

**I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE**

<b>Název práce:</b>	Výpočet nosnosti rakety startující z letícího prostředku
<b>Jméno autora:</b>	<b>Bc. Jan Ptáčník</b>
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta dopravní (FD)
<b>Katedra/ústav:</b>	K621 – Ústav letecké dopravy
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Jan Snížek
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	Stratosyst s.r.o.

**II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ**

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání diplomové práce hodnotím jako náročnější, neboť obsahuje kromě obsáhlé rešeršní části a technického výpočtu/návrhu velikosti rakety také ekonomický výpočet, což není standard na FD. Přidání ekonomického faktoru považuji za velice přínosné a důležité.	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno s menšími výhradami</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 diplomové práce bylo splněno. Student se drží v rozsahu svého zadání. V rešeršní části jsou určité sporné informace (např. GEO), které jsou spíše jen špatně popsány. Student v řešení bohužel nechal v potaz maximální nosnosti stratosférických balonů. Výpočet je tedy spíše porovnáním dvou způsobů startu rakety, což je ale stále v souladu se zadáním.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>správný</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Metoda řešení je správná. Přístup k výpočtu vychází z aktuálně používaných nosičů. Matematický výpočet programovaný v Matlabu je logický.	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>A - výborně</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Odbornost závěrečné práce je dobrá. Student je schopen využívat znalostí jak ze školy, tak z odborných zdrojů.	

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>B - velmi dobře</b>
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Formální a jazyková úroveň práce je velmi dobrá. Student se zabývá tématem a využívá odborných pojmů. Občas má tendenci psát text v lehce hovorovém stylu. Matematické rovnice by bylo dobré uvést také v základních tvarech s odvozením do výsledné rovnice používané v Matlabu (např. Newtonovi pohybové rovnice). Vzhledem k tématu práce by bylo vhodné sepsat diplomovou práci v anglickém jazyce.	

<b>Výběr zdrojů, korektnost citací</b>	<b>B - velmi dobře</b>
<i>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</i>	

*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.*

Využití zdroje a množství použitých studijních materiálů je velmi dobré. Zapsání zdrojů je výborné, občas by bylo dobré lépe rozlišit materiály citované a parafrázované.

#### **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.*

Student se zabývá výkonnostními parametry pro rakety s náklady do 300 kg. Celková hmotnost rakety je však velice vysoká. Tyto hmotnosti jsou reálné v případě vypouštění rakety z letadla (viz Virgin Orbit), ale vypouštění takovéto rakety z balonu je naprosto nereálné. Stratosférické balony dosahují nosností v řádech jednotek tun, což není v práci nijak zohledněno. V rámci řešení diplomové práce by bylo dobré zohlednit maximální nosnosti a vzít v úvahu i například raketu s celkovou hmotností do 2-3 tun a dopočítat jaké užitečné zatížení by byla schopná umístit na orbitu.

Z ekonomického hlediska by bylo dobré zohlednit právě i provoz letadla/balonu vs klasické rakety z pohledu celkové ceny na 1 kg užitečného zatížení. Vzhledem k ceně letounu a jeho údržby nebo ceně Helia na jeden start lze předpokládat vysokou finanční náročnost.

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

*Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.*

Student dobře zpracoval a zhodnotil teoretické vstupy zadání diplomové práce. Dále správně pokračoval návrhem a výpočtem rakety pro Air-launch. Je škoda, že nebyla zvolena širší základna nyní používaných raket. Chybí mi v seznamu například raketa Electron od společnosti Rocket lab, která svým výkonem a hmotností výrazně překoná navrhované řešení i při startu ze Země. V závěru by bylo dobré zauvažovat i nad menšími raketami, které by bylo možné vynést balonem.

Otázky:

- Jaké jsou další alternativní metody vypouštění raket krom Air-launch?
- Jak se liší specifický impuls ( $I_{sp}$ ) chemického a elektrického pohonu. Jaké jsou výhody/nevýhody těchto pohonů?
- Jaké společnosti se nyní zabývají vývojem raket? Jsou v tomto odvětví aktivní nějaké EU startupy?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře**.

Datum: 5.6.2023

Podpis: Ing. Jan Snížek

