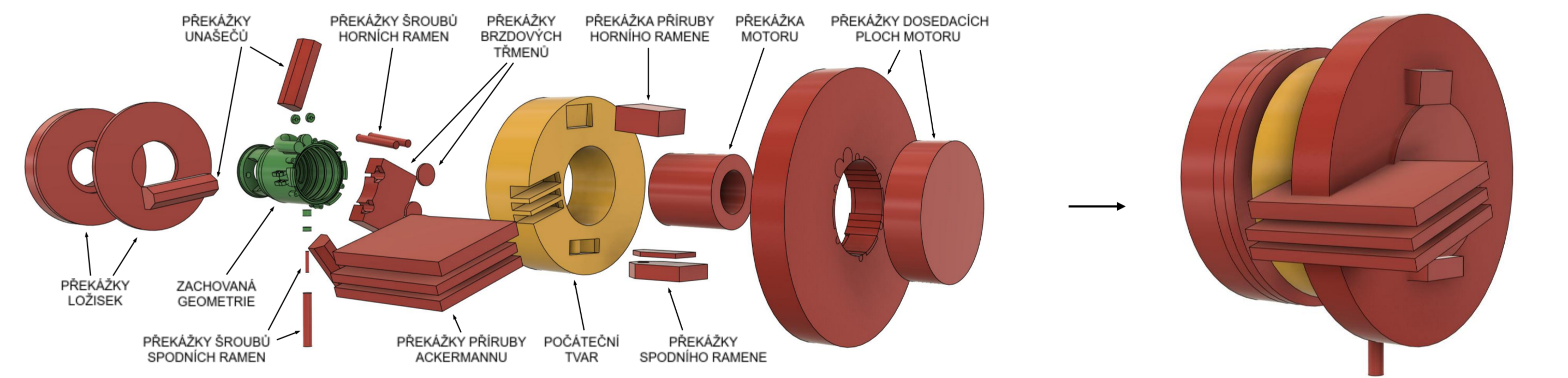


Zatěžované plochy



GENERATIVNÍ DESIGN

Návrhový prostor



Volba tří výsledků na základě podobnostních skupin



ZÁVĚR

Navržena těhlice pomocí topologické optimalizace

- Snížení hmotnosti o 119 g (10 %)
- Zvýšení koeficientu bezpečnosti o 20,4 %
- Snížení maximálních posuvů o 56,7 %

Navržena těhlice pomocí generativního designu

- Snížení hmotnosti o 134 g (11,2 %)

Vytvoření metodiky pro optimalizaci dílů

- Automatizace celého návrhového cyklu

Porovnání optimalizačních metod

Topologická optimalizace (ANSYS Mechanical)		Generativní design (Autodesk Fusion)	
Výhody	Nevhody	Výhody	Nevhody
Přesnější metoda	Delší doba výpočtu	Kratší doba výpočtu	Méně přesná metoda
Možnost složitějších sestav	Nižší kvalita povrchu výsledků	Vyšší kvalita povrchu výsledků	Vhodné spíše pro jednodušší sestavy
Větší možnosti nastavení optimalizace	Pouze jeden výsledek	Velké množství výsledků	Méně možností nastavení optimalizace
Možnost automatizace pomocí maker	Nutnost přesné definice okrajových podmínek	Snadnější definice okrajových podmínek	Ne lze zautomatizovat pomocí maker
Propojení s dalšími CAD programy	Pomalejší metoda	Rychlejší metoda	

