

## Oponentský posudek na doktorskou disertační práci RNDr. Jaroslava Hájka

”Aerodynamic Optimization of Airfoils and Wings Using Fast Solvers”

Předkládaná práce se zabývá vícekriteriální numerickou optimalizací křídél a jejich profilů s využitím rychlých řešičů založených na potenciálním proudění. Jedná se o velmi aktuální téma motivované problémy z průmyslové praxe.

V úvodu práce je zdůvodněno použití rychlých metod a uvedeny některé výhody oproti metodám výpočetní mechaniky tekutin, které vynikají obzvláště v kontextu tvarové optimalizace.

Další kapitola se věnuje popisu zjednodušeného modelu obtékání dvou-rozměrných profilů založeného na tzv. panelové metodě, která vede k řešení systému lineárních rovnic pro koeficienty potenciálních vírů a zdrojů. Výpočty jsou prováděny s využitím existujícího programu XFOIL. Kapitola 3 se zabývá algoritmem vícekriteriální optimalizace. Je navržena modifikace popisu geometrie profilu GPARSEC umožňující lokální vylepšení designu. Dále je popsán genetický algoritmus  $\mu$ -ARMOGA, jehož hlavním přínosem je efektivní tvorba Paretovy množiny. Tento algoritmus je pak propojen s řešičem proudění kolem profilu a jsou prezentovány výsledky ukázkového výpočtu.

V následující kapitole je popsána metoda ”nonlinear lifting line” pro aproximaci třírozměrného proudění okolo tenkého křídla. Výsledná soustava nelineárních algebraických rovnic je pak řešena metodou prediktor-korektor. Je také odvozena vhodná interpolace zdvihových křivek, zachovávající úhel nulového a maximálního náběhu. Metoda je autorem nainplementována v programu NLwing2. Nakonec je popsána algoritmizace procesu v paralelním prostředí a uveden ukázkový příklad optimalizace křídél. V této části bych očekával konkrétnější rozbor konvergence řešiče nelineárního systému a porovnání efektivity genetického algoritmu s optimalizací ”hrubou silou”. Práce se také nezabývá ověřením přesnosti a fyzikální přijatelnosti výsledků získaných na základě modelů potenciálního proudění.

Celkové hodnocení: Práce obsahuje řadu původních metod a výsledků zejména v oblasti parametrizace geometrie profilů, genetických algoritmů a modelování proudění kolem křídél, včetně jejich implementace do otevřeného software. Popsané výsledky jsou úspěšně aplikovány na autorově pracovišti ve VZLÚ. Také bych vyzdvihl skutečnost, že na základě autorova výzkumu bylo vydáno několik užitečných vzorů aerodynamických profilů. Po formální

stránce je práce napsána na velmi vysoké úrovni s minimem chyb, které nesnižují její kvalitu. Klíčové myšlenky a postupy jsou vysvětleny srozumitelně bez nutnosti zabíhat do přílišných podrobností. Autor projevil schopnost porozumět fyzikální podstatě problému, metodám matematické optimalizace a řešení nelineárních systémů, programování numerických algoritmů a spolupráce s inženýrskou komunitou.

Disertační práce prokazuje předpoklady autora k samostatné tvořivé práci, proto ji komisi doporučuji k přijetí.

V Praze dne 29. října 2009

