

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Studie autonomně řízeného elektricky poháněného letounu určeného pro přesnou kultivaci rostlinné výroby.</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Matěj Vítovec</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>
Zadáním studenta bylo provést studii autonomního letounu s elektrickým pohonem pro specifický účel.	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
Předložená bakalářská práce splňuje všechny body zadání.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>správný</b>
Autor bakalářské práce zvolil správný postup řešení. Nejprve se zabývá rešerší již existujících letadel pro daný účel (tedy kultivaci rostlinné výroby), následně autor stanovuje parametry navrhovaného letounu a posléze tento návrh zjednodušenou simulací pomocí vlastního software v MATLABu letové dráhy ověřuje.	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>D - uspokojivě</b>
<p>Student využívá poznatky získané převážně z literatury, práce obsahuje větší množství nepřesností, či neuvedených předpokladů. Na straně 12 si autor plete pojem letoun a letadlo.</p> <p>V práci chybí určitá provázanost mezi jednotlivými částmi návrhu, autor postupuje v návrhu pouze směrem „vpřed“ a nevrací se k dříve odhadnutým parametrům. Nejvíce je toto zřejmé v kapitole 2.8.1, kde student volí pohonné jednotky na maximální trvalý výkon 50 kW (2x elektromotor 25 kW). V kapitole 4.5 při simulaci typického letového profilu je tento výkon použit pouze při vzletu, během letových manévřů je využito ne více jak 50 % navrhovaného trvalého výkonu pohonné jednotky. Autor se pak již v pozdějších kapitolách ke zhodnocení návrhu volby motoru nevrací, přestože v kapitole 2.8.1 se odkazuje se zhodnocením volby elektrického pohonu na kapitolu 4.5.</p> <p>V kapitole 3.2.2 na straně 32 není zcela korektně popsán vznik indukovaného odporu. V téže kapitole autor uvádí volbu Oswaldova koeficientu dle popisu „křídlo s motory umístěnými na křídle“, vzhledem k definici Oswaldova koeficientu se nejedná o vhodný popis dané konfigurace.</p> <p>Rovnice 3.34 a 3.35 v kapitole 3.4 na straně 36 nejsou správně, obr. 3.5 „Momentová rovnováha letu“ na téže straně může být zavádějící. Schéma na obr. 3.8 v kapitole 3.6 na straně 40 neodpovídá reálnému výpočtu v elektronické příloze (do výpočtu statické rovnováhy má vstupovat také <math>F_L</math>).</p> <p>V kapitole 4.3 autor popisuje vzlet letounu, přičemž zanedbává bez další diskuze vliv změny normálové síly na valivý odpor kol podvozku, zároveň není zahrnut vliv tzv. „přízemního efektu“, je pravděpodobné, že délka dráhy potřebné pro vzlet je v práci nadhodnocena.</p>	

**Formální a jazyková úroveň, rozsah práce**

**B - velmi dobře**

V přehledových tabulkách jsou v některých případech uvedeny chybné jednotky daných veličin – např. v tab. 2.3 na str. 27 (štíhlost VOP, mohutnost VOP, mohutnost SOP, ...). V obr. 3.7 na straně 39 chybí popisec vodorovné osy. Po typografické stránce se text nevymyká běžným zvyklostem. Jazyková úroveň odpovídá dané formě práce, drobné pravopisné chyby (chybějící čárky, chybějící písmena, aj.) lze prominout.

**Výběr zdrojů, korektnost citací**

**C - dobře**

Autor dodržuje standardní citační zvyklosti v textu. U některých pasáží (zejména doporučených parametrů při konstrukci) není zcela zřejmé, z jakého zdroje autor čerpal. Často se v textu objevují formulace typu „se běžně používá“ bez uvedení zdroje informací.

Z formátu seznam zdrojů na straně není zřejmé, zda se jedná o recenzovaný článek umístěný online, internetovou stránku, či pasáž z online knihy.

**Další komentáře a hodnocení**

Kladně hodnotím zhodnocení vlivu nevztlakových částí letounu na celkový aerodynamický odpor, ačkoli by následně bylo vhodné i porovnání jednotlivých složek celkového odporu a diskuze nad jejich možnou optimalizací. Celkově je však škoda, že nebyl využit více potenciál MATLABu pro simulaci plánovaného letu a jeho jednotlivých fází. Kladně hodnotím získání charakteristik vrtule, avšak navržené vrtule mají dle grafů na obr. 4.3. nejvyšší účinnost při TAS 55 m/s, což při navrhované rychlosti 35 m/s není zrovna vhodné.

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

Předloženou bakalářskou práci lze považovat za úvodní studii aerodynamického návrhu letounu a jeho pohonu pro účely aplikace postříku v rostlinné výrobě.

Celkově se bakalářská práce povrchně dotýká jednotlivých aspektů problematiky návrhu bezpilotního prostředku, je zřejmé, že podrobnější rozpracování některých kapitol by přesahovalo rámec bakalářské práce, přesto mohl autor některá zjednodušení více vysvětlit a uvést do souvislostí a zhodnotit jakým způsobem ovlivní celkový návrh. Zejména kapitoly týkající se návrhu vybavení pro konkrétní účel letounu mohly být více rozšířeny (např. rozstříková lišta, vliv vypouštění postříku na letoun, umístění nádrže s kapalným postříkem, ...). V některých případech by bylo vhodnější volit výstižnější název kapitol - např. kapitola „*Statické vyvážení letounu při letu – podélná stabilita*“ dává dojem, že se jedná o kontrolu stability letounu, přestože se jedná o návrh přibližného umístění těžiště letounu pro konstrukční účely (pouze samotný výpočet statické zásoby nelze považovat za kontrolu stability letounu). Dále např. v kapitole 4.5 v tab. 4.2. by bylo vhodné použít fyzikální konstanty více popsat – zejména jejich zdroj, popř. zda byl použit model ISA (např. dle ISO 2533:1975).

Vyjma odborných chyb a nepřesností nejvíce negativně vnímám, že autor optimalizuje návrh letounu pouze volbou profilu na křídle, další možnosti optimalizace, tj. např. půdorys křídel (a optimalizace Oswaldova koeficientu), propulzní jednotka, autor zcela pomíjí. Naopak kladně hodnotím rozpracovanost některých dílčích pasáží – např. model charakteristiky elektromotoru, již zmíněné uvažování vlivu odporu nevztlakových částí a snaha o vytvoření simulace letu.

**Otázky k obhajobě:**

1. V kapitole 3.6 v grafu na obr 3.9 jsou při nízkých rychlostech a vyšších hmotnostech nespojitě body. Můžete objasnit příčinu nespojitosti těchto bodů?
2. V kapitole 4.1 navrhujete vhodný profil tak, aby byl maximální poměr vztlaku ku odporu. Proč navrhujete letoun právě na tento konkrétní bod?
3. Jak vypadá závislost součinitele vztlaku na součiniteli odporu  $C_L = f(C_D)$  Vámi navrhovaného letounu? Ve kterém bodě této závislosti se letoun pohybuje při ustáleném horizontálním přímočarém letu popsáném v kapitole 4.4?
4. Jaký vliv bude mít kapalný postřik v nádrži na těžiště letounu?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **D - uspokojivě**.

Datum: 13.6.2022

Podpis: Jakub Suchý