

Časově proměnný vektor $v(\tau)$ vstupuje přes A/D převodník do ústředního regulačního členu PS regulátoru (obr. 4).

Uzavřený regulační obvod tvoří blok konvekčního přenosu tepla v místnosti (řízená soustava) s PS regulátorem podle obr. 4. Jeho zesílení, resp. sumační časová konstanta, je standardně nastaveno podle časových konstant místnosti získaných měření. V prostředí Matlab pak byla získána odezva intenzity výměny vzduchu v na skokovou změnu veličiny LMA^* odpovídající proporcionálnímu nárůstu koncentrace CO_2 . Vhodně nastavené zesílení (sumační konstanta) regulátoru způsobily opět pokles hodnoty τ_{LMA}^* na původní hodnotu nebo pod povolenou mez τ_{LMAmax}^* . Výsledky simulace akčního zásahu regulátoru jsou znázorněny na obr. 5. Procentuální změnu z počáteční hodnoty $v = 0,5$ pro skokovou změnu τ_{LMA}^* blízko vstupní vyústky do místnosti (ve třetině délky místnosti, tj. vzdálost 2,3 m) udává červená křivka. Modrá křivka udává pokles v v odezvě na skokovou změnu průměrné hodnoty τ_{LMA} v místnosti za dobu kratší než 120 s. Zelená křivka ukazuje malý nárůst hustoty vzduchu v místnosti korespondující s nižší teplotou přívodního vzduchu při současně změně teploty vzduchu během produkce CO_2 pobývajících osobami.

5. Shrnutí a závěr

V nuceně větraném prostoru s vnitřními zdroji tepla byly měřeny a následně vyhodnoceny základní tepelné veličiny za účelem odhadnout proudění vzduchu v pro-

storu. S použitím modelové techniky CFD byl řešením diferenciálních rovnic proudění v programu v jazyce Fortran získán rovinový (2D) obraz proudění vzduchu v rovině symetrie místnosti (hlavní meridián). Byly odhadnuty místní střední hodnoty stáří vzduchu τ_{LMAi} v blízkosti vyústky vstupního vzduchu a průměrná hodnota τ_{LMA} v celé místnosti, následně přiřazená k intenzitě výměny vzduchu v jako řízené veličině (4), a zaveden parametr k_v vhodný k řízení dodávky (průtok) čerstvého vzduchu do místnosti. Opačný účinek zvýšení hodnoty v na pokles koncentrace CO_2 byl využit zapojením parametru k_v na vstup PS regulátoru. V uzavřené regulační smyčce s PS regulátorem byly simulovány dva případy se skokovou změnou veličiny LMA (místní, popř. průměrné hodnoty). Z obr. 5 plyne, že po určité krátkou dobu lze upřednostnit zdravotní požadavek maximální přípustné hodnoty koncentrace CO_2 ve větraném prostoru před krátkodobým stavem diskomfortu pobývajících osob v důsledku zvýšeného průtoku vstupního vzduchu do prostoru.

Literatura:

- [1] ISO EN 7730 *Moderate thermal environments – Determination of the PMV and PPD indices and the specification of conditions for thermal comfort*. 2nd edition, ISO, 1994.
- [2] ANSI/ASHRAE Standard 55-1992 *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. ASHRAE, Atlanta, USA, 1992.
- [3] FANGER, P. O.: *Thermal comfort analysis and application in environmental engineering*. Krieger Publishing Company, Florida, 1982.

- [4] ASTM Standard D-6245-98 *Using Indoor Carbon Dioxide Concentrations to Evaluate Indoor Air Quality and Ventilation*.
- [5] RECKNAGEL, H. – SPRENGER, E. – SCHRAMEK, E. R.: *Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik*. R. Oldenbourg Verlag, München, Deutschland, 1997.
- [6] *Environment and Ventilation Performance of Floor Supply Displacement Ventilation System*. Transactions of AII, 1997, No. 499.
- [7] *Threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposures indices*. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Cincinnati, USA, 1995.
- [8] ASHRAE Standard 62-1989 *Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*. ASHRAE, Atlanta, USA, 1992.
- [9] HACH, L. – KATOH, Y.: *Simulation of Thermal Balance of Non-Air Conditioned Room under Winter Conditions Using Quasi-Steady-State Simulation Model*. International Journal JSME, 2003, Vol. 46, No. 1.
- [10] HACH, L. – KATOH, Y.: *The air change rate control by local mean age of air in ventilated spaces*. In: Proceedings of Technical Computing Bratislava – TCB 2010, Bratislava, listopad 2010, ISBN 978-80-970519-0-7.

Dr. Eng. Lubos Hach, Ph.D.,
ústav aplikované fyziky a matematiky,
Fakulta chemicko-technologická,
Univerzita Pardubice
(lubos.hach@upce.cz),
Dr. Eng. Yasuo Katoh,
Department of Mechanical Engineering,
Faculty of Engineering,
Yamaguchi University,
Ube, Japonsko

Jaké senzory se prosadí pro měření kvality ovzduší?

Společnost IMS Research zveřejnila výsledky studie trhu v oboru snímačů a prostředků automatického řízení techniky budov *The EMEA and Americas Markets for Building Automation Controllers, Software and Sensors – 2011 Edition*. Studie předpokládá, že výrazného růstu objemu prodeje dosáhnou v následujících pěti letech zejména snímače kvality ovzduší v budovách.

Zvýšená koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší způsobuje únavu a ospalost. V moderních budovách, dobře izolovaných proti úniku tepla, je samovolná výměna vzduchu minimální, a proto je nezbytné zajistit v nich účinné větrání. Klasické systémy větrání ale místnost vyvětrají ve stanovených intervalech bez ohledu na to, kolik se v ní nachází osob a jaká je v ní koncentrace CO_2 . Snímač koncentrace CO_2 umožní ventilačnímu systému pracovat mnohem efektivněji a větrat právě tehdy, kdy je to třeba. Tento způ-

sob řízeného větrání není nový, pod zkratkou DCV (*Demand-Controlled Ventilation*) je znám již několik let, ale současná snaha o snižování energetické náročnosti budov jej činí stále atraktivnějším. William Rhodes, analytik společnosti IMS Research, konstatuje, že velký nárůst zájmu o tyto systémy je znatelný již jeden a půl roku a v budoucnu nepoleví, takže řízené větrání DCV se stane naprosto běžným.

Otázkou ovšem je, zda to bude právě a jen koncentrace CO_2 , která bude pro řízení větrání využívána. IMS Research odhaduje, že v oblasti EMEA (Evropa, Blízký východ a Afrika) a obou amerických kontinentů bylo v roce 2010 v provozu 850 000 snímačů koncentrace CO_2 . Někteří uživatelé a výrobci však začínají jako alternativu prosazovat snímače koncentrace těkavých organických sloučenin VOC (*Volatile Organic Compound*). Proč, vysvětluje opět William Rhodes: „Po-

užití snímačů VOC pro řízení ventilace má nesporné výhody. Snímače VOC reagují i na vůně a zápachy, na které snímače koncentrace CO_2 nereagují. V obsáhlém průzkumu však bylo zjištěno, že použití snímačů koncentrace VOC je obecně považováno za příliš nákladné a ne tak efektivní jako použití snímačů koncentrace CO_2 . Podle názoru respondentů se počet instalovaných snímačů koncentrace VOC sice bude zvětšovat, ale uplatnění najdou především v kuchyňských provozech nebo na toaletách.“

Studie společnosti IMS Research se dále věnuje snímačům teploty, vlhkosti, tlaku a přítomnosti osob v budovách. Trh se všemi snímači určenými pro automatizaci technických zařízení budov poroste, ale trh se snímači pro řízení větrání podle předpovědi analytiků IMS Research poroste nejrychleji.

(Bk)