

O p o n e n t s k ý p o s u d e k

Absolvent: **Bc. Aleš Trnka**
Diplomová práce: **Porovnání metod k určování rozložení tlaku na letadlovém křídle při malých Re**

V rámci diplomové práce měl pan Bc. Aleš Trnka podle zadání stanoveno několik úkolů. Kromě obvyklé rešerše zvoleného tématu, tedy určování rozložení tlaku na křídle z hlediska experimentálního i výpočetního, se jednalo o provedení měření vybraného leteckého profilu a numerických výpočtů a konečně i o jejich porovnání s vyvozením odpovídajících závěrů.

Práce svým členěním a jednotlivými úseky plně odpovídá zadání. Nejprve je v úvodu zdůvodněna motivace pro celou práci, poté jsou představeny výpočetní metody, od jednoduchých vírových teorií, přes panelové metody až po CFD simulace. V další části věnované rešerši autor popisuje různé metody měření rozložení tlaku na povrchu těles a v přehledné tabulce shrnuje jejich výhody a nevýhody (Tab. 2.1). Po úvodní rešeršní části následuje výpočet profilu NACA 4415, pro který autor zvolil kombinaci teorie nosné čáry a programu XFOIL. Velmi podrobně a názorně je popsán postup výpočtu efektivního úhlu náběhu, doplněný grafy a diagramy. Pozornost je věnována výpočtu rozložení tlaku podél dvou vybraných křivek, jednak ve směru tětivy, a také ve směru rozpětí.

V další kapitole autor představuje zkušební model a měřicí techniku – zejména tlakové pásky, použitou v experimentu, který se oproti zvyklostem neodehrává v aerodynamickém tunelu ale přímo za letu. Tlakové pásky osazené miniaturními snímači tlaku jsou nepřilíši známou a používanou měřicí metodou. Autor si ve svém textu všímá takových detailů, jako je vliv gradientu tlakového pole v daném umístění tlakového pásku na chybu měření tlaku vzhledem k nepřesnosti měření polohy pásku. Sonda úhlu náběhu je vybrána z několika variant s přihlédnutím na klady a zápory jednotlivých typů. Zbytek měřicí techniky se skládá z běžně používaných snímačů. U diferenčního snímače tlaku pro měření rychlosti není uveden typ a přesnost snímače.

V dalších pasážích je popsána výroba křídel pro zabudování pásků, jejich kalibrace a navíc i srovnávací měření profilu se standartními tlakovými odběry a zároveň tlakovými pásky v aerodynamickém tunelu. Na základě tohoto srovnání se autor rozhodl zapustit pásky do křídla létajícího modelu. Následuje popis návrhu a výroby snímače úhlu náběhu a Prandtlovy sondy.

Letové měření je uvedeno v kapitole 6 a data jsou vyhodnocena v kapitole 7. Samotné výsledky průběhu tlaků za letu nejsou zdaleka tak zajímavé, jako porovnání s výpočtem, které následuje v kapitole 8. Ačkoliv jsou získané křivky rozložení tlaku velmi kostrbaté naznačující značnou chybu měření, celková tendence, tvar i absolutní hodnoty koeficientu tlaku se překvapivě dobře shodují s numerickým výpočtem. Je otázkou, zda má smysl naměřené body z jednotlivých snímačů na tlakovém pásku spojovat do jedné křivky, tak jak provedl autor. Dle názoru oponenta je vhodnější proložit data hladkou křivkou, nebo porovnávat s teorií pouze izolované body, jak je běžné v odborné literatuře.

Obsahově zajímavá práce se nevyhnula drobným formálním i věcným nedostatkům. Na straně 20. je ve stavové rovnici uvedena plynová konstanta R , místo měrného ekvivalentu r . Autor v některých částech textu označuje souřadnice podél tětivy profilu jako x a někde jako z , což může být matoucí, i když je vždy jasně uvedené o jakou souřadnici se jedná. Rovnice 3.15 je platná pouze pro úhel náběhu 0, neboť jejím výsledkem je aerodynamická síla kolmá

k těživě, kdežto vztlak je vždy kolmý k nabíhajícímu proudění. Drobné překlepy není třeba vyčítat a jejich počet je malý.

Celkově je diplomová práce velmi obsáhlá, autor se velmi podrobně věnuje oblasti měřicí techniky a během plnění hlavního tématu tak trochu mimoděk vyvíjí velice zajímavý prototyp sondy úhlu náběhu a ověřuje použitelnost a přesnost neobvyklého měřícího prostředku tlakových pásků. Hlavním přínosem práce podle oponenta není ani tak dosažený výsledek porovnání experimentu a numeriky, kde experimentální data nedosahují přesnosti obvyklé při měření polár v letectví, ale jsou to především právě zajímavé a neobvyklé postupy a nástroje použité k jeho dosažení.

Vzhledem k tomu hodnotím práci stupněm:

A – výborně

a doporučuji ji k obhajobě.

V Praze dne 14.1.2015

.....

Ing. Vít Štorch

Otázka k obhajobě:

Co přesně způsobuje odlišnosti průběhu tlaku téhož profilu pod stejným úhlem náběhu při různých rychlostech, respektive Re , viz obr. 3.9 a pro jaké hodnoty Re lze předpokládat výraznou změnu oproti uvedenému průběhu.