

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Flutterová analýza sportovního letounu
Jméno autora:	Matěj Charouz
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav letadlové techniky
Oponent práce:	doc. Ing. Svatomír Slavík, CSc.
Pracoviště oponenta práce:	ČVUT v Praze, FS – Ústav letadlové techniky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zpracování vyžaduje zvládnutí MKP řešiče NASTRAN, pochopení problematiky flutterové analýzy pomocí strukturálního nosníkového modelu letounu a časově náročnou část frekvenčního ladění modelu na experimentální data.	

Splnění zadání	splněno
<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 bylo splněno v celém rozsahu dle jednotlivých bodů 1) – 4) "Pokynů pro vypracování".	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Řešení odpovídá standardním postupům pro flutterovou analýzu malých sportovních letounů pomocí MKP strukturálních modelů.	

Odborná úroveň	A - výborně
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Práce má velmi dobrou odbornou úroveň. Diplomant zvládl problematiku flutterové analýzy a průkazu pomocí modelování MKP řešičem NASTRAN, který je leteckým průmyslu přijímán při řešení aeroelastických úloh. Prokázal schopnost ladit strukturální MKP model na experimentální výsledky pozemní modální analýzy letounu a provádět výpočty flutterových charakteristik včetně návrhu úprav konstrukce pro flutterově nevyhovující případ.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	C - dobře
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Grafické provedení práce je akceptovatelné, má rozsáhlou přílohou dokumentaci. Práce však vykazuje některé formální nedostatky, a to: často se vyskytují neobratné stylistické formulace, v textu jsou chybné číselné odkazy na obrázky (str. 33), občas příliš stručný komentář k dané tématice (např. modelová vlivu trasy řízení str. 38), nesystematické číslování odstavců podkapitoly 5.5, chybí vysvětlení významu proměnné "K" v popisu matematických modelů flutterové analýzy (str. 56 a 57, vztahy (34) a (35), záměna "k" a "K" v odstavci 7.3.2, gramatické chyby (např. str. 75, 5. a 6. ř. odspodu).	

Výběr zdrojů, korektnost citací	B - velmi dobře
<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 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.</i>	
Diplomant použil technickou literaturu, příručky, technickou dokumentaci a další informační zdroje vázané na řešenou problematiku. Použitou literaturu by však bylo vhodné doplnit o odkazy na literaturu s teoretickými popisy řešené	

problematiky (viz např. flutterové rovnice – podkapitola 7.1 a 7.2, či vliv trasy řízení – podkapitola 4.5 apod.). Práce respektuje převzaté podklady z jiných zdrojů jejich řádnou citací dle požadovaných zvyklostí a norem. Práce je původní, neobsahuje žádné převzaté výsledky, vyjma řádně citovaných, které by autor prezentoval jako jeho vlastní přínos.

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.

- 1) Shoda vlastní frekvence výsledného naladěného strukturálního modelu s experimentálními je velmi dobrá, shoda vlastních tvarů je z příložených grafů obtížně srovnatelná, chybí kvantitativní ukazatel rozdílů naměřených a modelovaných vlastních tvarů.
- 2) Vlastní flutterový průkaz je proveden pomocí aeroelastického programového bloku programu NASTRAN pro výpočet flutterových charakteristik. Autor však neuvádí, který model (K, K-E či PK) flutterové analýzy použil.
- 3) Zdůvodnění a metodika oprav pomocí křížových vazeb není příliš zřejmá.

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.

Diplomat zvládnul problematiku flutterové analýzy malého sportovního letounu pomocí MKP strukturálního nosníkového modelu v řešiči NASTRAN. Použil v praxi přijímanou metodu tuhostního ladění strukturálního modelu na vlastní frekvence letounu získané z pozemních frekvenčních zkoušek. Kladně hodnotím pokus o další zpřesnění modelu pomocí hmotových křížových vazeb "konstrukce-kormidlo". Student rovněž prokázal schopnost upravit konstrukci pro nevyhovujícího flutterový případ, kdy se kritická rychlost flutteru prokázala pod mezní hranicí danou leteckými pevnostními předpisy.

Formální nedostatky nemají zásadní vliv na splnění požadavků zadání a výsledky diplomové práce.

Otázky k obhajobě:

- 1) Jak byla stanovena poloha elastické osy (citace str. 22: „...byla odborně odhadnuta v 25% hloubky křídla VOP a SOP...“) a má tato poloha vliv na výsledky provedené flutterové analýzy strukturálním nosníkovým modelem?
- 2) Objasnit význam a postup úprav strukturálního nosníkového modelu na vliv křížových hmotových vazeb.
- 3) Proč nebylo k řešení flutterové krize antisymetrického případu křídla s volným řízením použito vyvážení křídélek.

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

Datum: 16.8.2019

Podpis: doc. Ing. Svatomír Slavík, CSc.