

AERO

Hobby

6 listopad - prosinec 2009

Skyleader 500

S přílohou AeČR

AERO
SPORT



Příloha
Létání
1909



**50 let s Blaníkem
v aeroklubech**

**Martin Šonka
připraven na RBAR**



Plus kalendář AeČR



**Akrobat z americké
stavebnice**

6. ročník

Cena 65 Kč
2,59 € / 78 Sk



TUNING

aneb rozličné prostředky řízení proudění ve službě zvýšení výkonů větroňů

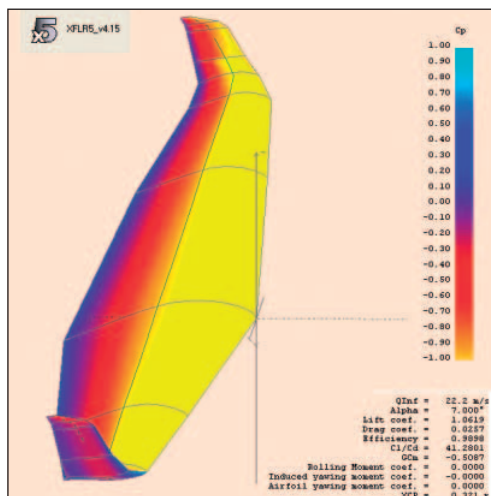


LUKÁŠ POPELKA

TeST TST10 M

TST10M je jednomístný sportovní samostartující ultralehký větroň, na soutěžích zařazovaný do klubové třídy. Do dnešního dne bylo vyrobeno 31 kusů a létají prakticky po celém světě.

letu). Tyto poměrně neobvyklé charakteristiky umožňují dosáhnout předepsané výše pádové rychlosti. Co se týká zlepšení odporových vlastností, můžeme jako úvodní vodítko využít rozbor věnovaný větroni Standard Cirrus, uvedený v letošním AeroSportu č. 2, potenciál je zde identický, stejně jako v oblasti křídla ovlivněné trupem. Profily VOP a SOP tvoří výjimku proti pravidlu – turbulátory zde nejsou nutné, jen zatěsnění Mylar páskami. Úvodní měření na větroni TST10M OK-A631 /LZ/ vedla k návrhu alternativního provedení wingletů (obr. 1), dosahující zlepšení příčné

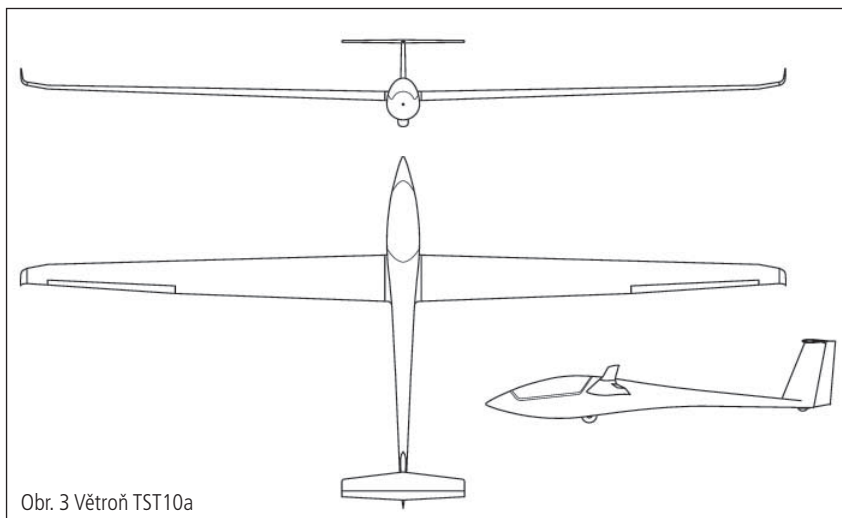


Obr. 1 Rozložení tlakového součinitele na horním povrchu křídla TST10a, $V = 80\text{km/h}$, $\text{cl} \approx 1$, zelená čára vyznačuje přechod do turbulence; výpočet XFLR5

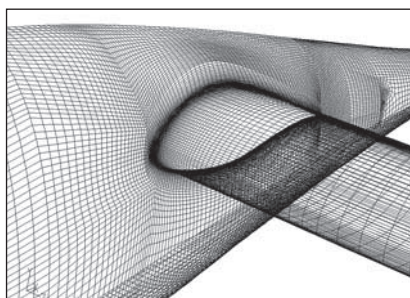
Větroň je řešen jako středoplošník s křídlem půdorysu dvojitého lichoběžníku plochy $9,95\text{ m}^2$, vnější částí křídla svým zúžením a vzepětím přechází do wingletů. Použité profily řady Wortmann FX66 se vyznačují zvyšujícím se maximálním součinitelem vzlaku při snižujícím se Reynoldsově čísle (menší rozměry, menší rychlost



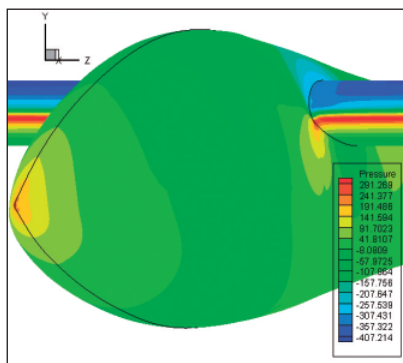
Obr. 2 Zviditelnění proudění olejem na wingletu TST10a



Obr. 3 Větroň TST10a



Obr.4 Výpočtová síť, trup+kořen křídla



Obr. 5 Rozložení statického tlaku na přední větroně, přesun stagnačního bodu na spodní stranu křídla; výpočet Fluent

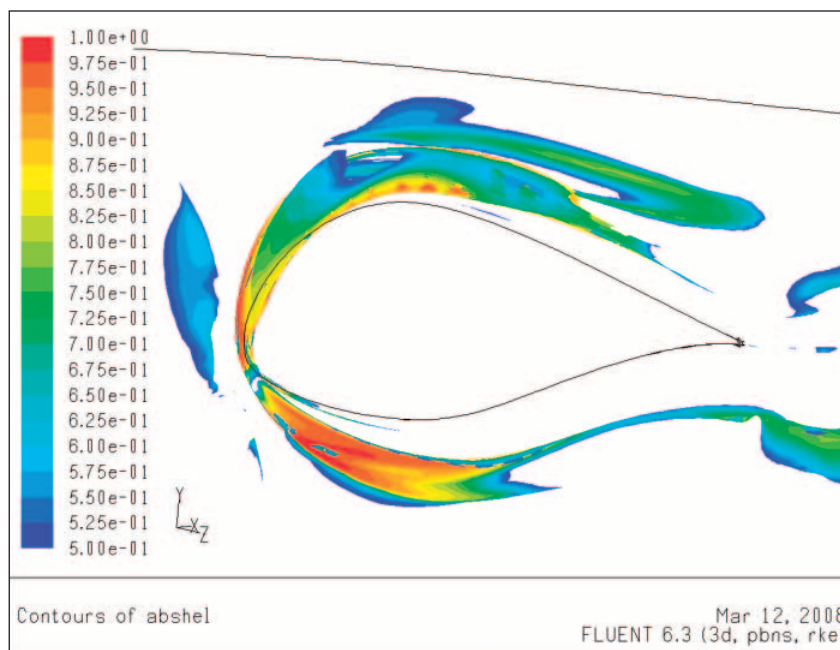
stability i zvýšení výkonů (nejen v kroužení). Následně byly pomocí zviditelnění proudění určeny souřadnice pro instalaci turbulátorů na spodní straně křídla, jakož i na wingletech – obr. 2a ukazuje pásek oleje před vzletem, 2b pak po přistání. Obdobný vzorek, vymodelovaný tečným napětím v nejnižší vrstvě mezní vrstvy, bychom mohli spatřit na většině současných větroňů s winglety. Bylo využito výhod samostartujícího větroně a odměřena rychlostní polára; měření bylo zahajováno ve 2200 m MSL a ukončováno v 1200 m MSL, tak aby nedocházelo k ovlivnění terénem. Po vysunutí pohonné jednotky, nastoupaní a jejím zasunutí bylo možné proceduru opakovat; všechny rychlosti se čtyřnásobným opakováním každé z nich byly odměřeny jediným letem. Větroň byl s optimismem autorů vlastním označen TST10a Phase1, obr. 3.

Možnost provádět rozsáhlá a spolehlivá letová měření byla počátečním bodem obecnějšího zájmu spojit tyto poznatky s výpočty a tunelovými měřeními a zaměřit se na oblast přechodu křídlo-trup. 3D modelování proudění programem Fluent (výpočtová síť je na obr. 4) potvrdil teoretické očekávání – kořenová část křídla pracuje pod významně větším úhlem náběhu, obr. 5, přesto poskytuje nižší součinitel vztlatku. Speciální postup umožnil určit oblast podkovovitěho víru, který obemývá shora i zespoda kořenové žebro křídla, obr. 6. Jak v aerodynamickém tunelu, tak i za letu by nebylo snadné jej zviditelnit. Tento vír je přítomen na všech větroních, teprve nedávno špičkový aerody-

namik, profesor L. L. M. Boermans, působící na TU Delft (též je Presidentem OSTIV), nalezl způsob, jak tento nežádoucí vír potlačit, zatím toto řešení není na žádném typu využito. Pro měření v aerodynamickém cirkulačním tunelu Ústavu termomechaniky Akademie



Obr. 7 Měřicí prostor 865x485x900 mm³ cirkulačního aerodynamického tunelu UT AV ČR (2008)



Obr. 6 Projekce podkovovitěho víru podél kořenového žebra, výpočet Fluent

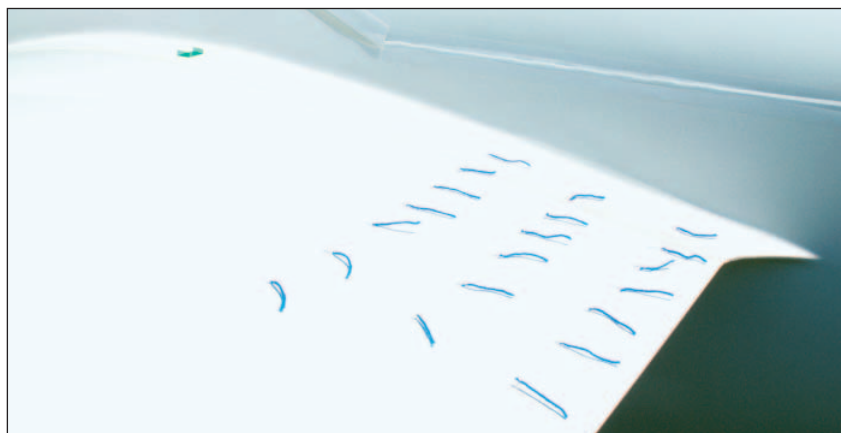
Mar 12, 2008
FLUENT 6.3 (3d, pbns, rke)



TeST TST 10M

Tento typ českého ultralehkého větroně se zatažitelnou pohonnou jednotkou je letecké veřejnosti velmi dobře znám. První let prototypu byl proveden roce 2002 ještě ve verzi s dřevěným nosníkem křídel. Následující vývoj vedl k představení verze s celokompozitovým křídlem v roce 2004. Neustálé zlepšování konstrukce a uživatelského komfortu umožnilo představení verze MB v roce 2008, jež zahrnuje zejména zatahovací podvozek, zvětšení prostoru pro pilota, automatické spojení řízení při sestavování trupu a křídel a mnoho dalších zlepšení včetně možnosti instalace nového aerodynamického řešení wingletů a zig-zag pásek s turbulátory. Do současné doby bylo vyrobeno 31 kusů, z toho 5 ve verzi MB. Po změně majitele výrobce v roce 2008 vývoj pokračuje zejména dalším zlepšováním technologie a konstrukce, např. zvýšením bezpečnosti posádky podle nejnovějších poznatků OSTIV. Nyní je ve fázi finalizace prototyp verze MC se zesílenou konstrukcí pro splnění požadavků německého předpisu LTF-UL. –jf–

věd ČR byl vyroben model v měřítku 1:5 dělený v rovině symetrie, se zkráceným rozpětím, obr. 7a až c. Bylo uskutečněno zviditelnění vláknou pro úhly náběhu od -5 do 20 stupňů s přírůstkou po 5 stupních. Při $\alpha = 10^\circ$ se názorně ukazuje odtržení lokalizované v trojúhelníkové oblasti na kořeni křídla, následných $\alpha = 15^\circ$ pak již dokumentuje odtržení podél celého rozpětí, obr. 8. První zmíněný režim s určitou přibližností odpovídá kroužení v termice, druhý pak pádové rychlosti větroně. Letové měření, rovněž s polem bavlnek, obr. 9, se zaměřilo na rychlosti 85, 100, 130 a 160 km/h IAS v přímém letu. Snímek z videozáznamu pro $V = 85$ km/h IAS potvrzuje stejnou oblast odtržení jako v tunelovém měření, obr. 10. Byl navržen vírový generátor výšky 3 mm a jeho instalace se pro $V = 85$ km/h IAS se setkala s plným úspěchem – odtržení bylo potlačeno. Následné měření rychlostní poláry potvrdilo snížení součinitele odporu, tj. nárůst klouzavosti, pro $V = 160$ km/h bylo ovšem shledáno nepříjemné zhoršení výkonů, obr. 11. Pevná geometrie vírového generátoru zjevně vyhověla jen pro nižší z obou zmíněných rychlostí, při vyšší z nich lze očekávat přibližně třetinovou výšku mezní vrstvy a vnesené poruchy znatelně přidávají



Obr. 9 Pole bavlnek na kořeni křídla TST10a, vlevo (zelený) vírový generátor VG1 $h=3$ mm

odpor. Nakonec bylo nalezeno přijatelné řešení v podobě menšího generátoru, ponechané na větroni jako definitivní.

Získané poznatky jsou využitelné pro většinu středplošných větroňů, velmi usnadňují rozhodnutí o umístění vírových generátorů, ovšem také důrazně upozorňují na nutnost pečlivého ověření jejich funkce mimo návrhový režim. Pro „čistý“ větroň to bohužel znamená množství „vysokých“ aerovleků, nutných pro odměření rychlostní poláry.

Technicky nesrovnatelně složitější řešení – aktivní řízení proudění s využitím pulzačního vyfukování do mezní vrstvy by mohlo mít paradoxně daleko snazší uplatnění – umožňovalo by ovlivňovat obtékání jen při malých rychlostech letu a na přeskok jej jednoduše vypnout. Ultralehké větroně, nsvázané velkými nároky schválení modifikace, mají patrně největší příležitost pro uplatnění tohoto nového konceptu. Vývoj aktivního řízení probíhá i v České republice, je možné, že prvním typem se *synthetic jet actuators* bude právě TST10!

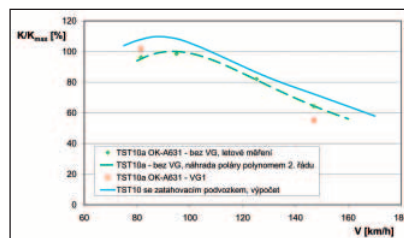
Připraveno ve spolupráci s LUBOREM ZELENÝM, DAVIDEM ŠIMURDOU, MILANEM MATĚJKOU a na základě podkladů ÚT AV ČR

Literatura

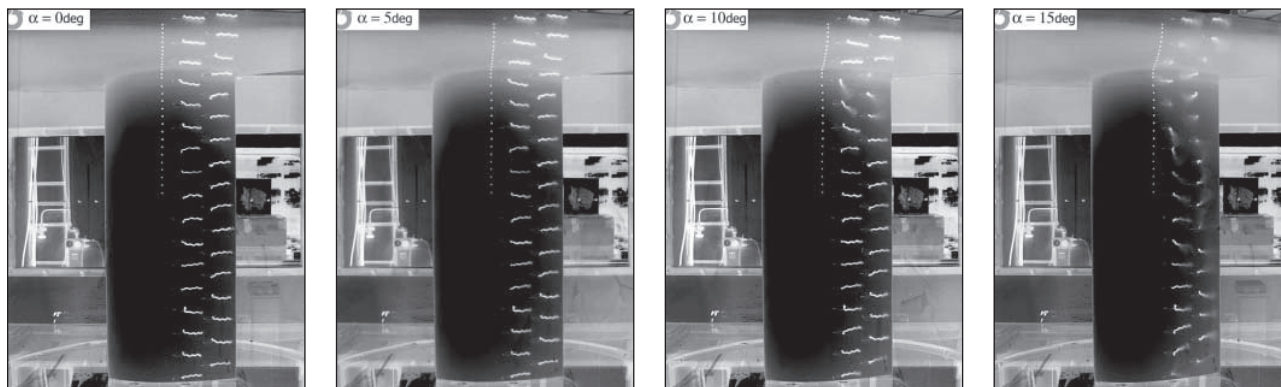
Popelka, L., Zelený, L., Šimurda, D., Matějka, M.: Wing-Body Interaction: CFD, Wind-tunnel and In-flight Testing. Presented at the XXIX OSTIV Congress, 6-13 August 2008, Lüsse, Germany. To be Published at Technical Soaring



Obr. 10 Snímky z video záznamu letového zviditelnění proudění, TST10a, $V = 85$ km/h IAS, bez a s vírovým generátorem



Obr. 11 Klouzavost vybraných konfigurací větroně TST10



Obr. 8 Zviditelnění proudění pomocí vláken, model 1:5, $\alpha = 0^\circ, 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ$. $Re_c = 2 \cdot 10^5$ (vztaženo na hloubku křídla)