

Návrh a optimalizácia vykurovacieho procesu

Ing. Stanislav Števo, PhD., Ing. Jozef Dorner

Ústav riadenia a priemyselnej informatiky,

Fakulta elektrotechniky a informatiky

Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava

tel.: +421 2 60291111

e-mail: stanislav.stevo@stuba.sk, jozef.dorner@stuba.sk

Abstrakt

Článok sa zaoberá možnosťami a trendom vývoja v oblasti návrhu a optimalizácie vykurovacieho systému. V rámci troch konkrétnych príkladov demonštruje úroveň optimalizácie častí vykurovacieho systému ako aj hodnotí vplyv jednotlivých prístupov na celkový prínos v rámci úspor vykurovacieho systému. Zdôrazňuje nutnosť optimalizácie každého prvku z reťazca vykurovacieho procesu, nutnosť zberu dát na jednotlivých úrovniach a ich následné spracovanie pomocou data-mining-u alebo inej techniky spracovania dát.

Úvod

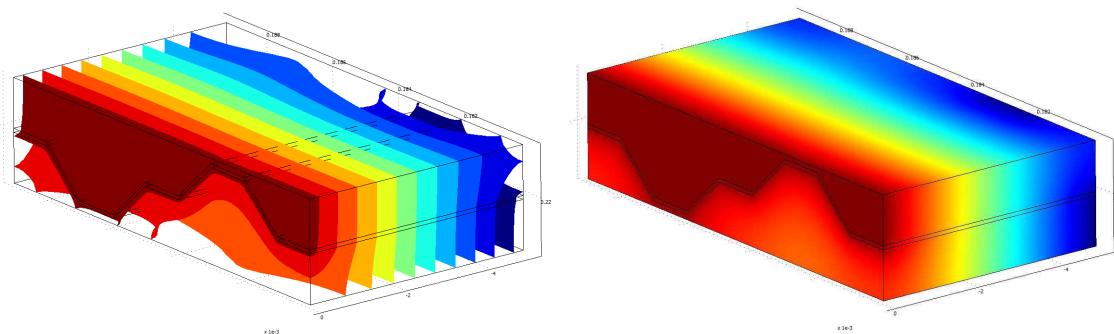
Spotreba energetických zdrojov v rámci HVAC predstavuje vo väčšine krajín viac ako polovicu spotreby celkovej spotreby energií. Napríklad v rámci USA sa 75% všetkej elektrickej energie spotrebuje na vykurovanie a klimatizáciu [1] (správa budovy ako takej, čo znamená mimo iné, že budovy majú na svedomí tretinu celosvetovej produkcie CO₂, takmer polovicu všetkých spotrebovaných „surových“ materiálov a produkciu stoviek miliónov ton odpadu). Preto je otázka úspory energetických zdrojov za pomoci optimalizácie a správneho návrhu vykurovacieho systému **nevyhnutná**. Keďže vykurovacia sústava budovy predstavuje relatívne komplexný systém, z hľadiska optimalizácie jednotlivých prvkov tejto sústavy, môžeme rozlíšiť rôzne úrovne optimalizácie vykurovacieho procesu (OVP).

1. Mikro-úroveň OVP

Predstavuje úroveň optimalizácie malých elementov – segmentov prvkov vykurovacej sústavy. Môže sa jednať napríklad o optimalizáciu tvaru / štruktúrnych parametrov častí kotla, vykurovacieho telesa, optimalizáciu tvaru, umiestnenia mikro častí stavebných prvkov (napr. škáry okien) až po optimálny návrh tvaru a samotnej štruktúry atď.

1.1 Optimalizácia rekuperačnej jednotky

Ako príklad mikro úrovňovej optimalizácie uvádzame zefektívnenie rekuperačnej jednotky (RJ). Parametre ovplyvňujúce rekuperáciu sú smer, teplota a rýchlosť prúdiaceho vzduchu a teplotné javy prestup a prúdenie tepla telesami. Model predstavuje 2 vrstvy vzduchu 1mm hrubé, ktoré od seba delí hliníková prepážka o hrúbke 0,083mm a dĺžke 24,5cm. [2] Z fyz. pohľadu sa teda jedná o model Non-Isothermal flow, ktorý pozostáva z dvoch častí, General Heat Transfer a Weakly Compressible Navier-Stokes [3].



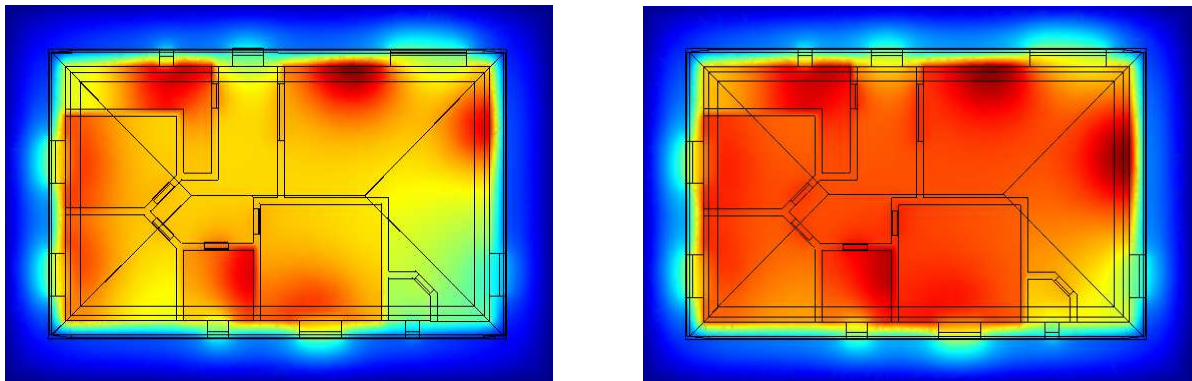
Obr. č. 2 Simulácia priečného prierezu strednej časti RJ (rozmery cca 2x9x5mm)

2. Stredná úroveň OVP

Predstavuje úroveň optimalizácie stredne veľkých elementov – segmentov prvkov vykurovacej sústavy. Môže sa jednať napríklad o optimalizáciu umiestnenia a správneho dimenzovania typu a telies vykurovacej sústavy ako aj samotného VP.

2.1 Optimálne dimenzovanie vykurovacieho systému

Na príklade jednopodlažného domu sú demonštrované možnosti vzájomného prepojenia programov Matlab a Comsol Multiphysics. Pomocou genetického algoritmu boli nájdené optimálne teploty vykurovacích telies pri splnení zadaných podmienok, t.j. dosiahnutie predpísaných teplôt a požadovanej tepelnej pohody [3].



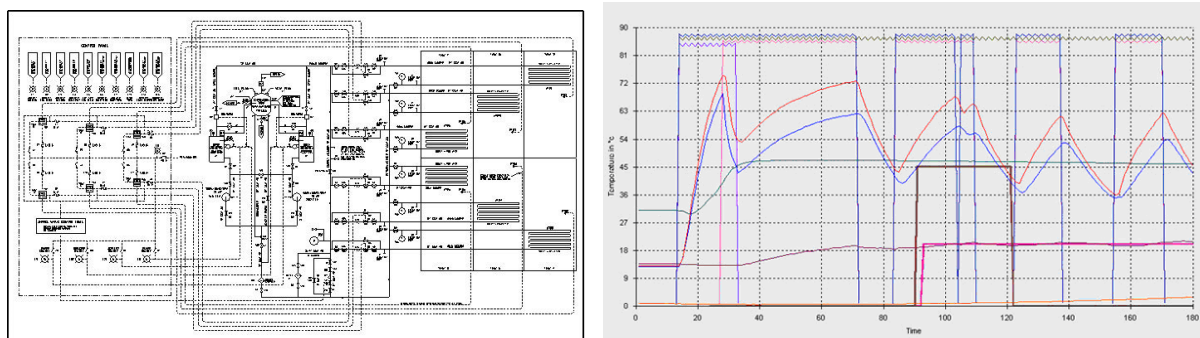
Obr. 3 Porovnanie tepelnej pohody: simulácia projektového vykurovacieho systému (vľavo), vykurovací systém navrhnutý genetickým algoritmom (vpravo)

3. Makro úroveň OVP

Predstavuje úroveň optimalizácie VP z hľadiska manažmentu a riadenia ako celku. Jedná sa predovšetkým o dômyselný návrh riadiaceho systému (RS) pre VP, ktorý pokrýva ako procesnú, funkčnú tak aj ekonomickú úroveň.

3.1 Optimalizácia riadenia a správy RS z pohľadu spotreby energií

Riadiaci systém z tohto pohľadu musí obsahovať čo najviac informácií o potrebe vykurovania jednotlivých priestorov, dynamiky VS a v najlepšom prípade aj predikcie a potreby vykurovania pre budúcnosť najmenej v rozsahu niekoľkých časových konštánt dynamiky VS.



Obr. 4 Schéma jednoduchého RS pre rodinný dom (vľavo), štatistické vyhodnotenie energetickej náročnosti z globálneho hľadiska (vpravo)

Vplyv optimality jednotlivých úrovní na celkovú energetickú náročnosť

Optimálnosť každej z uvedených úrovní je dôležitá v rámci vykurovacieho procesu ako celku avšak ich vplyv na ekonomické úspory sa rôzni.

Najnižšia úroveň (mikro) predstavuje dôležitý aspekt v ponímaní efektívneho využívania zdrojov ako takých. Väčšinu súčasných riešení (kotle, rekuperačné jednotky, turbíny a pod.) môžeme považovať za kvázi optimálne, napriek tomu moderné prístupy (optimalizácia pomocou evolučných metód ai. [4]) umožňujú ďalšie zefektívnenie existujúcich riešení. Z tohto pohľadu sa aj zlepšenie o 0,1 % javí ako veľmi výrazné, pretože napr. v prípade turbíny sa nepatrné zvýšenie účinnosti v globále premietne do veľkých ekonomických úspor.

Stredná úroveň OVP predstavuje časť najnižších ekonomických úspor (pri predpoklade bezchybnej konštrukcie budovy z pohľadu VP) avšak najvyššieho vplyvu na dosiahnutie tepelnej pohody resp. dosiahnutia predpísaných tepelných podmienok. Vlastnosti (typ, umiestnenie, dimenzia atď.) VS nevpávajú v podstatnej miere na ekonomickú bilanciu vyhodnocovaného objektu, pretože je vnímaná len ako distribučná sústava.

Najvyššia úroveň (makro) predstavuje veľmi dôležitú úlohu z pohľadu ekonomických úspor VS. Pri správne navrhnutom RS vykurovacej sústavy je možné dosiahnuť veľké úspory (rádovo v jednotkách až desiatok percent). Takýto systém (pri predpoklade prítomnosti informácií o potrebách a budúcom využití jednotlivých segmentov) zistí najlepší možný scénar VP či už z ekonomického hľadiska alebo hľadiska komfortu.

Vstupné dáta pre optimalizáciu

Aby bolo možné čokoľvek optimalizovať musíme mať k dispozícii množinu dát, v ďalšom kroku informácií, podľa ktorých vieme fundovane posúdiť akým smerom môžeme danú vec alebo proces zefektívniť. V rámci vykurovacieho systému sa jedná predovšetkým o súbor údajov teplôt a ich trendov vo VP a množinu informácií a predpokladanej budúcej potrebe, scenáru vykurovania. V tomto ponímaní je dôležité spracovať všetky dostupné či už štruktúrované alebo aj neštruktúrované dáta.

Záver

Vykurovanie či už obytných alebo priemyselných objektov zaberá vo svetovej spotrebe zdrojov a produkcii znečistenia podstatné miesto. Optimalizácia alebo zefektívnenie jednotlivých častí vykurovacieho systému (procesu) so sebou teda prináša nielen ekonomický zisk, ale hlavne prispieva k zníženiu vplyvu procesu vykurovania na prírodu. Nad všetkými technickými riešeniami však vždy stojí človek ako jeho tvorca a užívateľ. Úspory, efektivita a šetrný prístup k životnému prostrediu bude vždy závisieť od uvedomenia si potrieb človeka a od jeho samotného vzťahu k prírode.

Literatúra

- [1] Westphalen D., Koszalinski S. : *Energy Consumption Characteristics of Commercial Building HVAC Systems*, U.S. Department of Energy, April 2001, Cambridge, MA 02140-2390
- [2] Polák, Igor - Cigánek, Ján - Števo, Stanislav: *Simulation of Recuperating Process*. In: Technical Computing Bratislava 2010 : 18th Annual Conference Proceedings. Bratislava, Slovak Republic, 20.10.2010. - Bratislava : RT Systems, 2010. - ISBN 978-80-970519-0-7. - CD-Rom
- [3] Števo, Stanislav: *Heating System Designed by Genetic Algorithm*. In: Mendel 2008 : 14th International Conference on Soft Computing, Brno, Czech Republic, 18.-20.6.2008. - Brno : Brno University of Technology, 2008. - ISBN 978-80-214-3675-6. - S. 71-77
- [4] Sekaj, Ivan: *Softcomputing v priemyselnej praxi*. In: Kybernetika a informatika. Zborník príspevkov : Medzinárodná konferencia SSKI. Michalovce, Slovak Republic, 28.-30.6.2006. - Bratislava : Slovenská spoločnosť pre kybernetiku a informatiku, 2006. - ISBN 80-227-2431-9. - CD-Rom