

AERODYNAMICKÝ TUNEL

WIND TUNNEL

LUBOŠ DRAXAL

Resumé

Tato práce popisuje výrobu aerodynamického tunelu pro využití v zájmovém kroužku Letecký modelář, v hodinách pracovních činností a v hodinách fyziky. Na výrobu aerodynamického tunelu byly použity různé materiály, součástky a techniky výroby.

Abstract

This seminar paper describes the production of an aerodynamic tunnel for the use of model aircraft club and of Technologies and Physics lessons. Various materials, components and work techniques have been used in the proces of creating the aerodynamic tunnel.

ÚVOD

Při své práci na základní škole v zájmovém kroužku Letecký modelář, často vysvětluji, proč vlastně letadlo létá, jakým způsobem vzniká aerodynamický vztlak a jak vypadá obtékání profilu křídla. Vždy jsem trpělivě vysvětloval a neměl k tomu názornou pomůcku. Nebylo by tedy lepší vidět vše na vlastní oči? Tak se zrodil nápad vyrobit si vlastní aerodynamický tunel. Dlouho jsem výrobu odkládal, také z důvodu časového zaneprázdnění a také toho, že jsem vlastně nevěděl přesně jak na to. Až zadání seminární práce z předmětu Konstrukční tvořivost mi dala ten správný impuls.



Obrázek 1. Obtékání profilu křídla

KONSTRUKCE A STAVBA

Jak na aerodynamický tunel? Nikde jsem žádný návod nenašel, a tak mi nezbývalo, než začít experimentovat. Na půdě školy jsem našel staré, vyřazené takzvané vzduchové dělo, které se kdysi používalo ve výuce fyziky. Dělo je neuvěřitelně hlučné ale velice výkonné. Jak se později ukázalo, byla to slepá ulička, při které jsem si však uvědomil mnoho důležitých věcí. Ať jsem vzduchové dělo používal jakýmkoliv způsobem (použití výrobku mlhy,

dýmovnice, vonných tyčinek, kadidla, v uzavřeném nebo otevřeném prostoru), proud vzduchu nebyl vůbec viditelný.

Později jsem si uvědomil, že dělo je zbytečně moc výkonné a nedalo se žádným způsobem řídit jeho výkon respektive rychlost proudění vzduchu. Tento problém bylo nejobtížnější vyřešit. Nakonec jsem vymyslel velmi jednoduché řešení, kdy se výkon ventilátoru (rychlost proudění vzduchu v tunelu) reguluje přísáváním falešného vzduchu. Množství tohoto vzduchu se dá regulovat pomocí posuvných skel, které uzavírají tunel z jeho horní části. Skla také umožňují osvětlení tunelu, zároveň snadné vkládání testovaných objektů.

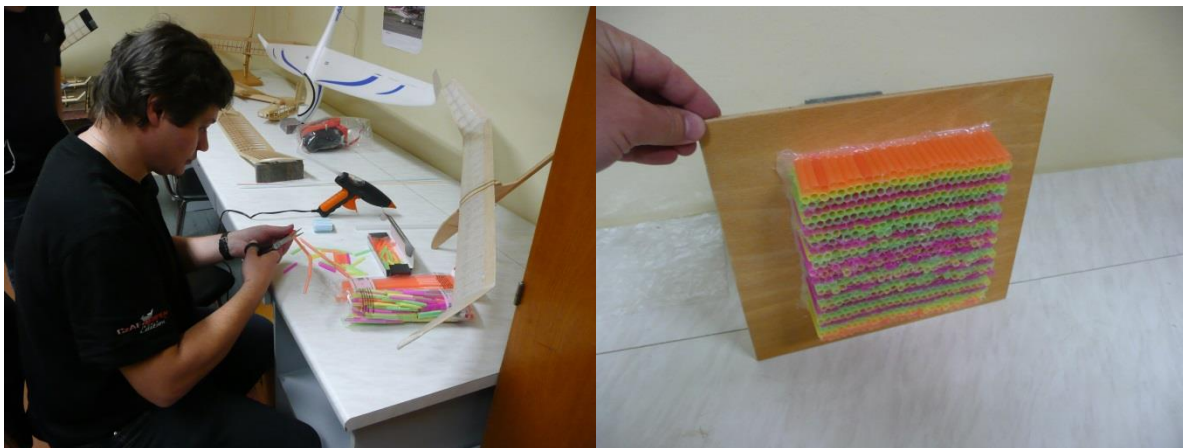
Obrázek 2. Vzduchové dělo Obrázek 3. Proudnice vzduchového děla



Nejdůležitější ale bylo, že jsem si ve vzduchovém děle všimnul takzvaných proudnic, viz obr. 3. Ty usměrňovali proud vzduchu, což se později ukázalo jako klíčové pro viditelnost obtékání vzduchu kolem vložených předmětů do tunelu.

Po mnoha pokusech jsem vzduchové dělo odložil a začal zkoušet jiné ventilátory. Při použití ventilátoru na chlazení elektroniky jsem vyzkoušel otočit proud vzduchu, tedy odsávání vzduchu z provizorního tunelu z kartonu. A ejhle slavil jsem první částečný úspěch.

V té době už jsem tušil, že tunel budu muset doplnit proudnicemi. Stál jsem před problémem, jak tento díl vyrobit. K řešení jsem použil desku z překližky tavnou pistolí a brčka, kterých bylo nakonec poměrně velké množství. Výroba proudnic zabrala 9 hodin usilovné práce.

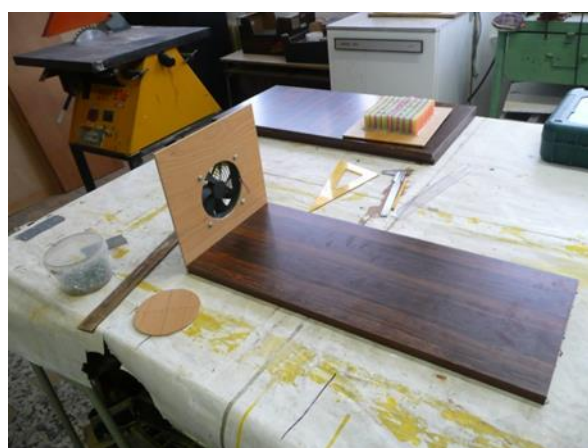


Obrázek 4. Výroba proudnic Obrázek 5. Vyrobený díl proudnice

Po zkoušce improvizovaného tunelu s novým dílem jsem už věděl, že jsem na správné cestě. Proto následoval návrh rozměrů tunelu podle vyrobeného dílu s proudnicemi a jeho následná výroba. Díl s proudnicemi jsem měl již vyrobený, proto jsem podle jeho rozměrů zhotovil základní desku s dřevotřísky pomocí okružní pily. Dále jsem na desku překlížky uříznuté na rozměr narýsoval a vyřezal přímočarou pilou průměr potřebný k namontování ventilátoru. Následovalo vyvrtání děr pro vruty a následné přišroubování ventilátoru na překlížku a další přišroubování dílu s ventilátorem k základové desce.



Obrázek 6. Základní a ventilátorová deska



Obrázek 7. Sešroubování desek

Pak přišly na řadu bočnice z dřevotřísky. Do přední boční desky jsem vyřízl okno a nalepil sklo, které umožňuje průhled do tunelu. Dalším krokem bylo vyvrtání a přišroubování bočnic k základní desce. Následovalo přilepení dílu s ventilátorem k bočnicím pomocí lepidla a vyztužujících nosníků. Další nosníky jsem použil na upevnění dílu s proudnicemi. Ty jsem našrouboval vždy dva vedle sebe na obě bočnice tak, že mezi nimi vznikl prostor přesně na zasunutí dílu s proudnicemi, tento díl je tedy možno jednoduše měnit pouhým vysunutím.



Obrázek 8. Práce na bočnicích



Obrázek 9. Narýsované okno na bočnici

Po zhotovení kostry tunelu jsem vyřešil uzavření jeho horní části pomocí dvou skel. Skla jsem umístil do lišt, ve kterých je vyřezána drážka, která umožňuje jejich pohyb. Tyto

lišty jsem k tunelu přilepil. Rozdělení horního skla jsem zvolil s praktických důvodů. Umožňují pohodlný přístup do tunelu, řízení rychlosti proudění vzduchu v tunelu a případně i pohodlnější přepravu tunelu.



Obrázek 10. Lepení bočnic



Obrázek 11. Příprava skel na horní části tunelu

Dalším krokem bylo provizorní odzkoušení funkce tunelu. Po uspokojivém výsledku jsem pokračoval v dokončovacích pracích, konkrétně oblepením bočního skla krycí páskou následovaném nastříkáním vnitřních prostor tunelu černou matnou barvou. Tato barevná úprava totiž zlepšuje viditelnost kouře, který je vyvíjen pomocí vonných tyčinek. Zde musím konstatovat, že jsem zvolil vonné tyčinky pro možnost použití ve vnitřních prostorách budov a k danému účelu bohatě postačí. Vonné tyčinky umisťuji za desku s proudnicemi do mnou vyrobené plastové krabičky naplněné plastelínou. Je tedy velice jednoduché vyhořené tyčinky nahradit novými.



Obrázek 12. a 13. Provizorní zkouška funkčnosti nedokončeného tunelu

Při samotném ukončování prací jsem přiletoval pomocí pistolové pájky dráty od ventilátoru k vypínači a ke zdroji napájení. Na odizolování drátů jsem použil smršťovací bužírku. Následně jsem zdroj napájení i vypínač přilepil na překližkový díl s ventilátorem. Aerodynamický tunel byl hotov, stačilo jen umýt boční a horní skla. Rád bych zmínil, že jsem pro demonstraci tunelu vyrobil dvě doplňovací názorné pomůcky. Jejich výrobu a použití popíši v části „Vybrané oblasti pro demonstraci funkce aerodynamického tunelu“.

VYBRANÉ OBLASTI PRO DEMONSTRACI FUNKCE TUNELU

Z různých možností jsem pro začátek vybral demonstraci použití v letectví a automobilovém průmyslu. Pro toto použití jsem vyrobil dvě názorné pomůcky.

- Letectví: Model části křídla, které je umístěné na stojanu. Model umožňuje demonstraci obtékání profilu křídla. Je vyroben s polystyrenu, potažený balsou, přidělaný na stojanu z bukového hranolu pomocí měděného drátu a samořezných vrutů.
- Automobilový průmysl: Pro demonstraci jsem se rozhodl použít model autíčka (možnost jakéhokoliv modelu) pro který jsem vyrobil kvádrový podstavec s polystyrenu, potažený balsou, nastříkanou matnou černou barvou.



Obrázek 15. Model profilu křídla pro ofukování Obrázek 14. Hotový aerodynamický tunel

MATERIÁL A NÁSTROJE

- Na výrobu tunelu jsem využil dřevotřískových políček z vyřazené skříně, překližku, smrkové nosníky, lepidlo (SODAL T-REX GOLD POWER, styro vteřinové lepidlo), samořezné vruty, smršťovací bužírku, cín, kalafunu, brčka, ventilátor, elektrický zdroj k notebooku, vypínač, sprej s černou matnou barvou, sklo (tři tabulky).
- Z nástrojů jsem použil přímočarou pilu, okružní pilu, vrtačku se sadou vrtáků, pilníky, brusný papír, křížový šroubovák, pistolovou pájku, tavnou pistoli, odlamovací nůž, nůžky, příložník, posuvné měřítko, pravítko, úhelník, truhlářskou tužku, truhlářskou svěrku.

ZÁVĚR

Vyrobený aerodynamický tunel a jeho funkci jsem předvedl na leteckém modeláři nejen členům kroužku, ale i návštěvníkům naší základní školy při příležitosti dne otevřených dveří. S radostí musím konstatovat, že tunel fungoval přesně tak, jak jsem si na začátku představoval a všem se jeho ukázka líbila.

I když mám s tunelem velmi krátkou zkušenost, určitě by se dalo ještě ledasco vylepšit. Příkladem by mohl být jiný způsob vyvíjení kouře pro zviditelnění vzduchového proudu. Jistě by se dalo uvažovat o využití suchého ledu při dodržení bezpečnostních podmínek. Nebo případně přidat speciální osvětlení vnitřního prostoru tunelu pro zlepšení světelných podmínek.



Obrázek 16 a 17. Ukázka funkce tunelu na Leteckém modeláři

POUŽITÉ ZDROJE

- Kite School. *KITEFLYING* [online]. [cit. 2016-01-16]. Dostupné z: <http://www.kite-school.cz/teorie/kiteflying/>
- E-magazín Akademie letectví. *Profily nosných a ocasních ploch, listů vrtulí a rotorů* [online]. [cit. 2016-01-16]. Dostupné z: <http://www.airspace.cz/akademie/rocnik/2008/07/profilly.php>
- VÝZKUMNÝ A ZKUŠEBNÍ LETECKÝ ÚSTAV, A. S. *Nízkorychlostní tunely* [online]. [cit. 2016-01-16]. Dostupné z: <http://www.vzlu.cz/cs/nizkorychlostni-tunely-c73.html>

KONTAKTNÍ ADRESA

Bc. Luboš Draxal, ZČU KMT, draxall@students.zcu.cz