

Modelování a analýza rovinných mechanických systémů na bázi tensegrit

Student:	Milan Šnajdr
Vedoucí:	doc. Ing. Michal Hajžman, Ph.D.
Studijní program:	B3947 / Počítačové modelování v technice
Studijní obor:	3902R049 / Počítačové modelování

Student Milan Šnajdr se ve své bakalářské práci o rozsahu 47 stran textu zabývá modelováním a analýzou mechanických soustav na bázi tensegrit pomocí vlastního programu a validací dílčích úloh pomocí komerčního programu MSC.Adams.

Úvodní část práce definuje stanovené cíle práce a následně se krátce věnuje historii vzniku tensegrit, ukázkou typických zástupců této třídy mechanických soustav a rozdílům v definicích a klasifikacích podle různých autorů.

Třetí kapitola se zaměřuje na metodu form-finding, tj. proces nalezení předpětí dílčích lan pro setrvání soustavy ve stabilním předepjatém stavu. Generování výsledné struktury tensegrity je formulováno jako optimalizační úloha s využitím genetického algoritmu.

Čtvrtá kapitola se zabývá dynamickým modelem rovinné tensegrity. Student postupně odvodil pohybové rovnice s využitím Lagrangeových rovnic smíšeného typu, které doplnil o Baumgartovu stabilizaci pro zlepšení numerického řešení. Na závěr čtvrté kapitoly student představuje dvě testovací úlohy, konkrétně dvojkyvadlo a základní X tensegritu, které implementoval v MATLABu a k řešení obyčejných diferenciálních rovnic využívá knihovny MATLAB řešič.

Výsledky z analýz komplexních tensegritických struktur pomocí vlastního programu jsou představeny v kapitole 5. Student se konkrétně zabývá osmiúhelníkovou tensegritou, zkoumá vliv přídatných diagonálních lan a dále analyzuje vícepatrové struktury skládané z dílčích X tensegrit. Cílem všech analýz je ověření výsledků form-findingu, kdy student definuje výchozí polohu tensegrity mimo rovnovážnou polohu a z odezvy volného kmitání zkoumá, zda je daná tensegrita navržena korektně a vrátí se do předpočítané stabilní rovnovážné polohy. Výsledky jsou interpretovány ve formě časových řad výchylek a rychlostí těžišť prutů a průběhu axiálních sil v jednotlivých lanech. Na závěr kapitoly je naznačena aktivní tensegritická struktura, pro kterou je analyzována změna tvaru pomocí aktivního zkracování vybraného lana předepsanou konstantní rychlostí.

Struktura bakalářské práce má vhodnou strukturu od základního popisu tensegrit, formulování matematického modelu, jeho validace až po analýzu zkoumaných struktur včetně jejich postupného zesložitování. Práce obsahuje několik typografických nepřesností i v odvození, ale vše je v mezích odpovídajícímu rozsahu celé práce. K předložené práci mám několik konkrétních poznámek. Nepřehledně působí validace vlastního programu pomocí komerčního programu, která je rozdělena do dvou kapitol a navíc student validuje osmiúhelníkovou tensegritu místo dříve zmiňované X tensegrity. Práci by rozhodně neuškodila větší sdílnost pro nezalého čtenáře, a proto některé pasáže působí velmi stroze a nedostatečně vysvětlené. Ve výsledkové části pak kromě již zmíněné textové strohosti ztěžuje pochopení a popis i chybějící legenda u většiny grafů.

K práci mám následující připomínky a dotazy:

- 1) U pojmu super-stabilita definujete, že k jejímu dosažení u rovinné tensegrity je nutné, aby první tři vlastní čísla matice hustoty sil byla nulová a u prostorové tensegrity čtyři, proč čtyři?
- 2) Genetický algoritmus pro form-finding jste programoval sám, nebo převzal z práce, na kterou se odkazujete?
- 3) Jakým způsobem by se daly analyzovat vlastní frekvence a tvary uvažovaných tensegrit?
- 4) Neovlivňuje změna volné délky při aktivním zkracování lana také předepnutí lan, resp. vektor silových hustot v čase, a tím i výsledky form-findingu?

Autor prokázal schopnost samostatné tvůrčí práce v oblasti výpočtového modelování a předložená bakalářská práce splňuje všechny předem definované cíle. Bakalářskou práci hodnotím známkou **velmi dobře** a doporučuji k obhajobě.

V Plzni dne 17. 6. 2022

Ing. Jan Rendl, Ph.D.