

EXPERIMENTÁLNA ZOSTAVA PRE STANOVENIE ÚČINNOSTI SLNEČNÝCH VZDUCHOVÝCH KOLEKTOROV

BERGEL Richard, SK

Resumé

V príspevku je opísaná experimentálna zostava, ktorá slúži pre stanovenie nárastu teploty v slnečných vzduchových kolektoroch pri určovaní ich účinnosti v procese vykurovania budov. Túto experimentálnu zostavu možno využiť ako didaktickú pomôcku vo vyučovacom procese v študijnom programe Ekotechnika pre predmety Alternatívne zdroje energie, Technika prostredia, Technika využívanie energie, Energetické premeny, Energetické stroje a zariadenia.

Kľúčové slová: vykurovanie, slnečná energia, slnečný vzduchový kolektor.

EXPERIMENTAL SET-UP FOR DETERMINING THE EFFICIENCY OF THE SOLAR AIR COLLECTORS

Abstract

In this contribution the experimental set-up is described which serves to determine the temperature rise in the solar air collectors in determining of their effectiveness in the heating buildings process. This experimental set-up can be utilized as a didactic tool in the educational process in the Environmental Technology study programme for subjects as Alternative Energy Sources, Environment Technology, Energy Utilization Technology, Energetic Changes, Energetic Machines and Equipment.

Keywords: heating, solar energy, solar air collector.

Úvod

Sústavné zvyšovanie tlaku dopytu po energii, degradácia životného prostredia emisiami skleníkových plynov a zvýšenie cien pohonných hmôt sú hlavnou hnacou silou úsilia o efektívnejšie využívanie rôznych zdrojov energie z obnoviteľných zdrojov. Obnoviteľné technológie sú považované za čisté zdroje energie a optimálne využitie týchto zdrojov minimalizuje dopady na životné prostredie. Rýchly nárast využitia energie, charakteristický pre posledných 50 - 100 rokov, nemôže pokračovať do nekonečna, pretože primárne zdroje energie na Zemi sú vyčerpatel'né. Medzi obnoviteľný zdroj energie s najväčším potenciálom možno radiť slnečnú energiu. Slnečná energia nachádza stále častejšie uplatnenie v systémoch vykurovania budov s cieľom zachovať tepelnú pohodu človeka. Na rozdiel od iných zdrojov energie, slnečná energia môže hrať významnú úlohu v systémoch pre ohrev vzduchu, pretože teplý vzduch je konečný príjemca energie. Tieto systémy sú založené na slnečných vzduchových kolektoroch [1]. V príspevku je navrhnutá experimentálna zostava, ktorá slúži pre stanovenie nárastu teploty v slnečných vzduchových kolektoroch pri určovaní ich účinnosti v procese vykurovania budov.

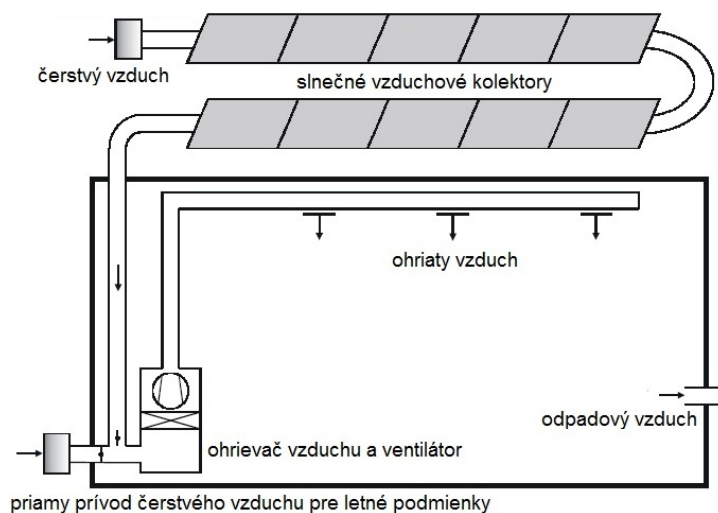
1 Vykurovanie solárnymi vzduchovými kolektormi

Slnečné vzduchové kolektory využívajú jednoduchú skutočnosť, tam kde dopadá slnečné žiarenie na tmavú plochu, vzniká teplo, ktoré sa väčšinou uvoľňuje do okolitého vzduchu. Umenie konštrukcie takéhoto zariadenia spočíva v tom, aby sa okolitý vzduch ohrial na požadovanú teplotnú úroveň, zachytil a využil. Pokiaľ vykurojeme nejakú miestnosť prostredníctvom ohriateho vonkajšieho vzduchu, tak pre dosiahnutie a udržanie požadovanej teplotnej úrovne v obytnej miestnosti stačia teploty vo vnútri kolektoru už od 25 °C. Takéto teploty sa v slnečných

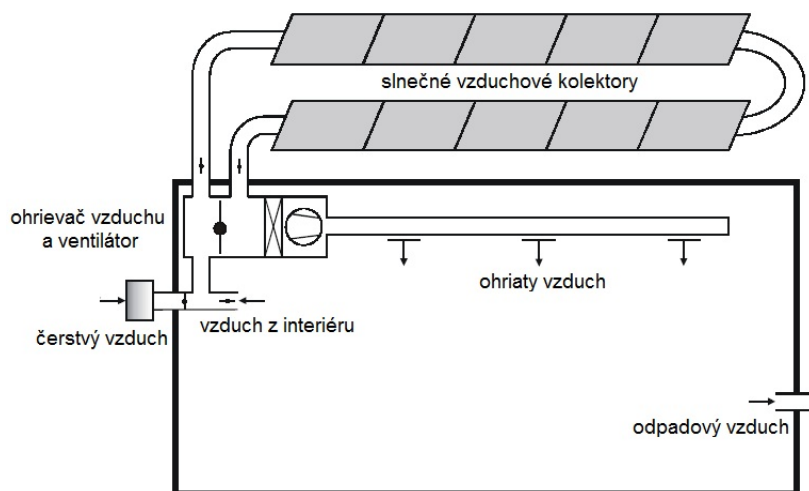
vzduchových kolektorech dosahujú už pri slabom slnečnom žiarení. V tom je výhoda oproti kvapalinovým systémom, ktoré väčšinou pracujú s vyššími vstupnými teplotami. Práve táto skutočnosť robí zo vzduchových kolektorov príťažlivý spôsob využívania slnečnej energie [2].

Medzi systémy využívajúce slnečné vzduchové kolektory možno radiť [3]:

- Systém predohrevu čerstvého vzduchu (obr. 1) – tieto systémy sa používajú na predohrev čerstvého vzduchu bez recirkulácie vnútorného vzduchu.
- Systém pre priamy ohrev vzduchu - čerstvý vzduch / recirkulovaný vzduch (obr. 2) – tieto systémy pracujú okrem čerstvého vzduchu aj s recirkulovaným vzduchom z interiéru v prípade, ak teplota na výstupe z kolektorov je o 5 °C väčšia, ako je teplota interiéru.



Obr. 1 Systém predohrevu čerstvého vzduchu [3]



Obr. 2 Systém pre priamy ohrev vzduchu - čerstvý vzduch / recirkulovaný vzduch [3]

2 Návrh experimentálnej zostavy

Účinnosť kolektorov stanovuje aký podiel celkového výkonu slnečného žiarenia dopadajúceho na plochu apertúry kolektora môže byť premenený na užitočný tepelný výkon.

Pri prúdení vzduchu v kolektoroch má na účinnosť vplyv aj tvar použitých plôch absorbéro, kde dochádza k výmene tepla a intenzifikácii prenosu tepla [4].

Účinnost možno počítat podľa [2]:

$$\eta = \frac{Q_u}{A_c \cdot G} [-] \quad (1)$$

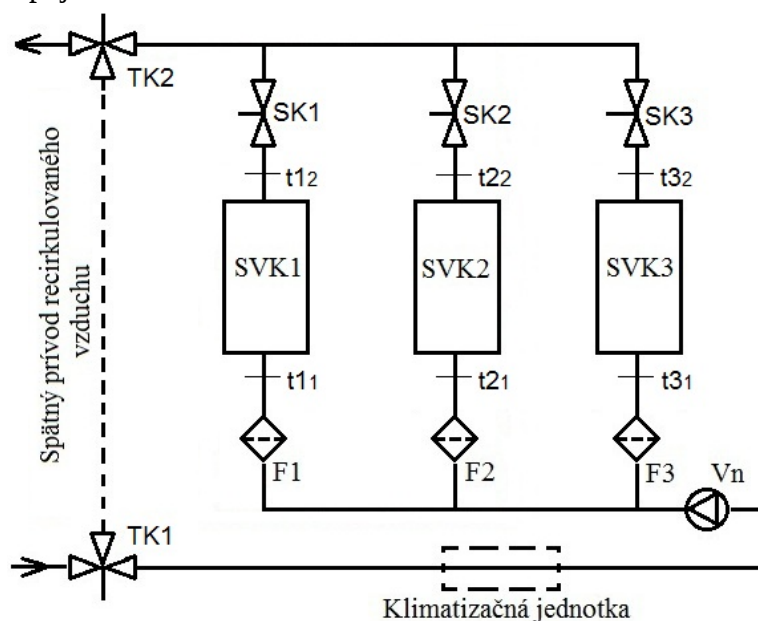
kde Q_u je užitočný tepelný výkon [W], A_c je plocha apretúry kolektora [m^2], G je intenzita slnečného žiarenia [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$].

Užitočný tepelný výkon možno počítat podľa [2]:

$$Q_u = m \cdot c_p \cdot (t_{\text{výst}} - t_{\text{vst}}) [\text{W}] \quad (2)$$

kde m je prúd vzduchu [$\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$], c_p je špecifická tepelná kapacita [$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$], $t_{\text{výst}}$ je teplota vzduchu na výstupe z kolektora [$^{\circ}\text{C}$], t_{vst} je teplota vzduchu na vstupe do kolektora [$^{\circ}\text{C}$].

Zapojenie experimentálnej zostavy je znázornené na obrázku 3. Predložená schéma zapojenia umožňuje stanovenie účinnosti troch rôznych typov slnečných vzduchových kolektorov, pri troch rôznych spôsoboch zapojenia.



Obr. 3 Schéma meracieho aparátu pre stanovenie účinnosti solárnych vzduchových kolektorov

$F1, F2, F3$ – filtre pre zachytávanie mechanických nečistôt; $SK1, SK2, SK3$ – spätné klapky;
 $SVK1, SVK2, SVK3$ – solárne vzduchové kolektory; $TK1, TK2$ – trojcestné klapky;
 Vn – ventilátor; t_{11}, t_{21}, t_{31} – teplota vzduchu na vstupe do kolektorov; t_{12}, t_{22}, t_{32} – teplota vzduchu na výstupe z kolektorov

Pre stanovenie účinnosti solárnych vzduchových kolektorov v režime predohrevu čerstvého vzduchu je do kolektorového okruhu ventilátorom (Vn) nasávaný vonkajší okolitý vzduch cez trojcestnú klapku ($TK1$). Otváraním a zatváraním spätných klapiek ($SK1, SK2, SK3$) možno nastaviť, na ktorom z kolektorov ($SVK1, SVK2, SVK3$) budú vykonávané merania. Ohriaty vzduch je cez trojcestnú klapku ($TK2$) vyfukovaný späť do okolia. Pri tomto spôsobe merania je spätný prívod recirkulovaného vzduchu prostredníctvom trojcestných klapiek ($TK1, TK2$) uzavretý.

Pre stanovenie účinnosti v režime priamy ohrev vzduchu - čerstvý vzduch / recirkulovaný vzduch, je do kolektorového okruhu ventilátorom (Vn) nasávaný vonkajší okolitý vzduch cez trojcestnú klapku (TK1). Vzduch po ohriatí vo vzduchových kolektoroch, nie je vyfukovaný do okolia. Trojcestné klapky (TK1, TK2) sú nastavené v polohe, kedy je nasávanie čerstvého vzduchu a výfuk ohriateho, použitého vzduchu uzavreté. V tomto prípade je otvorený spätný prívod recirkulovaného vzduchu a merací aparát môže merať tepelný zisk solárnych vzduchových kolektorov pre podmienky priameho ohrevu vzduchu.

Tretí spôsob merania je možné uskutočniť v prípade, keď trojcestná klapka (TK1) umožní čiastočné nasávanie čerstvého a použitého vzduchu do kolektorov a trojcestná klapka (TK2) časť použitého vzduchu odvedie do okolia, časť sa spätným prívodom recirkulovaného vzduchu opäť vracia do kolektorového okruhu.

Na kolektoroch (SVK1, SVK2, SVK3) je meraná tepelná diferencia, ktorá slúži pre stanovenie účinnosti daného kolektora. Filtre (F1, F2, F3) zachytávajú mechanické nečistoty zo vzduchu pri každom spôsobe merania. Klimatizačná jednotka slúži na prípadnú úpravu vlhkosti ohrievaného vzduchu.

Záver

Obnoviteľné zdroje energie tvoria vo väčšine oblastí nášho života aktuálnu tému z pohľadu šetrenia primárnych zdrojov energie a minimalizácie dopadov na životné prostredie. V problematike vykurovania budov sa ako vhodné technológie javia systémy využívajúce slnečné vzduchové kolektory. Stanovením účinnosti rôznych typov slnečných vzduchových kolektorov možno určiť, akým podielom sú schopné kryť energetické potreby budov. Tieto systémy často nedosahujú úplnú samostatnosť jednotlivých budov od fosílnych palív, nahradia však určitú potrebu tepelnej energie „vyrábanej“ z primárnych zdrojov energie a prispievajú tak k ochrane životného prostredia.

Literatúra

1. TYAGI, V. V., PANWAR, N. L., RAHIM, N. A., KOTHARI, R. 2012. Review on solar air heating system with and without thermal energy storage system. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. ISSN 1364-0321, 2012, vol. 16, p. 2289 – 2303.
2. FILLEUX, CH. GÜTERMANN, A. 2006. *Solární teplovzdušné vytápění*: HEL, 2006. 176 s. ISBN 80-86167-28-3.
3. EICKER, U. 2003. *Solar technologies for buildings*: Wiley, 2003. 323 p. ISBN 978-0-471-48637-4.
4. ČERNECKÝ, J., KONIAR, J., - BRODNIANSKÁ, Z. 2012. *Možnosti optimalizácie tvar teplovýmenných plôch výmenníkov tepla s využitím experimentálnych metód a fyzikálneho modelovania*. Vedecká monografia. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2012. 157 s. ISBN 978-80-228-2325-8.

Príspevok je riešený v rámci grantového projektu KEGA 044SPU-4/2014

Lektorovali: Mgr. Marián Ježo, Ing. Pavol Koleda, PhD.

Kontaktná adresa:

Richard Bergel, Ing.,
Katedra environmentálnej techniky, Fakulta environmentálnej a výrobnjej techniky, Technická univerzita vo Zvolene, Študentská 26, 960 53 Zvolen, SR, tel. 00421455206878,
e-mail: xbergel@is.tuzvo.sk