

Ing. Václav HEIS
 prof. Ing. Jiří BAŠTA, Ph.D.
 ČVUT v Praze, Fakulta strojní
 Ústav techniky prostředí

Proudové pole nad deskovými otopnými tělesy

Flux Field above Panel Radiators

Recenzenti
 Ing. Petr Šerks
 Dr. Ing. Petr Fischer

Příspěvek předkládá výsledky experimentálního měření, které si kladlo za cíl zmapovat proudové pole bezprostředně nad otopným tělesem, osazeným krycí mřížkou se sníženým průtočným průřezem a nestandardními otvory, za použití metody integrální laserové anemometrie (PIV). Výsledky jsou prezentovány ve formě vektorového rychlostního pole v různých výškách nad otopným tělesem.

Klíčová slova: vytápění, otopné těleso, krycí mřížka, konvekční proud

Authors submit the results of the experimental measurement the aim of which was mapping flux field on the instant above the heating radiator, fitted with the covering grid with the reduced flow cross-section and substandard orifices using the method of integral laser anemometry (PIV – Particle Image Velocimetry) in their contribution. Results are presented in the form of the vector velocity field in different heights above the heating radiator.

Key words: heating, heating radiator (convector), covering grid, convectonal flux (flow)

ÚVOD

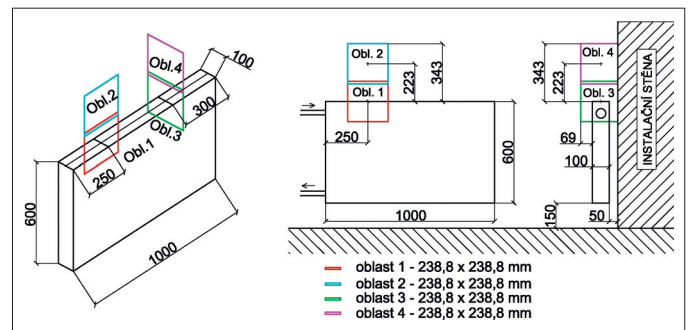
Hlavním úkolem otopného tělesa je zajistit tepelnou pohodu ve vytápěném prostoru. Dalším žádoucím efektem, při správném návrhu a umístění otopného tělesa, je odvracení chladných proudů padajících po výšce a přes celou délku okenní plochy. Mezi nejčastěji používanými otopnými plochami patří jednoznačně desková otopná tělesa. Jedná se zejména u vícedeskových těles o otopné plochy s převládající konvekční složkou tepelného výkonu sdíleného do okolního prostředí. Chladný vzduch vstupuje zespodu do mezideskového prostoru, kde je ohříván, a vystupuje horním výdechovým otvorem, kde se spojuje s teplým vzduchem proudícím podél přední a zadní desky otopného tělesa. Výdechový otvor je ve většině případů osazen krycí mřížkou, která funguje jednak jako prvek bezpečnostní, ale také jako prvek designový. Z tohoto důvodu vznikají v praxi tendence vytvářet mřížky s nestandardními otvory. S tímto faktem však vyvstává problém stran změny výkonu a také změny proudového pole nad tělesem, a tím i změny obrazů proudění v celém vytápěném prostoru. Krycí mřížkou stavíme překážku teplým konvekčním proudům vystupujícím z mezideskového prostoru otopného tělesa. Tento vřazený odpor způsobuje změnu chování teplých konvekčních proudů, která závisí na tvaru otvorů, průtočném průřezu mřížky, mohutnosti proudu a jeho rychlosti.

EXPERIMENTÁLNÍ ZAŘÍZENÍ

Měření probíhalo v halových laboratořích Ústavu techniky prostředí, fakulty strojní, ČVUT v Praze, na otevřeném měřicím místě v souladu s DIN 4704. Měřilo se deskové otopné těleso typu 22 za využití metody integrální laserové anemometrie. Otopné těleso bylo připojeno k měřicí trati s mobilním zdrojem tepla, teplotní spád na otopném tělese byl 75/65 °C. Těleso bylo postupně osazováno krycími mřížkami s různými otvory – hvězda, kruh, obdélník a půlměsíc. Měření se provádělo ve dvou na sebe kolmých rovinách (čelní a boční pohled na těleso), v každé rovině byly měřeny dvě oblasti nad sebou. Znárodnění rovin a oblastí měření je na obr. 1.

VÝSLEDKY

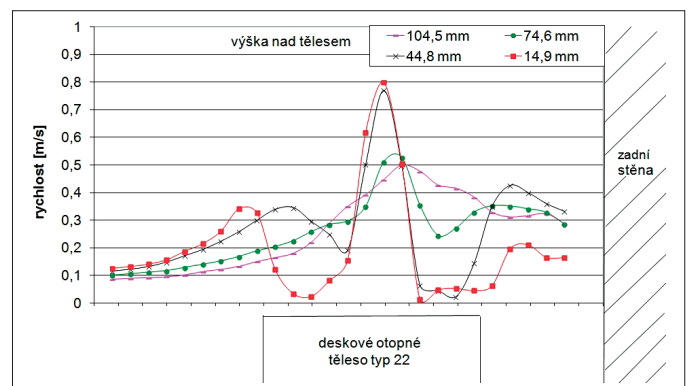
Předchozí experimenty [2, 3] potvrdily předpoklad, že tvar otvoru nemá měřitelný vliv na tepelný výkon deskového otopného tělesa, nicméně lze pozorovat jisté rozdíly proudového pole při srovnání kruhových a podlouhlých otvorů. Z důvodu geometrické jednoduchosti (a tedy jednodušší výroby) zde budou srovnány krycí mřížky s otvory kruhovými a obdélníkovými.



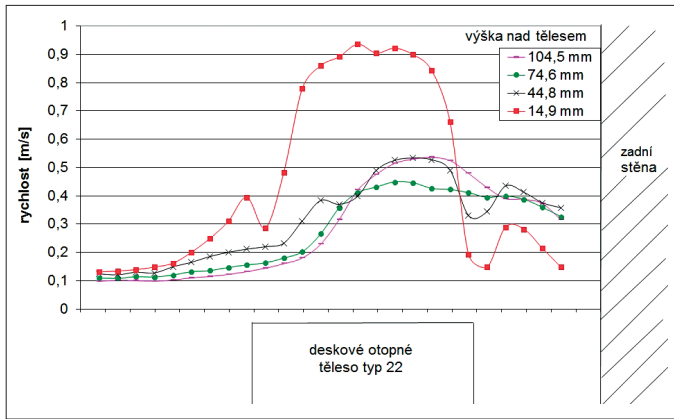
Obr. 1 Oblasti měření

Pro srovnatelnost měřených profilů mají obě mřížky shodný celkový průtočný průřez a shodný průtočný průřez jednoho otvoru. Na obr. 2 je znázorněn rychlostní profil v rovině kolmé na instalační stěnu v různých výškách nad deskovým otopným tělesem pro mřížku s kruhovými otvory. Na tomto obrázku je patrný vývin rychlostního profilu, kdy s rostoucí výškou dochází k poklesu špičkových rychlostí a současně k nárůstu střední rychlosti konvekčního proudu. Tento nárůst je způsoben jednak působením vztlačkové síly v důsledku vyšší teploty konvekčního proudu a také díky podpoře konvekčních proudů vznikajících na čelní desce otopného tělesa a v polouzavřené šachtě mezi zadní stěnou otopného tělesa a instalační stěnou.

Na dalším obrázku je znázorněn rychlostní profil ve stejné rovině, tentokrát pro mřížku s obdélníkovými otvory. Na první pohled je patrný rozdíl ve



Obr. 2 Rychlostní profil nad otopným tělesem, boční pohled – oblast 3, tvar kruh

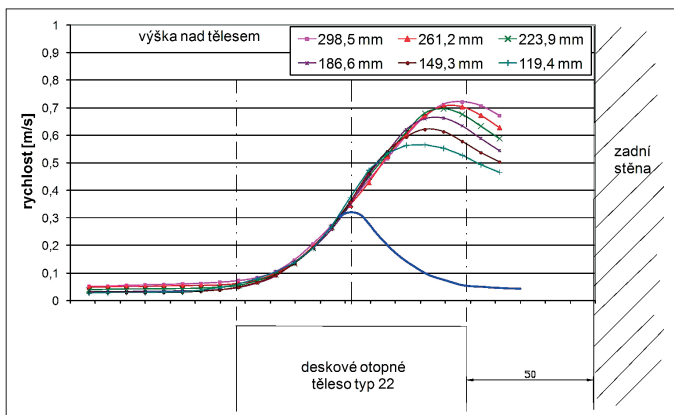


Obr. 3 Rychlostní profil nad otopným tělesem, boční pohled – oblast 3, tvar obdélník

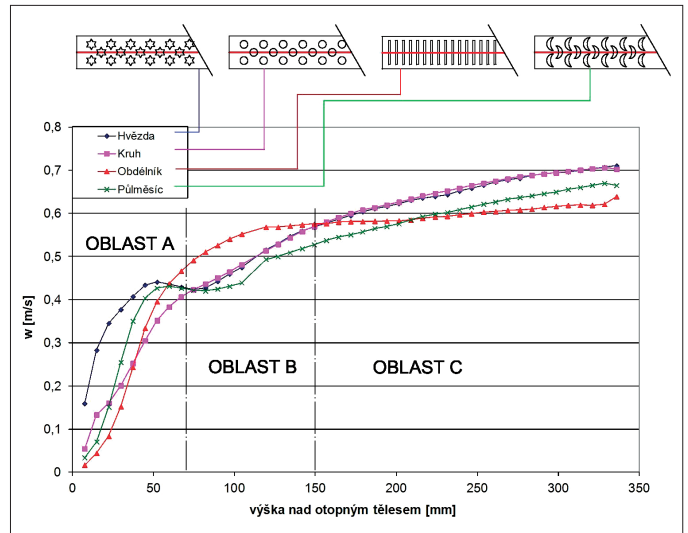
tvaru rychlostního profilu v měřené rovině, zejména v nižších výškách nad otopným tělesem. Tento rozdíl je způsoben tím, že obdélníkový otvor má větší hydraulickou délku v poměru s hydraulickým průměrem, než je tomu u kruhu. Rychlostní profil je tedy „delší“ a menší šířka (ve směru osy z) se zde neprojeví. Proto obdélníkový otvor vykazuje vyšší maximální i průměrnou rychlost v měřené rovině. Ve vyšších výškách je tento jev potlačen vlivem smísení proudů ze všech otvorů a rychlostní profily vykazují podobný až shodný průběh (viz obr. 3).

Na obr. 4 je znázorněn již vyvinutý konvekční proud nad otopným tělesem. Rychlostní profil je zde téměř vyrovnaný a dochází pouze k nárůstu střední rychlosti vlivem podpůrných konvekčních proudů. V pravé spodní části grafu je modrou čarou znázorněn teoretický průběh rychlostního profilu při umístění otopného tělesa volně v prostoru – tento profil nebyl měřen, byl pouze dokreslen na základě předpokladu osové souměrnosti profilu. Rychlostní profil ve středu otopného tělesa byl nahrazen Gaussovou křivkou. Z rozdílu mezi teoretickým profilem a profilem měřeným je patrný rozdíl mezi umístěním tělesa v prostoru a u stěny, resp. je patrný vliv konvekčního proudu z polouzavřené šachty mezi zadní stěnou otopného tělesa a instalační stěnou. Tento proud významně podporuje hlavní konvekční proud vystupující z otopného tělesa. Nevýhodou měření metodou PIV jsou odlesky laserového paprsku od zadní instalační stěny, z tohoto důvodu nebylo možné měřit rychlostní profil až k instalační stěně. Nicméně vyjdeme-li z teoretických vztahů pro řešení mezní vrstvy, lze průběh tohoto profilu předpokládat.

Na obr. 5 je znázorněna průměrná rychlost v měřené rovině rovnoběžné s instalační stěnou pro všechny měřené případy. Tento graf potvrzuje již dříve zmíněné poznatky o nárůstu střední rychlosti konvekčního proudu. Pro názornost rozdělíme tento graf na tři oblasti: oblast A – od horní hrany otopného tělesa ($h=0$) do výšky cca 70 mm nad otopným tělesem, kde lze pozorovat oddělené proudy vystupující z jednotlivých otvorů; oblast B – výška 70 až 150 mm nad otopným tělesem, kde dochází ke směšování



Obr. 4 Rychlostní profil nad otopným tělesem, boční pohled – oblast 4, tvar obdélník

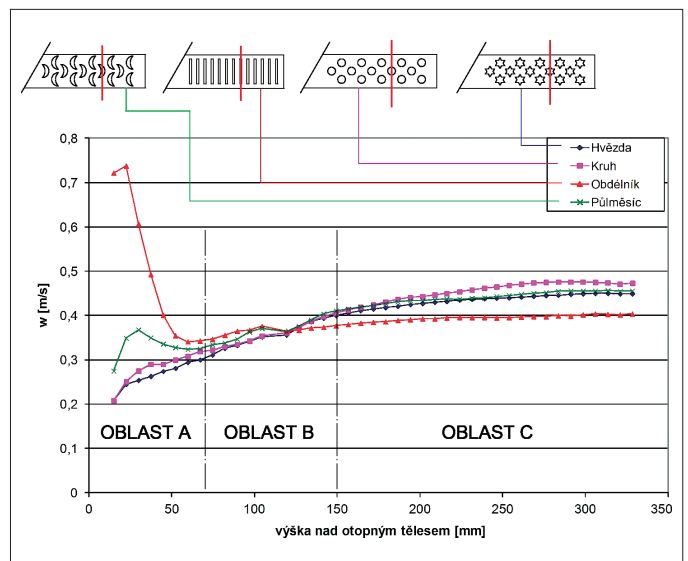


Obr. 5 Průměrná rychlost v měřené rovině nad otopným tělesem – čelní pohled

jednotlivých proudů; a oblast C – výška od 150 mm výše, kde pozorujeme pouze jeden smíšený konvekční proud s vyvinutým rychlostním profilem.

V oblasti A pozorujeme strmý nárůst průměrné rychlosti u všech měřených otvorů, který souvisí s vyvíjením rychlostního profilu. Nižší rychlost u obdélníkových tvarů bezprostředně nad otopným tělesem je způsobena menší vzdáleností mezi otvory – jednotlivé proudy se začnou směšovat v nižší výšce nad otopným tělesem. V oblasti B dochází naopak k výraznému zpomalení tohoto trendu a to vlivem směšování proudů vystupujících z jednotlivých otvorů. Nižší hodnoty rychlosti u otvorů hvězda, kruh a půlměsíc jsou způsobeny konfigurací otvorů v mřížce, (jsou uspořádány ve třech řadách), kdy dochází k ovlivnění z otvorů mimo měřenou rovinu. V oblasti C, kde se všechny dílčí proudy smísí v jediný konvekční proud, je již tento rozdíl postupně eliminován. Tento graf také poukazuje na nevýhodu 2D měření při řešení 3D proudů, kde dochází k určitému zkreslení prostorového obrazu jednotlivých proudů. Nicméně experimentální měření v 3D by bylo technicky a časově velmi obtížně realizovatelné.

Obr. 6 ukazuje průběh průměrné rychlosti v oblasti nad otopným tělesem v rovině kolmé na instalační stěnu (boční pohled na otopné těleso – oblast 3, viz obr. 1). Na první pohled vyšší rychlost u obdélníkového otvoru v oblasti A je způsobena vyšší hydraulickou délkou – širším rychlostním profilem (viz obr. 3). Naopak je zde menší zkreslení vlivu ostatních proudů, což se projeví téměř shodným průběhem křivek v oblasti B a C



Obr. 6 Průměrná rychlost v měřené rovině nad otopným tělesem – boční pohled

ZÁVĚR

Cílem experimentu bylo zmapovat konvekční proudy nad deskovým otopným tělesem. I přes určité nevýhody užití metody PIV nám experiment umožnil popsat proudové pole nad otopným tělesem. Výsledky experimentu ukázaly neoddiskutovatelný vliv konvekčního proudu mezi zadní stěnou otopného tělesa a instalační stěnou, což potvrdilo nevhodnost instalace reflexní folie na obvodovou stěnu za otopné těleso. Tato folie nejen že snižuje celkový tepelný výkon otopného tělesa [1], ale také snižuje teplotu instalační stěny [5], což má negativní vliv na konvekční proudy vznikající v polouzavřené šachtě. Z výsledků experimentu je patrný dobře vyvinutý rychlostní profil ve výškách nad 100 až 150 mm, z čehož vyplývá doporučení ohledně minimální výšky mezi horní hranou otopného tělesa a spodní hranou okna.

Použité zdroje:

- [1] Bašta, J. *Otopné plochy*. Praha: ČVUT 2001, 328 s., ISBN 80-01-02365-6
- [2] Heis, V., Bašta, J. Vliv průtočného průřezu krycí mřížky deskových otopných těles na jejich tepelný výkon. *Vytápění, větrání, instalace*, 2010, roč. 19, č. 1, ISSN 1210-1389
- [3] Heis, V. Vliv tvaru a velikosti otvorů na tepelný výkon deskových otopných těles. In *Konference Vytápění Třeboň*. Praha: Společnost pro techniku prostředí, 2011, s. 80-84. ISBN 978-80-02-02291-6.
- [4] Chyský J., Hemzal K. *Větrání a klimatizace*. 3. přeprac. vyd., 1993, Brno: BOLIT., Technický průvodce, ISBN: 8-090-15740-8
- [5] Šikula, O. Matematické modelování proudění vzduchu v oblasti otopných těles. *Vytápění, větrání, instalace*, 2008, roč. 17, č. 1, ISSN 1210-1389

Kontakt na autory: vaclav.heis@fs.cvut.cz, jiri.basta@fs.cvut.cz ■

Jak jsou důležité známé německé značky jakosti?

V anketě s tímto názvem oslovil ústav pro průzkum trhu Heinze Marktforschung, Celle, 263 německých architektů a projektantů. S různou mírou znalosti se vyslovili o významu a důležitosti 17 známých značek a jejich odpovědi byly označeny stupni: 1 – absolutně nedůležité; 2 – spíše nedůležité; 3 – spíše důležité a 4 – velmi důležité. Respondenti se vyslovili v mezích 2,7 až 3,3 a s průměrným stupněm 3.

Na 6 nejvyšších místech se umístily následující značky:

1. CE – podle směrnice EU 765/2008 značka shody s harmonizovanými předpisy EU – význam 3,2 (230 respondentů);
2. RAL – značka jakosti dle ústavu Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung – význam 3,1 (245 respondentů);
3. Ü – značka konformity stavebních hmot dle ústavu Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt Berlín) – význam 3,2 (125 respondentů);
4. Blauer Umweltengel (Modrý anděl) – značka výrobků neobsahujících škodliviny a vyrobených procesy nepoškozujícími životní prostředí – význam 2,9 (243 respondentů);
5. TÜV Umweltsiegel UT 21 – značka stavebních výrobků odpovídajících přísným předpisům TÜV – význam 2,8 (172 respondentů);
6. IBR – značka stavebních výrobků a staveb udělovaná certifikací ústavem Institut für Baubiologie Rosenheim (IBR) – význam 2,8 (45 respondentů).

Jako neznámější certifikační systém byl vybrán systém certifikace budov Německé společnosti pro udržitelné stavění DNGB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen).

Výsledky jsou zajímavé i pro české prostředí, vzhledem k tomu, že řada z nich má platnost v celé EU nebo jsou uznávaným standardem jakosti i pro výrobky z dovozu (pozn. překl.).

Pramen: CCI 07/2012 (AB)

Příčiny požárů v Německu 2011

Německý ústav pro ochranu a výzkum škod Institut für Schadenverhütung und Schadenforschung (IFS), Kiel, zjistil v roce 2011 více jak 1000 příčin požárů.

Z toho vznikla statistika příčin požárů vydaná IFS. Není zcela reprezentativní, protože příčiny jako úder blesku, jednoduché a zjevné uvádí jako 0 %. Asi 8 % požárů bylo založeno úmyslně a největší podíl 35 % souvisel s elektrickým proudem. Na vrub explozi připadlo asi 2 % požárů, 3 % na požárně nebezpečné práce a 17 % na selhání lidského faktoru. Asi 3 % připadlo na manipulace s otevřeným ohněm, 1 % na samovznícení a 9 % na přehřátí. Z jiných a neznámých příčin vzniklo 22 % požárů. Celkem vzniklo přes 100 000 požárů, při nichž zahynulo asi 400 lidí. Přitom přes 100 z nich přišlo o život v důsledku technických závad na elektroinstalacích.

Pramen: CCI 08/2012 (AB)

Obrovská solární elektrárna připojena u Berlína

Do roku 2050 má být Berlín klimaticky neutrálním městem. Má k tomu přispět i nová solární elektrárna s výkonem 3,1 MW_p v Nauenu u Berlína, přifázovaná 24. května 2012. Měla by ročně vyrobiť 3,1 mil. kWh a zásobit 800 domácností. Vznikla na bývalé deponii stavebního odpadu města Nauen, která pochází ještě z doby před 2. světovou válkou, zpevněním stavební plochy 80 000 m². Norský dodavatel Innotech Solar dodal cca 13 000 fotovoltaických modulů, které vznikly laserovým přepracováním dřívě pro závady vytříděných modulů. Plánování solárního parku „Solarpark Ludwig-Jahn-Strasse“ převzala firma mdp-Gruppe, Oldenburg. V prostoru Nauen je to její čtvrtá akce s celkovým výkonem 13 MW_p.

Pramen: CCI 08/2012 (AB)

Regulace větrání na základě čidla CO₂ problémem

Pro potřebné větrání lze použít obsah CO₂ ve vzduchu jako regulační veličinu, protože představuje míru znečištění vzduchu. Měří se čidly CO₂ na principu infračervené absorpce. U čidel je výrobcem nastaven rozsah měření (např. od 0 do 2000 ppm nebo od 0 do 5000 ppm) a s touto kalibrací jsou dodávány. Po dodání by měl senzor nejméně 10 let poskytovat spolehlivé hodnoty. Kolísání signálu by se mělo udržovat v nejužších mezích pro vyloučení chybné funkce. Pro dlouhodobě stabilní měření by se mělo užívat koncepcí vyhodnocování s pravidelným porovnáváním s referenčními hodnotami. Většina výrobců však z nákladových důvodů upouští od referenčních měření, protože požadavky přesnosti (5 %) jsou pro CO₂ senzory nepatrné. Namísto toho se ověřuje dlouhodobá stabilita softwarově (např. ABC-Logic od Telaire), poskytující klouzavý průměr minimální hodnoty. Pro měření se tedy používá odchylek od tohoto průměru. Když se však úroveň obsahu vnějšího vzduchu v místnosti dosahuje pouze nepravdělně, dochází k velkým chybám měření. Potvrzují to měření v TZWL (Testzentrum für Wohnungslüftungsgeräte) v Dortmundu. Protože pravidelné kalibrace nebo nastavování CO₂ senzorů za provozu nejsou možné, představují chyby, vážný problém v regulační technice budov.

Pramen: CCI 08/2012 (AB)

Camfil s novými HEPA a ULPA filtry

S novými rámy vzduchových filtrů Megalam Green-Filter z houževnatého plastu ABS (akrylonitril-butadien-styren) přišla nyní firma Camfil KG, Reinfeld. Nové filtry s rámy, stabilizovanými T-profilem z polykarbonátu (PC), který je chrání při manipulaci, jsou vybaveny voštinovým rozdělovačem vzduchu. Filtry třídy H14 a U15 jsou vhodné pro korozní prostředí s vysokou vlhkostí vzduchu. Chrání např. proti kyselině peroctové, peroxidu vodíku nebo isopropanolu. Jsou vhodné pro použití např. v nemocnicích, farmacii, chemickém a potravinářském průmyslu.

Pramen: CCI 08/2012 (AB)