ENERGETICKÁ ÚSPORA JEDNODUCHÉHO PODTLAKOVÉHO VĚTRÁNÍ S VYÚSTĚNÍM DO EXTERIÉRU PŘED SÁNÍ TEPELNÉHO ČERPADLA – PŘÍPADOVÁ STUDIE

ENERGY SAVINGS SIMPLE VACUUM VENTILATION WITH END TO THE EXTERIOR BEFORE THE HEAT PUMP SUCTION – A CASE STUDY

Dominik Cakl^{*1}, Ondřej Nespěšný, Jan Vystrčil

*cakl.d@vutbr.cz

¹ Fakulta Stavební VUT v Brně, Veveří 331/95, 602 00 Brno-střed

Abstrakt

Stále se zvyšující nároky na těsnost obálky budovy vyžadují z hygienických požadavků pravidelné větrání okny, nebo s ohledem na uživatelský komfort vzduchotechnickou jednotkou, která umožňuje zpětné získávání tepla. Vzduchotechnické jednotky s rekuperací tepla mají vysoké pořizovací náklady, obzvláště pokud obsahují tepelné čerpadlo. Stále se zvyšující nároky na využití primární energie z neobnovitelných zdrojů způsobují, že se v objektu vyskytuje technologie tepelného čerpadla. Ekonomicky výhodnou alternativou může být jednoduché podtlakové větrání domu, kde odpadní vzduch z interiéru je vyústěn přímo před sání tepelného čerpadla. Vzhledem k lepším pracovním podmínkám (teplejší a vlhčí odváděný vzduch) může tepelné čerpadlo obvykle dosahovat vyšších sezonních topných faktorů.

Klíčová slova

Energetická náročnost budov, vzduchotechnika, distribuce vzduchu, jednoduché podtlakové větrání, sání tepelného čerpadla

Abstract

The ever-increasing demands on the airtightness of building envelope require regular ventilation of the windows for hygienic requirements, or with regard to user comfort an air handling unit that allows heat recovery. Air handling units with air recovery have high acquisition costs, especially if they include a heat pump. The ever-increasing demands on the use of primary energy from non-renewable sources mean that there is heat pump technology in the building. An economically advantageous alternative can be simple vacuum ventilation of the house, where the exhaust air from the interior is discharged directly before the suction of heat pump. Due to the better operating conditions (warmer and wetter exhaust air) the heat pump can usually achieve higher seasonal heating factors.

Key words

Energy performance of the buildings, Air-conditioning, mechanical ventilation, air distribution, simple vacuum ventilation, the heat pump suction

1 ÚVOD

Inovativní přístup se zabývá prouděním vzduchu z uzavřeného vnitřního prostoru obytných místností pomocí podtlakového provětrávání s vyústěním před sací část vnější jednotky tepelného čerpadla. Z důvodu zvyšujících se nároků na těsnost obálky budovy u novostaveb a rekonstrukcí stávajících objektů vyžadují z hygienických požadavků pro obytné místnosti průtok venkovního vzduchu - výměnu vzduchu v místnosti $0,5 \times h-1$, $25 \text{ m}^3/\text{hod}$ na jednu osobu (ČSN EN 15665).

Splnění požadavků lze docílit pravidelnými větrání okny, nebo s ohledem na uživatelský komfort se můžeme setkat stále častěji se vzduchotechnickou jednotkou, která umožňuje zpětné získávání tepla, které předává čerstvému vzduchu z exteriéru, nebo vodě pro využití pro přípravu teplé vody anebo vytápění (větrání s tepelným

čerpádlem). Vzduchotechnické jednotky s rekuperací vzduchu mají vysoké pořizovací náklady, obzvláště pokud obsahují tepelné čerpadlo se počáteční investice složitých a kvalitních systémů může pohybovat okolo 60 000–250 000,- Kč [2], [3] (cena bez realizace, cena s DPH).

Stále se zvyšující nároky na využití primární energie z neobnovitelných zdrojů u novostaveb a rekonstrukcí stávajících objektů [4], [5] způsobují, že se v objektu vyskytuje technologie tepelného čerpadla, která může zajišťovat vytápění, chlazení a případně i přípravu teplé vody.

Ekonomicky výhodnou alternativou může být jednoduché podtlakové větrání domu, kdy ventilátor neobsahuje ani prostorové čidlo CO₂ a odpadní vzduch z interiéru je vyústěn přímo před sání tepelného čerpadla typu vzduch-vzduch, nebo typu vzduch-voda. Vzhledem k lepším pracovním podmínkám tepelného čerpadla (teplejší a vlhčí odváděný vzduch) oproti TČ pracujícímu s venkovním vzduchem může takto pracující TČ obvykle dosahovat vyšších sezonních topných faktorů (Obr. 1) [1].

Takto navržený systém představuje úsporu na přívodním vzduchotechnickém potrubí, méně prostoru pro montáž, neobsahuje prostorově náročnou vzduchotechnickou jednotku, odvod kondenzátu, jediný zdroj hluku je samotný podtlakový ventilátor a vnější jednotka tepelného čerpadla. Odpadá potřeba údržby vzduchotechnického systému, výměna filtrů a údržba více tepelných čerpadel v objektu (Obr. 1, 2).

Obr. 1 Princip podtlakového provětrávání s vyústěním před sací část vnější jednotky tepelného čerpadla.
Zdroj: Daikin, 4MXM-N Technical Data.

Obr. 2 Pohled na předmětný rodinný dům. Vnější jednotka tepelného čerpadla bude umístěna k výusti podtlakového větrání budoucí přístavby koupelny. Zdroj: Dominik Čákl.

Obr. 3 Pohled na 3D model rodinného domu. Vnější jednotka tepelného čerpadla je umístěna k výsti podtlakového větrání.

Obr. 4 Pohled na CFD model. Pohled na kaskádovité provětrání z obytných místností do chodby a následné odsávání z koupelny do exteriéru.

2 METODIKA

Klimatická data

Pro hodinové rozdělení teplotních intervalů byla zvolena tabulka v závazné ČSN 730331-1, která obsahuje informativní parametry pro výpočet energetické náročnosti budov za účelem jejich hodnocení. Konkrétně tabulku "Rozdělení teplotních intervalů", kterou lze použít v případě některých bilančních výpočtů a obsahuje hodinové rozdělení teplotních intervalů v průběhu roku (Obr. 5) [7].

Obr. 5 Histogram hodinového rozdělení teplotních intervalů dle ČSN. Zdroj: spol. Energysim s.r.o. [7].

Výpočtový model

S ohledem na platné hygienické předpisy a s přihlédnutím na předpokládaný způsob využívání malého rodinného domu v určitém stupni komfortu byl stanoven průměrný průtok čerstvého vzduchu na 100 m³/hod.

Teplota interiéru byla zvolena 20°C. Fyzikální vlastnosti vzduchu byly uvažované neměnné. Spotřeba tepla pro pokrytí tepelné ztráty větráním byla vypočtena dle vztahu (1). Roční dodaná energie pro pokrytí tepelných ztrát větráním (2). [7]

$$Q_{\text{větraného vzduchu}} = V * \frac{\rho}{3600} * c * (\theta_e - \theta_i) * h, \quad (1)$$

$$Q_{\text{dodané energie vlivem větrání}} = \sum Q_{\text{větraného vzduchu}} \quad (2)$$

Kde Q je dodaná energie (kWh), V je průtok vzduchu (m³/hod), ρ , c fyzikální vlastnosti vzduchu (hustota a tepelná kapacita), θ_e je teplota vzduchu v exteriéru (°C), θ_i je teplota vzduchu v interiéru (°C), h počet hodin v roce v jednotlivém teplotním intervalu.

3 VÝSLEDKY

V této části příspěvku jsou prezentovány výsledky spotřeby tepla na větrání při stanoveném stálém průměrném průtoku čerstvého vzduchu 100 m³/hod.

Tab. 1 Přehled dodávky tepla.

	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	Suma
Q větraného vzduchu [kWh]	498	519	384	280	185	124	69	80	166	262	360	515	3442
Celkem [kWh]													
Podíl měsíční dodávky tepla [%]	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Podíl roční dodané energie na vytápění pro pokrytí tepelné ztráty větráním [%]:													100

Níže jsou uvedeny grafy, které poukazují na podíl roční dodané energie na vytápění pro pokrytí tepelné ztráty větráním (Obr. 6, 7).

Obr. 6 Histogram hodinového rozdělení teplotních intervalů dle ČSN, doplněný o počet hodin se zapnutou protimrazovou ochranou dle typu deskového výměníku. Zdroj: spol. Energysim s.r.o., [7].

Obr. 7 Histogram hodinového rozdělení teplotních intervalů dle ČSN, doplněný o počet hodin se zapnutou protimrazovou ochranou dle typu deskového výměníku. Zdroj: spol. Energysim s.r.o., [7].

4 DISKUZE

V Tab. 1 bylo provedeno vyhodnocení podílů měsíční dodané energie na pokrytí tepelné ztráty větráním při stanoveném stálém průměrném průtoku čerstvého vzduchu 100 m³/hod. Výpočet neuvažuje odstávku vytápění mimo topnou sezónu (od 1. 9. do 31. 5.). Dobře situovaná venkovní jednotka tepelného čerpadla má potenciál tuto energii využít. Venkovní jednotka Daikin 4MXM68N má tepelný výkon 8,6 kW (20 °C / 7 °C) jmenovitý průtok vzduchu 2600 m³/hod [Zdroj: Daikin, 4MXM-N Technical Data.]. Odváděný objem z místnosti tedy činí při maximálním výkonu tepelného čerpadla pouze 2,6 % z celkového nasávaného vzduchu před vnější jednotkou. Předpokládá se dokonalé smísení a podchlazení odváděného odpadního vzduchu v průměru na alespoň vnější teplotu vzduchu. Potenciál úspory tepla, která při stanoveném stálém průměrném průtoku čerstvého vzduchu 100 m³/hod činí 3442 kWh/rok a příkladné ceny 2 Kč/kWh dodané energie, činí finanční úspora přes 6 500 Kč/rok.

5 DALŠÍ MOŽNÉ VYUŽITÍ PODTLAKOVÉHO VĚTRÁNÍ

Vhodnější využití můžeme najít u budov, které mají větší průtok větracího vzduchu (panelové bytové domy, administrativní domy, výrobní objekty...) a zároveň využívají pro vytápění kombinaci různých zdrojů tepla, přičemž právě kaskáda tepelných čerpadel je umístěna před výúst' podtlakového větrání (Obr. 8).

Obr. 8 Tepelné čerpadlo pro ohřev TV na venkovním vzduchu: Prostá návratnost 9-3 let. Tepelné čerpadlo pro ohřev TV na odpadním vzduchu: Prostá návratnost 7-3 let [6].

6 ZÁVĚR

Cílem tohoto článku bylo popsání proudění vzduchu z uzavřeného vnitřního prostoru obytných místností pomocí podtlakového provětrávání s vyústěním před sací část vnější jednotky tepelného čerpadla z důvodu zvyšujících se nároků na těsnost obálky budovy u novostaveb a rekonstrukcí stávajících objektů. Dále byl vypočítán potenciál úspory tepla, která při stanoveném stálém průměrném průtoku čerstvého vzduchu 100 m³/hod činí 3442 kWh/rok.

Takto navržený systém představuje úsporu na přívodním vzduchotechnickém potrubí, méně prostoru pro montáž, neobsahuje prostorově náročnou vzduchotechnickou jednotku, odvod kondenzátu, jediný zdroj hluku je samotný podtlakový ventilátor a vnější jednotka tepelného čerpadla. Odpadá potřeba údržby vzduchotechnického systému, výměna filtrů, údržba více tepelných čerpadel v objektu.

Dalšími kroky výzkumu by měl být výpočet sezonních topných faktorů a praktického ověření schopnosti výparníku vnější jednotky efektivního zpětného využití tepla.

Použité zdroje

- [1] Martin Kny, Jan Vitouš, ČVUT v Praze, Větrací jednotky s tepelným čerpadlem, část 1. – Energetická náročnost, tzb-info.cz [online]. Datum publikování 4.5.2020. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-s-rekuperaci/20606-vetraci-jednotky-s-teplnym-cerpadlem-cast-1-energeticka-narocnost>
- [2] Cenová nabídka jednotky NIBE F750, centrumvytapieni.cz [online]. Datum zveřejnění 10.11.2020. Dostupné z: https://www.centrumvytapieni.cz/nibe-f750-r-tepelne-cerpadlo--nerezovy-zasobnik/?gclid=Cj0KCQiA-K2MBhC-ARIsAMtLKR3Phl3gCNrr3cR7Ddp0jGFQYieIXQWOPac2J3DHMBfRSRA7WBIP6A4aAoUrEALw_wcB
- [3] Cenová nabídka jednotky NIBE F750, www.nibe-shop.cz [online]. Datum zveřejnění 10.11.2020. Dostupné z: <https://www.nibe-shop.cz/Ventilacni-tepelne-cerpadlo-NIBE-F750-d190.htm>
- [4] Vyhláška č. 78/2013 Sb. Vyhláška o energetické náročnosti budov.
- [5] Vyhláška č. 264/2020 Sb. Vyhláška o energetické náročnosti budov.
- [6] Jiří Beranovský, Karel Srdečný, Petr Vogel a kol. Pasivní panelák? A to myslíte vážně? 1. Vyd. Praha: EkoWATT, 2011. ISBN 978-80-87333-07-5.
- [7] Dominik Cakl, Petr Kotek, Podíl roční dodané energie na vytápění pro doplňkový elektrický přehřev vzduchotechnických jednotek. Odborná konference Juniorstav 2020.