

# Oponentský posudek bakalářské práce slečny Anny Malé s názvem *Analytické výpočtové metody pro návrh kompozitních elementů výrobních strojů*

Vypracoval: Viktor Kulíšek

Tématem bakalářské práce vypracované slečnou Annou Malou byla problematika výpočtových modelů pro návrh kompozitních komponent určených pro výrobní stroje. V zadání práce byly následující úkoly:

- Seznámit se s výpočtovými metodami analýzy kompozitních nosníků.
- Použít metody založené na ABD maticích, minimu deformační energie, minimu doplňkové energie a Timošenkově metodě k analýze tuhosti, respektive poddajnosti.
- Porovnat výsledky a zhodnotit možnosti použitelnosti daných metod.

Z hlediska hodnocení po formální stránce: práce má celkově 32 stran, textový rozsah práce je pro bakalářskou práci dostatečný. Práce je psaná spisovně, s malým množstvím překlepů (například „hlavního souřadného systému“ – str. 3, „delaily grafů“ – str. 23), občasným přechodem z 1. osoby jednotného čísla do čísla množného, místy chybami v typografii při psaní jednotek a zkratk (například chybí mezery mezi číslovkami a procenty), případně místy nepřesnými formulacemi („epoxidové sklo“ – str. 19). V práci je pro bakalářskou práci dostatečné množství literárních zdrojů, na které se autorka odkazuje. Je zde ale bohužel chyba - reference [1] užívaná v textu kapitoly 2, musí odkazovat na jiný zdroj, než je uvedený v seznamu literatury.

Práce je rozdělena do 6 kapitol. Po úvodní kapitole je v 2. kapitole uveden přehled kompozitních materiálů, popis jejich rozdělení a možnosti uplatnění kompozitních materiálů ve výrobních strojích. V této kapitole trochu chybí popis vhodných kompozitních materiálů pro aplikaci ve výrobních strojích, který by ujasnil typ používaných vláken a případné problémy s výpočtovými modely izotropních nebo ortotropních vláken. V kapitole 3 jsou vymezeny cíle práce.

Metody pro dosažení cíle práce, tj. porovnání výpočtových metod, jsou popsány v kapitole 4. Na jednu stranu lze ocenit, že autorka práce se neomezila na častý popis mechaniky kompozitních materiálů, klasickou laminační teorii, a přímo popisuje jednotlivé výpočtové metody, které využívají výstupy z laminační teorie. Na stranu druhou to může trochu komplikovat orientaci v textu méně informovanému čtenáři. Lze dát doporučení trochu podrobnějšího popisu jednotlivých metod a také předpokladů, kdy tyto metody lze použít. Orientaci pomáhá seznam použitých metod, nicméně i zde by pomohla jistá přesnější formulace popisu (například „systém souřadnic laminy/vrstvy“ místo „hlavního souřadného systému ortotropie“).

V páté kapitole jsou uvedeny výsledky výpočtů zkušebních nosníků pomocí jednotlivých metod, které jsou následně v závěru v kapitole 6 velmi stručně shrnuty. Z hlediska výsledků lze konstatovat, že by práci pomohla větší přehlednost a čitelnost v porovnání výsledků jednotlivých metod u uvedených modelových případů (například uvádět průhyby a tuhosti modelových nosníků zaokrouhlené na menší počet jednotek, případné relativní porovnání v procentech uvádět odděleně od porovnání absolutních hodnot proměnných). Dále doporučuji zvýšit čitelnost u grafického porovnání, v práci jsou výsledky metody dle Timošenka a ABD matice téměř totožné, v grafech se křivky překrývají, což ale nelze nijak z prezentovaného porovnání ověřit (s výjimkou obr. 11). Z hlediska čitelnosti technického textu lze autorce doporučit, aby u dalších prací grafy s podobnými průběhy prezentovala v textu pouze v ilustrativních příkladech a zbytek dala do přílohy práce.

Z hlediska výpočtových metod a jejich vlastního provedení je bakalářská práce na vysoké úrovni. Možnost interpretace výsledků studie je patrně omezena nemožností porovnat výsledky analytických výpočtů s výsledky experimentů, případně s výsledky pomocí metody konečných prvků. Patrně z daného důvodu se autorka nepustila do většího hodnocení jednotlivých metod a

výsledky porovnání interpretovala z hlediska vlivu orientace vrstev vůči vlivu flouštěk vrstev na shodu-nesoulad výsledků.

Autorka splnila stanovený rozsah práce i jednotlivé úkoly zadání. Úroveň textu odpovídá požadavkům na bakalářskou práci. Z hlediska výpočtových modelů je provedení na vysoké úrovni, práci by ale prospěla vyšší přehlednost a čitelnost výsledků a omezení chyb v citaci zdrojů. Předloženou bakalářskou práci doporučuji k obhajobě a hodnotím práci slečny Anny Malé **kvalifikačním stupněm C - dobře.**

Ing. Viktor Kulíšek  
22. 06. 2015

Dotazy oponenta:

- 1) Dle jakého kritéria byly voleny modelové nosníky, a to zejména typ orientace vláken? Lze očekávat, u komponent výrobních strojů z kompozitů, například náhonových hřídelů, nějaké typické orientace vrstev?
- 2) Jaké jsou omezující předpoklady pro použití uvedených analytických výpočtových metod?