

**OPONENTNÍ POSUDEK DIPLOMOVÉ PRÁCE**  
**STATICKÁ PEVNOST LOPATKY OSOVÉHO VENTILÁTORU PRO ZTÍŽENÉ**  
**PROVOZNÍ PODMÍNKY**

**Autor: Lukáš HORÁK**  
**Vedoucí práce: Ing. Jan KRYSTEK, Ph.D.**

---

Diplomová práce je přehledně rozdělena do 7 kapitol včetně úvodní a závěrečné části. Svým obsahem odpovídá zadání, autor podrobně popisuje vstup do řešené problematiky a jednotlivé kroky řešení.

Práce obsahuje 38 obrázků a 14 tabulek k vysvětlení řešené problematiky a prezentaci výsledků. Odkazovaná literatura zahrnuje celkem 34 dokumentů ve vztahu k řešené problematice. Po formální stránce je možno hodnotit práci jako přehledně zpracovanou s odpovídající grafickou úpravou. Pokud bych mohl něco vytknout, je to přehlédnutí drobných překlepů a nejednotná terminologie v rámci dokumentu. Je ale pravdou, že v oboru lopatkových strojů není zcela ustálená terminologie tak, aby byla shodná např. pro osově ventilátory, větrné turbíny a letecké vrtule. Patrně proto, že student čerpal vstupní informace z různých zdrojů a oborů, jsou v některých částech práce používány pro stejnou část konstrukce různé názvy, např. „pata“ a jinde „kořenová část“, nebo v jiné části bylo použito označení „nosný kotouč“ a měla by to být spíše „rotorová hlava“, atd.

Nejde v žádném případě o závažná pochybení, která by měla mít vliv na celkové hodnocení.

Úvodní část diplomové práce je určitou rešerší a úvodem do konstrukce ventilátorů, jejich členění dle principu funkce a v případě osových ventilátorů do jejich základních částí. Úvod je uzavřen stručným popisem typické lopatky osového ventilátoru a způsoby provozního zatížení lopatek a jejich laboratorního zkoušení.

V dalších částech je proveden rozbor materiálů od klasických kovových konstrukčních až po kompozitní. Zde si nemohu odpuště poznámku, opět k terminologii, že je významný technický rozdíl mezi hliníkem, duralem a obecně hliníkovou slitinou. V běžné technické mluvě sice tyto rozdíly často pomíjíme, protože víme, o čem se mluví, ale v odborném textu by se toto stávat nemělo. Stejně tak je rozdíl ve významu fyzikálních charakteristik „geopolymery“ a „vyztužené kompozitní vrstvy s geopolymerní maticí“. Pokud musím zjišťovat při četbě textu až podle hodnot v tabulce, o který z materiálů se jedná, snižuje to jinak vysokou úroveň odvedené práce.

Závažnější výtka mám k části, která se váže k popisu lopatky, konkrétně k simulaci odstředivé síly tahovým zatížením. Vzorec (4.1) je samozřejmě správně, ale poloměr „r“ není k myšlenému řezu, ve kterém vyšetřujeme průběhy napětí. Jde o vzdálenost k hmotovému těžišti „odříznuté“ části nad tímto řezem, která generuje působící silový účinek.

To je mimochodem také důvod, proč v rámci projektu této lopatky je počítáno s realizací statické zkoušky paty lopatky a až teprve následně obdobné zkoušky roztočením v experimentálním zařízení ZVVZ. Odstředivé síly nelze simulovat v celé délce lopatky jednou tahovou zkouškou, protože působící silový účinek se vyvíjí od špičky k patě, tj. od nuly do maxima.

Student v dalších částech textu postupně popisuje realizované experimenty na speciálních zkušebních tělesech až po samotné prototypy lopatek. Prací se účastnil a jejich výsledky zahrnul do tvorby výpočtových modelů.

Je třeba zdůraznit, že projekt FW01010153 z programu TREND pracuje se zcela novým způsobem využití materiálů, pro které nejsou dosud k dispozici ověřené materiálové charakteristiky a ani technologické postupy zajišťující opakovatelnost výroby. Student byl tedy postaven před složitou úlohu, kdy se musel vypořádat s rozsáhlými nejistotami u vstupních souborů dat při tvorbě výpočtových modelů. Z tohoto úhlu pohledu jsou jím dosažené výsledky a jejich shoda s daty z experimentu velmi dobré.

**OPONENTNÍ POSUDEK DIPLOMOVÉ PRÁCE**  
**STATICKÁ PEVNOST LOPATKY OSOVÉHO VENTILÁTORU PRO ZTÍŽENÉ**  
**PROVOZNÍ PODMÍNKY**

**Autor: Lukáš HORÁK**

**Vedoucí práce: Ing. Jan KRYSTEK, Ph.D.**

---

Ze své vlastní praxe mohu potvrdit, že výpočty kompozitních vrtulových listů, lopatek ventilátorů nebo lopatek větrných turbín představují složitou úlohu a obvykle si žádají tvorbu řady dílčích modelů pro ověření materiálových charakteristik, a i tak je obtížné dosáhnout stejně dobré shody výpočtů statické pevnosti a modálních charakteristik. Zjištěný rozdíl mezi materiálovými daty použitelnými pro statické a dynamické výpočty je značný, ale v tomto oboru ne zas až tak výjimečný.

Celkově na mne udělala předložená práce velmi dobrý dojem, a to především svou šíří záběru, který nepomíjí potřebu porozumět širšímu kontextu řešené problematiky. Pro správnou interpretaci výsledků je důležité porozumět jak provozním podmínkám daného díla, tak i způsobu získávání vstupních dat, potřebným metodikám zkoušek a následně od toho odvozovat použité výpočtové modely. Vzniká tak uzavřená smyčka vzájemně na sebe navazujících výsledků, pomocí kterých lze následně činit přiměřené kroky v konstrukčních a technologických změnách pro dosažení požadovaných vlastností nového produktu.

K práci mám následující připomínky a dotazy:

1. Doporučuji autorovi věnovat větší prostor a pozornost prezentaci výsledků výpočtů. Například v Obr. 20 jsou uvedeny výsledky MKP výpočtu dvoukořenu, ale schází informace o tom, jaké jsou použité jednotky výpočtu a schází porovnání s výsledkem experimentu. Lze sice dovodit, že jde o napětí v Pascalech, nicméně obrázek je malý, obtížně čitelný a měl by být doplněn vysvětlující legendou. Vhodné by bylo zde uvést i to, že výpočet odpovídá zatížení 30 kN, aby toto nemusel čtenář hledat skryté někde v textu na jiné straně.
2. Tabulka 7d s výsledky k dvoukořenu je neprakticky umístěna do další kapitoly k části týkající se lopatky.
3. Bral autor výpočtů v úvahu skutečnost, že objemový podíl výztuže v monovrstvě je v podstatě dán plošnou hmotností a konstrukcí tkaniny, hustotou matrice a případné přebytky matrice je možno do vlastností elementu zahrnout jako samostatnou vrstvu izotropního materiálu? Je tak možno korigovat technologické vlivy bez nutnosti lokálně přepočítávat charakteristiky monovrstvy.

**Práci hodnotím známkou VÝBORNĚ.**

Ing. Vilém Pompe, Ph.D.

V Praze 10.06.2022