

OPONENT - doc. Ing. Jan KRMELA, Ph.D.
(jan2.krmela@post.cz, jan.krmela@upce.cz)

Oponentní posudek na disertační práci

VYUŽITÍ FEM PRO NÁVRH TVARU A KONSTRUKCE ZEMĚDĚLSKÝCH PNEUMATIK

Autor práce – disertant: **Ing. Jan KLEDROWETZ**

Školitel: doc. Ing. Jakub JAVOŘÍK, Ph.D.

Pracoviště: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická

Předložená disertační práce se zabývá aktuálním tématem z hlediska výpočtových přístupů zemědělských pneumatik s cílem **najít nejvhodnější model pro modelování výztužných vrstev pneumatiky a pneumatiky jako celku** pomocí standardního MKP softvéru na základě porovnání s experimentálně stanovenými hodnotami tuhostí a radiálními deformačními charakteristikami.

Disertační práce je zpracována celkově na 124 stranách a rozdělena do třinácti hlavních kapitol. Důležitými kapitoly práce je prvních 7 kapitol: *Současný stav řešené problematiky*, *Cíle práce*, *Metody*, *Výsledky*, *Diskuze výsledků*, *Přínos práce pro vědu a praxi* a *Závěr*. Následují kapitoly se seznamem použité literatury, obrázků, tabulek a použitých symbolů a zkratk. Práci uzavírají kapitoly s publikacemi autora a CV autora. Jednotlivé kapitoly na sebe logicky navazují a členění práce je vhodně zvoleno. V práci se čtenář dobře orientuje. Práce svou strukturou a také rozsahově a obsahově odpovídá zvyklostem kladených na technicky zaměřené disertační práce. Autor při zpracování práce použil 69 převážně zahraničních publikačních zdrojů se zahrnutím aktuální literatury.

Kapitoly 3, 4 a 5 (*Metody*, *Výsledky*, *Diskuze výsledků*) jsou stěžejní části práce. Vysoce oceňuji preciznost k přístupu k výpočtovému modelu s využitím všech dostupných informací ke stanovení meridiánu se zahrnutím hodnot z katalogu ETRTO. Prvně byl vytvořený 2D rotačně symetrický model s klasickým postupem – definování kontaktu s ráfkem a tlaku huštění a následně byl vyhotovený 3D výpočtový model se zahrnutím dezénu za účelem kontaktu s rovinou představující „vozovku“. Je třeba zdůraznit, že pozornost byla věnována stanovením materiálových vstupních parametrů do výpočtů, byly porovnány tři přístupy, a to s aplikací rebar prvku, izotropního modelu a ortotropního modelu chování materiálů pro výztužné vrstvy šesti zemědělských plášťů pneumatik.

U jednotlivých pneumatik bylo použito několika tlaku huštění, protože tlak huštění je jeden z důležitých faktorů ovlivňující tuhost pláště. Z hlediska výpočtů byly provedené citlivostní

analýzy vlivů Youngova modulu výstužných vrstev, úhlu kordů, šířky ráfku a jiných parametrů na šířku a průměr pneumatik. Bylo by zajímavé provést kontakt s definovanou nerovností s charakterem zeminy, který by více odpovídal reálnému provozování. Se závěry práce naprosto souhlasím.

Zhodnocení disertační práce

z hlediska aktuálnosti práce

Zvolené téma disertační práce je aktuální a pro praxi potřebné, řeší otázku zemědělských pneumatik, přičemž výsledky mohou být použity pro jiné pláště různých stavebních a jiných strojů, u kterých se pláště s podobnou velikostí a konstrukcí používají.

z hlediska postupu řešení problému

Zvolený postup řešení je správně zvolený a adekvátní k tématu práce. Pro řešení práce byly použity kombinace přístupů pro získání kvalitních výpočtových modelů z pohledu jejich geometrie a materiálových parametrů s orientací zejména na výztužné materiály.

z hlediska dosažení stanoveného cíle

Stanovený cíl práce byl dosažen. Byl vybrán nejvhodnější model pro modelování výztužných vrstev pneumatiky.

z hlediska přínosu práce pro praxi a rozvoj oboru

Výsledky práce jsou uplatnitelné v praxi. Navíc, celý postup řešení a výsledky práce mohou být použity v pedagogickém procesu, nakolik se jedná o přístup ke složitému kompozitnímu prvku vyžadující si přesné stanovení materiálových parametrů jako vstupů do výpočtů.

z hlediska formální úrovně disertační práce

Práce je vypracována po formální stránce na vysoké úrovni jako i samotné tabulky a grafy, které svým zpracováním získaly vysokou vypovídající hodnotu a snadnou orientaci ve výsledcích.

z hlediska celkové úrovně disertační práce

Práce má komplexní charakter a je vysoce kvalitně zpracována po stránce obsahové, formální a odborné. Je zřejmý zainteresovaný a tvořivý přístup disertanta při tvorbě výpočtových modelů a zpracování výsledků za účelem verifikačních analýz. Vysoce oceňuji kvalitu dosažených výstupů a systematičnost jejich verifikace a vzájemné porovnání pro získání všech podstatných výsledků, které mohou být použity v praxi a citovány autory v publikacích.

Na základě výsledků disertační práce disertant Ing. Jan Kledrowetz prokázal, že je schopný k práci přistupovat vědecky a že je schopný řešit technický problém komplexně s praktickým nadhledem s uplatněním aktuálních publikovaných informací. Z doložených publikací autora je zřejmé, že dosažené výsledky byly průběžně publikovány v časopisech v databázi Scopus a v jiných publikačních výstupech.

Vzhledem na uvedené konstatuji, že předložená disertační práce Ing. Jana Kledrowetza na téma *Využití FEM pro návrh tvaru a konstrukce zemědělských pneumatik* splňuje všechny požadavky kladené na disertační práce.

Prosím, aby autor práce stručně odpověděl na následující otázky a náměty do diskuze:

- 1) Jaké jsou omezení použitého softvéru ve vztahu k definování rebar elementů?
- 2) Jak probíhaly experimenty pro získání radiálních deformačních charakteristik?
- 3) Proč byl měřený úhel kordů výztužné vrstvy a nebyla brána hodnota od výrobce pláště? Předpokládám, že podobně tak bylo se stanovením EPM (EPDM).
- 4) Jak byly získány hodnoty radiální tuhosti – podle jakého přístupu?
- 5) Proč nelze při tvorbě geometrie pláště pro výpočtový model přímo vycházet z reálného řezu pláště a bylo nezbytné stanovit meridián?
- 6) Jak si vysvětlujete, že použití rebar elementů u výpočtových 3D modelů z hlediska radiálních tuhostí (viz tab. 31) vedlo u některých tlaků huštění k většímu procentuálnímu rozdílu v porovnání s experimentálními údaji oproti procentuálním rozdílům dosažených z 2D rotačně symetrických úloh?

Disertační práci **Ing. Jana Kledrowetza na téma Využití FEM pro návrh tvaru a konstrukce zemědělských pneumatik** ve studijním programu P3909 Procesní inženýrství studijním oboru 3909V013 Nástroje a procesy

hodnotím kladně a disertační práci doporučuji přijmout k obhajobě

a po úspěšné obhajobě **navrhuji**

Ing. Janovi Kledrowetzovi udělit titul Ph.D. (doktor) ve studijním oboru 3909V013 Nástroje a procesy.

V Tuchyni 02. 06. 2021


doc. Ing. Jan KRMELA, Ph.D.