

## Zařízení pro testování vyústek kabin dopravních prostředků a hodnocení charakteru proudění

**Apollo ID:** 25931

**Datum:** 7. 11. 2011

**Typ projektu:** G - funkční vzorek

**Autoři:** Jedelský Jan, Ing., Lízal František, Ing., Ležovič Tomáš,  
Ing., Krška Lukáš, Ing., Jícha Miroslav, prof. Ing., CSc.

### Technický popis

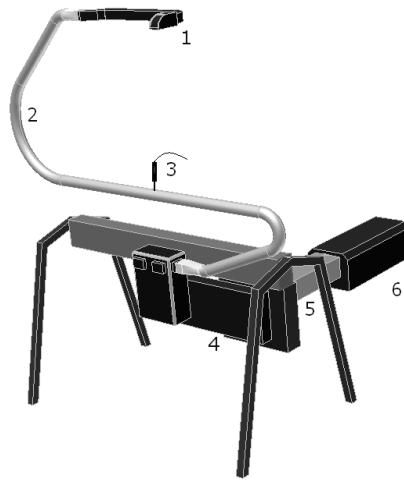
#### Přípravek

Přípravek je určen pro snadné testování vyústek dopravních prostředků ve zjednodušeném zapojení (pouze jedna vyústka) s těmito technickými specifikacemi:

- použití co nejjednoduššího měřicího vybavení, minimum prvků pro měření provozních parametrů
- možnost polohování vyústky vůči souřadnému systému (měření v různých rovinách)
- možnost použití typu vyústky, která je zcela uzavíratelná pomocí polohovacích lamel.
- snadné ustavení vyústek do souřadného systému a jednoduché měření/přepočty z lokálního souřadného systému světelné roviny (resp. měřicího přístroje) do souřadného systému kabiny
- opakovatelné experimenty na různých pracovištích s definovanými nejistotami měření, se striktně definovanými provozními parametry (průtok, tlaková ztráta) pro danou geometrii vyústky
- dobře definovaný proud před vstupem do vyústky (uklidnění proudu)
- možnost zavádění mlhy do proudícího vzduchu
- Kompaktní, prostorově nenáročná řešení

Měřicí zařízení se skládá z přívodního potrubí (zajišťuje rovnoměrný vstup mlhy), ventilátoru, filtru, části pro měření průtoku s usměrňovacími voštinami, flexibilní části s proměnnou délkou a úhly, přechodové části, přívodního potrubí a vyústky (obr. 1 a 2). Dlouhé potrubí s ustalovací částí před a za snímačem je požadavkem pro přesné měření průtoku. Vystupující proud z vyústky nesmí být

ovlivněn stěnami laboratoře, jak uvádí Awbi [4]. Nasáván je neupravovaný vzduch z laboratoře. Vnější podmínky (tlak, teplota, vlhkost) jsou měřeny přístrojem Comet D4141. Teploty na vstupu a výstupu z potrubí jsou měřeny odporovými čidly pt100. K měření tlakové diference před a za ofukovačem slouží digitální mikromanometr MEDM 500. Průtok vzduchu v potrubí je měřen pomocí metody měření lokálních rychlostí v průřezu [5] přístrojem Testo 454 se žhavenou kuličkou. Nad sestavou je vedeno měřicí potrubí, na jehož konci je v prostoru 1900 mm nad podlahou vyústka. Řešení je provedeno s ohledem na minimalizaci tlakových ztrát při proudění. Součástí zařízení je přípravek pro měření úhlu sklonu horizontálních lamel a azimutálního úhlu vertikálních lamel.



**Obr. 1.** Zkušební zařízení; vyústka (1), přívodní potrubí (2), měřicí sonda (3), ventilátor s filtrem (4), vstupní potrubí (5), generátor mlhy (6).

## Zkušební metodika

Přípravek umožňuje při aplikaci vlastní zkušební metodiky s pouze jednou vyústkou simulovat reálný provoz několika paralelně řazených vyústek, tak, jak je tomu u kompletního ventilačního systému ve skutečné kabině. Zkušební metodika umožňuje z naměřených dat:

- určit dolní a horní úhel mezního vertikálního směřování u plně uzavíratelné vyústky (viz [2]),
- zjistit úhel vybočení ( $\beta$ ) a sklonu ( $\alpha$ ) proudu vzduchu (obr. 3) a
- stanovit osu a okraje proudu a odchylku osy proudu od roviny lamel (obr. 4).

## Aplikované metody vizualizace a měření proudu

Pro určení parametrů vystupujícího proudu je zvolena jako časově i technicky nenáročná metoda kouřové vizualizace (obr. 3). Tato metoda poskytuje především kvalitativní výsledky o chování proudu (základní údaje o geometrii proudu, časových charakteristikách proudu, směřování s okolním vzduchem, homogenitě proudu, velikosti ovlivněného prostoru, množství vzduchu) a slouží pro mapování proudu před dalším, podrobným měřením (např. definice měřících rovin, rozsah měření).

Časově i materiálně náročnější je metoda měření rychlosti proudění pomocí žhavených drátků (hot wire anemometry, constant temperature anemometry – CTA). CTA poskytuje kvantitativní údaje o rychlostním poli vystupujícího proudu vzduchu (střední a flukтуаční rychlost proudění, intenzita turbulence, frekvenční charakteristiky proudění), viz obr. 3 a 4.

Účelem vyústky je správně směřovat vystupující proud, distribuovat vzduch do dostatečné vzdálenosti a v dostatečném množství s vhodnou mírou intenzity turbulence. Pomocí informací získaných použitím přípravku a metodiky lze posoudit parametry vystupujícího proudu a kvalitu vyústky podle parametrů, které vycházejí z požadavků pasažérů na prostředí v kabině. Metoda je

vhodná pro porovnávání funkčních vlastností rozdílných vyústek podobného typu a tím napomoci k vývoji modernějších a dokonalejších ventilačních systémů.

### **Základní technické parametry**

Měření: tlakové ztráty, průtoku, teploty, tlaku a vlhkosti nasávaného vzduchu

rozměry zařízení: délka 1500 mm, šířka 600 mm, výška 900 mm

nastavitelná výška osy vyústky 1000 – 2000 mm

max. průtok vzduchu 90l/hod.

### **Způsob realizace**

Vyroben funkční vzorek, na kterém je realizován další vývoj a ověřování.

### **Výsledky zkoušek, použití**

Zkušební zařízení je využíváno pro zkoušení různých vyústek včetně automobilních. Některé výsledky experimentů jsou uvedeny v publikacích [1-3]. Ukázka výsledků je uvedena níže.

### **Literatura**

[ 1 ] LEŽOVIČ, T.; LÍZAL, F.; JEDELSKÝ, J.; JÍCHA, M. MEASUREMENT OF THE VELOCITY FIELD BEHIND THE AUTOMOTIVE VENT. In International Conference Experimental Fluid Mechanics 2011 Conference Proceedings. Jičín, Technical University of Liberec. 2011. p. 809 - 818. ISBN 978-80-7372-784-0.

[ 2 ] LEŽOVIČ, T. Experimentální analýza proudu vzduchu z ofukovače osobního vozu s využitím žárového anemometru a návrh hodnocení kvality ofukovače. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 90 s. Vedoucí diplomové práce Ing. František Lízal.

[ 3 ] KRŠKA, L. Experimentální analýza proudu vzduchu z vyústky přístrojové desky osobního vozu s využitím kouřové metody a návrh hodnocení kvality vyústky. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 82s. Vedoucí diplomové práce byl Ing. Jan Jedelský, Ph.D.

[ 4 ] AWBI, H. Ventilation of buildings. London: Spon press, 2003. 536 s. ISBN 0 415-27056-1.

[ 5 ] PAVELEK, Milan; ŠTETINA, Josef. Experimentální metody v technice prostředí. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2007. 215 s. ISBN 978-80-214-3426-4

### **Vazba na projekt**

iSPACE, innovative Systems for Personalised Aircraft Cabin Environment, (Collaborative project), 7.FP EU No. 234340,

### **Umístění**

Adresa: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Technická 2896/2, 61669 Brno, místnost C3/0213

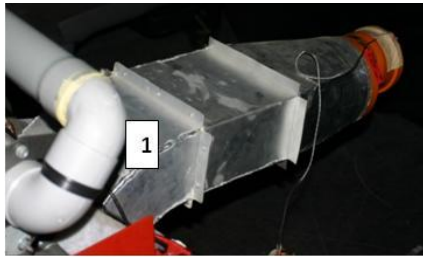
### **Licenční podmínky**

Využití výsledku jiným subjektem je možné po uzavření licenční smlouvy

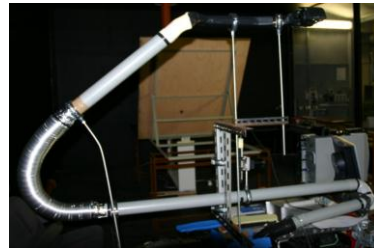
### **Kontaktní osoba**

Ing. Jan JEDELSKÝ, Ph.D., +420 541 143 266, jedelsky@fme.vutbr.cz

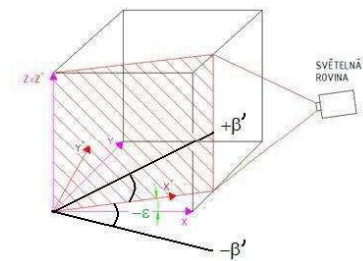
## Fotografická dokumentace



Vstupní část tratě



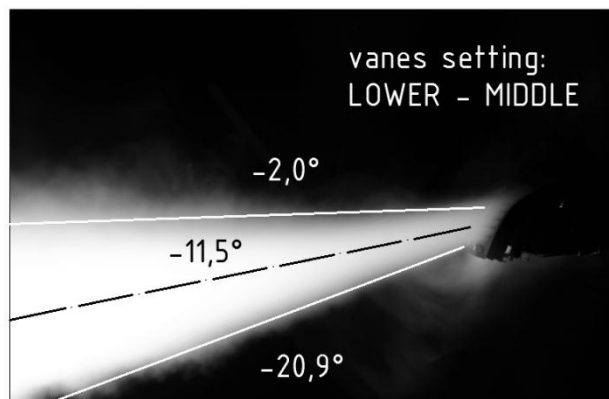
Výstupní část tratě



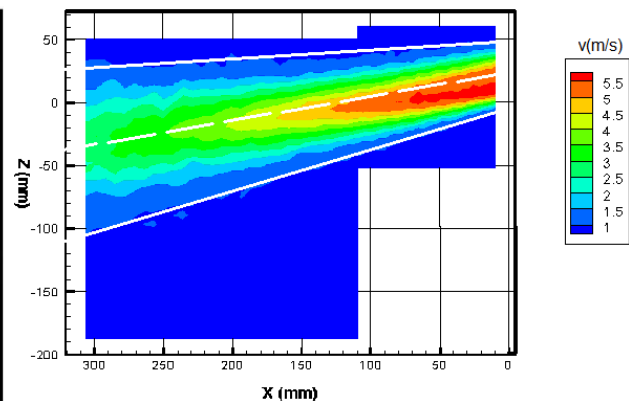
znázornění souřadného systému světelné roviny a vozidla při pohledu bočním

**Obr. 2.** Zkušební zařízení a souřadný systém.

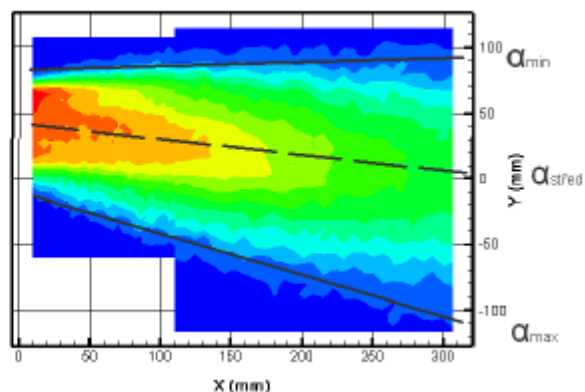
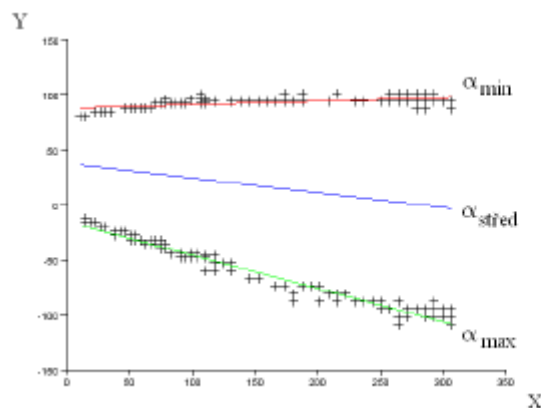
## Výsledky



**Obr. 3.** Ukázka kouřové vizualizace



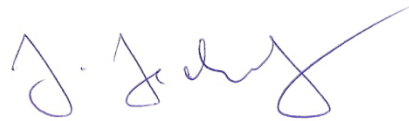
Výsledek měření rychlosti metodou CTA



**Obr. 4.** Hranice proudu stanovené z výsledku měření metodou CTA

Prohlašuji, že popsany výsledek naplňuje definici uvedenou v Příloze č. 1 Metodiky hodnocení

výsledků výzkumu a vývoje v roce 2008 a že jsem si vědom důsledků plynoucích z porušení § 14 zákona č. 130/2002 Sb. (ve znění platném od 1. července 2009). Prohlašuji rovněž, že na požádání předložím technickou dokumentaci výsledku.



Ing. Jan Jedelský, Ph.D.