

Posudek disertační práce

Autor práce: M.Eng. Ing. Rostislav Lang
Název práce: Algorithms for Design and Analysis of Membrane Structures
Studijní obor: Konstrukce a dopravní stavby
Oponent: doc. Ing. Jiří Kytýr, CSc.

Datum zadání posudku: **4. 11. 2019**

Aktuálnost tématu disertační práce

Problematika řešená v disertační práci je čím dál víc aktuální.

V architektuře netradičních staveb nachází stále větší uplatnění lanové a membránové konstrukce. Lanové konstrukce jsou vzhledem k 1D prvkům v 3D uspořádání svým způsobem jednodušší a probádanější, zatímco membránové konstrukce s plošným tvarem v 3D uspořádání s sebou přináší další požadavky. Ze statického hlediska jde o to, aby membránová konstrukce si za všech zatěžovacích stavů zachovala svůj tvar bez zvlnění, byla dostatečně tuhá a tvarově stálá, a navíc aby byla vyrobitelná z rovinných částí.

Hodnocení:

<input checked="" type="checkbox"/> vynikající	<input type="checkbox"/> nadprůměrné	<input type="checkbox"/> průměrné	<input type="checkbox"/> podprůměrné	<input type="checkbox"/> slabé
--	--------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------

Splnění cílů disertační práce

Základním cílem disertační práce bylo nalezení vhodných algoritmů pro numerické modelování membránových konstrukcí, a to jednak při návrhu počátečního rovnovážného stavu, jednak při analýze statické a dynamické odezvy, včetně metodiky pro generování stříhových vzorů. Disertační práce byla směřována tak, aby byl praxi poskytnut účinný výpočetní nástroj v celé komplexnosti řešené problematiky v rámci běžně užívaného softwarového produktu na bázi metody konečných prvků.

Cíl disertační práce byl splněn.

Hodnocení:

<input checked="" type="checkbox"/> vynikající	<input type="checkbox"/> nadprůměrné	<input type="checkbox"/> průměrné	<input type="checkbox"/> podprůměrné	<input type="checkbox"/> slabé
--	--------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------

Postup řešení problému – metody zpracování

Postup řešení odpovídá standardu vědecké práce. Obsah disertační práce je přehledně členěn na jednotlivé fáze řešení. Pro ně jsou prezentovány teoretické analýzy a odpovídající postupy řešení.

V první fázi hledání vhodného výchozího tvaru (Form-Finding) membránové konstrukce pro získání stabilního rovnovážného stavu je navržena originální metoda projekce stavu napjatosti z projekční roviny do plochy s dvojitou křivostí, nezávisle na výchozí konfiguraci tvaru konstrukce. Disertant pro ni zavedl termín „Projection Method“. Rovnováhu hledá v jednodušším případě fiktivní projekční roviny s využitím analytických vztahů a následně převádí do prostorové konfigurace reálné

konstrukce. Nesporným kladem této metody je nezávislost výsledného předpětí na výchozí aproximaci tvaru membránové konstrukce.

Ve druhé fázi disertant řeší ve statické i dynamické analýze ohybově netuhé konstrukce ztrátu předpětí a možné zvrásnění membrány v souvislosti s výraznou geometrickou a anizotropní materiálovou nelinearitou. Tento problém korektního numerického modelování fyzikálních dějů řeší rozdělením celkového napětí na část pružnou a na část podléhající vrásnění. Metodika řešení separace vrásnění („Wrinkling Separation and Elastic Prediction Modification“) vychází z vlastních odvozených metod s využitím převzatých kritérií pro rozlišení aktuálního stavu zvrásnění. Proces probíhá na úrovni jednotlivých integračních bodů konečných prvků numerického modelu.

Třetí fáze završuje navrhovací proces tvorbou stříhových vzorů pro výrobní realizaci s ohledem na dostupné rozměry základního materiálu, prostorový tvar navržené konstrukce a v neposlední řadě i estetický vzhled spojovacích prvků na konstrukci.

Každá fáze je podrobně dokumentována ukázkami výsledků z numerických modelů.

Jako celek představuje disertační práce komplexní řešení procesu navrhování lanových, membránových, pneumatických, ale i tenkých skořepinových konstrukcí.

Hodnocení:

<input checked="" type="checkbox"/> vynikající	<input type="checkbox"/> nadprůměrné	<input type="checkbox"/> průměrné	<input type="checkbox"/> podprůměrné	<input type="checkbox"/> slabé
--	--------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------

Význam disertační práce pro praxi a pro rozvoj vědního oboru

Na posuzované disertační práci oceňuji především význam pro praxi. Uvedené numerické příklady dokazují použitelnost modulů rozšiřujících možnosti softwarového produktu široce využívaného projektanty a statiky.

Hodnocení:

<input checked="" type="checkbox"/> vynikající	<input type="checkbox"/> nadprůměrné	<input type="checkbox"/> průměrné	<input type="checkbox"/> podprůměrné	<input type="checkbox"/> slabé
--	--------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------

Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

Disertační práce je předložena v anglickém jazyce ve velmi zdařilé úrovni. Formálně je práce prezentována na vysoké úrovni, ale vyskytují se v ní drobné překlepy.

Hodnocení:

<input type="checkbox"/> vynikající	<input checked="" type="checkbox"/> nadprůměrná	<input type="checkbox"/> průměrná	<input type="checkbox"/> podprůměrná	<input type="checkbox"/> slabá
-------------------------------------	---	-----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------

Hodnocení publikační a jiné činnosti doktoranda

Disertant prokázal, že je schopen se orientovat v literárních zdrojích. Seznam použité literatury obsahuje 104 položky a 11 odkazů na internetové stránky a v textu disertační práce je přiměřeně cituje. Své získané výsledky průběžně publikoval, v seznamu publikovaných prací uvádí 13 položek, kde je většinou prvním autorem. Jedná se o příspěvky na mezinárodních konferencích v ČR i v zahraničí. V letech 2014 až 2018 spolupracoval na čtyřech výzkumných projektech. V průběhu studia získal za své výsledky několik ocenění, včetně prestižní ceny Hlávkových.

Nutno vyzdvihnout, že disertant se problematice membránových konstrukcí věnuje již od roku 2011, kdy začal pracovat na své diplomové práci na Fakultě stavební VUT v Brně.

Disertační práce úzce navazuje na druhou diplomovou práci, kterou disertant obhájil v roce 2017 na renomovaném pracovišti Anhalt University of Applied Sciences, kde získal titul M.Eng. Tuto diplomovou práci cituje jako položku [44] v seznamu literatury v kapitole 9. Z ní převzal do disertační práce několik obrázků.

Hodnocení:

<input checked="" type="checkbox"/> vynikající	<input type="checkbox"/> nadprůměrná	<input type="checkbox"/> průměrná	<input type="checkbox"/> podprůměrná	<input type="checkbox"/> slabá
--	--------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------

Poznámky a připomínky k textu práce

Při obhajobě by se měl disertant vyjádřit k těmto bodům:

- V práci je celá řada ukázkových příkladů, které demonstrují použití navržených postupů. Byla provedena nějaká verifikace získaných výsledků, např. porovnáním s naměřenými údaji či s jinými metodami řešení?
- Popsaná „Projection Method“ je použita pro definici rovnováhy v jedné zvolené projekční rovině. Jak je to s rovnováhou v jiných projekčních rovinách?
- Reálné sestavení prostorové membránové konstrukce z plošných dílů je možné pomocí stříhových vzorů. Jak jsou při návrhu tvaru membránové konstrukce a při statické analýze napjatosti (před vytvořením stříhových vzorů) zohledněny spojovací švy resp. svary jednotlivých stříhových částí?
- Jsou ukázkové příklady uvedené v práci řešeny jako dynamická úloha? Jak to ovlivní stabilitu a časovou náročnost výpočtu?
- Jaký je rozdíl při vytváření stříhových vzorů pro rozvinutelné a nerozvinutelné zborcené plochy?

Závěr

Doktorand prokázal rozsáhlé znalosti v oblasti analýzy a matematické formulace problému, konstitutivního chování nelineárně závislých dějů i numerického modelování. Svým dílem tak přispěl k tvorbě nástrojů sloužících k praktickému navrhování a posuzování membránových i pneumatických konstrukcí.

Stoprocentně splnil zadání. Získanými výsledky i rozsahem práce naplnil veškeré skutečnosti požadované k úspěšnému zakončení doktorského studia.

Uchazeč zpracováním disertační práce prokázal způsobilost k samostatné tvůrčí vědecké práci ve smyslu § 47 zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a změnách a doplnění dalších zákonů.

Doporučuji, aby disertační práce **byla** přijata k obhajobě a aby v případě jejího úspěšného obhájení byl

panu M.Eng. Ing. Rostislavu Langovi

udělen akademický titul „doktor“ (ve zkratce „Ph.D.“ uváděné za jménem).

Datum: 7. listopadu 2019

Podpis oponenta: