



## Posudek disertační práce

Uchazeč Ing. Lucie Dobiášová

Název disertační práce Modelování vnitřního prostředí v interakci s člověkem

Studijní obor Pozemní stavby

Školitel Ing. Daniel Adamovský, Ph.D.

Oponent doc. Ing. Ondřej Šikula, Ph.D.

e-mail sikula.o@vutbr.cz

### Aktuálnost tématu disertační práce

komentář: Modelování interakce člověka (modelu tepelného manekýna) s okolním prostředím metodou CFD je ve světě\* i v ČR\*\* používané, nicméně, zejména v kontextu ČR lze považovat za stále aktuální.

\* Nielsen P.V. 1974 - PhD thesis - citováno doktorandkou

model tepelného manekýna:

MURAKAMI, Shuzo, Shinsuke KATO a Jie ZENG, 1997. Flow and temperature fields around human body with various room air distribution, Part 1 - CFD study on computational thermal manikin. In: ASHRAE Transactions. 103(1), s. 3-15.

\*\* ŠPONAR, David, Martin BARTÁK a František PAUR, 2006. Dva přístupy k vyhodnocení tepelné pohody ze CFD simulace a jejich aplikace v interiéru vozidla. In: BARTÁK, Martin, ed. Simulace budov a techniky prostředí 2006: Sborník 4. konference IBPSA-CZ. 1. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, s. 99-105. ISBN 80-01-03577-8.

vynikající  nadprůměrný  průměrný  podprůměrný  slabý

### Splnění cílů disertační práce

komentář: Byly definovány zhruba následující cíle: 1) rešerše v oblasti interakce vnitřního prostředí a člověka včetně CFD modelování, 2) stanovit optimální nastavení CFD modelu pro konkrétní případ.

Cíl 1 byl splněn a to na vynikající úrovni.

Cíl 2 byl splněn, připomínky jsou uvedeny dále.

vynikající  nadprůměrný  průměrný  podprůměrný  slabý

### Metody a postupy řešení

komentář: Doktorandka vhodně založila výzkum interakce člověka a okolí na metodě CFD simulace přenosu tepla a látky za použití softwaru ANSYS Fluent. Dosažené výsledky CFD simulací validovala srovnáním s experimentem provedeným týmem prof. /Kata s využitím středních kvadratických odchylek.

vynikající  nadprůměrný  průměrný  podprůměrný  slabý

### Výsledky disertace - konkrétní přínosy disertanta

komentář: Doktorandka zvládla na velmi dobré úrovni metodu CFD simulace a dokázala obdržené výsledky smysluplně interpretovat a formulovat doporučení pro další simulace. Byla porovnána a vyhodnocena řada modelů turbulence a radiace a práce je v tomto smyslu velmi rozsáhlá a komplexní.

vynikající     nadprůměrný     průměrný     podprůměrný     slabý

### Význam pro praxi a pro rozvoj vědního oboru

komentář: Provedený výzkum přináší nové poznatky pro rozvoj vědního oboru v omezené míře. Je to dáno zejména tím, že jsou použity zjednodušené okrajové podmínky na povrchu termálního manekýna (teplota a tepelný tok) a nikoli některého z pokročilých termoregulačních modelů, které jsou uvedeny v kapitole 5.4.4.

Význam pro praxi spočívající v doporučení nastavení CFD simulací je nepochybný, avšak zde zvolená metoda podrobného modelování mezní vrstvy činí model pro praxi poměrně výpočetně náročný (>5 mil buněk).

vynikající     nadprůměrný     průměrný     podprůměrný     slabý

### Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

komentář: Formální úprava i jazyková úroveň jsou na velmi dobré úrovni. V některých částech bylo grafické vyjádření srozumitelnější, než zdlouhavý popis textem.

vynikající     nadprůměrný     průměrný     podprůměrný     slabý

### Připomínky

Metoda podrobného modelování mezní vrstvy, která zde byla použita, není pro praktické účely, z důvodu své velké výpočetní náročnosti, vhodná. Očekával bych spíše zaměření práce na využití stěnových funkcí, jejichž použití, i když je teoreticky problematické, by vedlo k podstatné úspoře výpočetního času a nároků na výpočetní výkon počítače.

Strukturovanou výpočetní síť nelze vytvořit ze čtyřstěnů, jak je uvedeno na str. 31, 2. odstavci. Kromě velmi jemné výpočetní sítě, vyžaduje metoda DNS i velmi jemnou časovou diskretizaci (kapitola 4.3.1).

V kapitole 4.4 postrádám citace zdrojů uváděných informací.

Proč byla uvažována kolena jako adiabatická (str. 56)?

Umístění figuríny (CSP) 5 cm nad podlahou je nevhodné, může to ovlivnit výsledky (str. 57 nahoře). Proč bránit přenosu tepla chodidly, když ten reálně nastává?

Jak je přidáván tepelný tok 38 W na stěny komory, jako náhrada radiace (str. 61 předposlední odstavec)? Rovnoměrně na všechny povrchy? Pokud nerovnoměrně, tak jak? Tento způsob řešení sálání figuríny je pochybný a není opodstaněný, když je možné je modelovat přímo.

Okrajové podmínky nejsou jasné. Proč byl přidáván na povrchy komory tepelný tok 0,187 W/m<sup>2</sup>, když v dolní části téhož odstavce (str. 62) se píše, že benchmark test na nich předpokládá adiabatické podmínky. Okrajové podmínky vysvětlete, prosím, schématem.

Doporučená diskretizace úhlů v DO modelu radiace 3x3, ani 4x4 není pro obecný případ dostatečná (kapitola 6.4.2). Zejména to platí v případě, že je v řešené místnosti významnější

sálavý zdroj tepla.

Boussinesquova aproximace není pro vzduch vhodnou metodou k vyjádření závislosti hustoty na teplotě (kapitola 6.4.3).

Kritéria konvergence nejsou zcela jasné. Obecně při proudění s přirozenou konvekcí počítané veličiny fluktuují v čase a není možné očekávat jejich plné ustálení. Zde použitá metoda zvětšování časového kroku je nejasná.

Postrádám informaci o řádu diskretizace dalších řešených diferenciálních rovnic (DO, energie, apod.). Proč byly pro gradienty použita metoda "Least Square Cells Based"?

### Závěrečné zhodnocení disertace

Cílem práce byla rešerše v oblasti interakce vnitřního prostředí a člověka včetně CFD modelování a stanovení optimálního nastavení CFD modelu pro konkrétní případ menakýna v místnosti se zaplavovacím větráním.

#### Silné stránky:

Z práce je patrné velké úsilí, které doktorandka vynaložila co do rozsahu práce. Dosažené výsledky a závěrečná doporučení k nastavení CFD simulací jsou v souladu s mými vlastními zkušenostmi a pokládám je za validní.

#### Slabé stránky:

Použitý benchmark není 100% přesně definovaný, jsou zde určité nejasnosti a možná i nepřesnosti, které jsou - jak doktorandka zmiňuje - diskutovány i jinými výzkumníky.

Nebyl naplněn potenciál zhodnocení pokročilejší okrajových podmínek (např. zjednodušené použití vnitřního zdroje tepla ve figuríně, či pokročilejší a komplexnější termoregulační model člověka), které zvolený benchmark umožňoval.

Předložená disertační práce je celkově na dobré úrovni a splňuje požadované nároky.

**Doporučuji po úspěšné obhajobě disertační práce udělení titulu Ph.D.**

**ano**

**ne**

Datum: 10.4.2019

Podpis oponenta: .....