

**I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE**

<b>Název práce:</b>	<b>Experimentální ověření aerodynamických parametrů leteckých vrtulí</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Jan Paďouk</b>
<b>Typ práce:</b>	bakalářská
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta strojní (FS)
<b>Katedra/ústav:</b>	Ústav mechaniky tekutin a termodynamiky
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Jakub Suchý
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	Ústav mechaniky tekutin a termodynamiky, FS ČVUT

**II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ**

<b>Zadání</b>	<b>průměrně náročné</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Úkolem autora bakalářské práce bylo provést základní rešerši leteckých vrtulí, základní metody jejich výpočtů, možnosti experimentálního měření. Hlavním cílem práce byl návrh zařízení pro ověření aerodynamických parametrů vrtulí a jejich porovnání s daty získanými od výrobce.	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Zadání práce bylo splněno. Nicméně některé části práce nejsou dostatečně podrobné.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>správný</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Autor zvolil správný postup při řešení.	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>C - dobře</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Rešerše metod návrhu vrtulí je z pohledu aerodynamiky velmi stručná. Autor bakalářské práce zmiňuje „hybnostní teorii“, metodu izolovaného elementu list a teorii vztakové čáry. Přestože autor bakalářské práce zmiňuje nevýhody v případě metody izolovaného listu, již tak nečiní v případě metody vztakové čáry. Zároveň zde chybí určitá provázanost mezi jednotlivými teoretickými podkapitolami v kapitolách 2 a 3, tedy patrně i porozumění problematice ze strany autora. Dále autor označuje vztakovou sílu $Y$ a součinitel vzlaku, resp. odporu, $c_y$ , resp., $c_x$ . Vzhledem k zavedenému souřadnému systému v úvodu teoretické části je toto značení značně nekonzistentní. V experimentální části práce, která by měla být hlavní částí práce, autor popisuje měřicí zařízení včetně jeho jednotlivých prvků. Zde chybí popis nejistot měření jednotlivých dílčích komponent. Vzhledem k tomu, že je zřejmé, že autor práce prováděl měření pomocí PC, tak zde chybí popis použitého DAQ zařízení. Není tedy patrné, jak velkých nejistot měření mohlo být dosaženo, což snižuje relevanci naměřených dat.	

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>C - dobře</b>
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Po formální stránce je práce na dobré úrovni. Drobnou výtka bych měl ke značení odkazů na obrázky, kdy je vždy použito velké písmeno na začátku zkratky „Obr.“ bez ohledu na postavení ve větě a dále tučný font tohoto odkazu. Zároveň autor pro matematické symboly ne zcela vždy používá kurzívu. V seznamu symbolů se vyskytuje nekonzistence značení bezrozměrných veličin „-“ a „1“, kdy autor používá oba způsoby. (Kdy správné značení je pouze „1“). Dále autor v seznamu zkratk uvádí otáčky $n$ v jednotkách $ot./min$ , což nejen není fyzikální jednotka, ale i dále v práci pracuje s $n$ v $[s^{-1}]$ . Po jazykové stránce je práce na průměrné úrovni, přičemž autor střídá trpný a činný slovesný rod.	

**Výběr zdrojů, korektnost citací**

**B - velmi dobře**

*Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.*

Vybrané zdroje jsou k dané problematice relevantní, avšak bylo by vhodnější zejména v rešeršní části využít více zdrojů (zejména zahraničních a současných).

Citace jsou používány dle běžných zvyklostí, v některých částech teoretické části není zřejmé, ze kterého konkrétního zdroje autor daný poznatek čerpal (např. kapitola 2.2.3, autor uvádí, že největší význam má tloušťka na konci listu, ale již neuvádí proč, ani konkrétní zdroj.)

**Další komentáře a hodnocení**

*Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.*

--

**III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE**

Bakalářská práce pana Jana Paďouka je celkově na 32 stranách odborného textu vhodně doplněného relevantními grafy a obrázky.

Pro většinu teoretické části práce autor použil jeden stejný zdroj, většinou vždy ověřený zdrojem dalším. Vzhledem k tomu, že se nejedná o „rešeršní“ práci lze toto prominout. Nicméně nelze zanedbat chybějící provázanost mezi teoretickými částmi práce.

V experimentální části práce autor pouze slovně rozebírá některé možné zdroje nejistot při měření (resp. spíše v tomto ohledu chyb měření), avšak již nepopisuje nejistoty měření jednotlivých dílčích prvků měřícího řetězce a chybí popis DAQ zařízení. Samotné měření však dle výsledků bylo provedeno s náležitou precizností.

V závěru samotné práce pak chybí zhodnocení samotného navrženého měřícího zařízení včetně navržení možných úprav na samotném zařízení, částečně je však toto popsáno v závěru experimentální části práce.

Otázky k obhajobě:

1. V teoretické části hovoříte o součiniteli tahu  $c_T$  a indukované rychlosti  $v_i$ . Existuje (teoretická) závislost mezi indukovanou rychlostí a součinitelem tahu vrtule? Pokud ano, na jakých parametrech dále závisí?
2. Můžete analyzovat vliv nejistot jednotlivých měřených veličin (tah, moment, rychlost proudění, rychlost rotace) na bezrozměrné součinitele  $c_T$ ,  $c_M$  a  $J$ ?
3. Při hodnocení měření uvádíte, že při měření došlo v určitém okamžiku k vibracím (amplituda tahu až 1 N). Jaký je původ těchto vibrací? Mohlo to být způsobeno nedostatečným elektromagnetickým stíněním měřícího řetězce?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **C - dobře**.

Datum: 23.6.2021

Podpis: Ing. Jakub Suchý v. r.