

# Ako dosiahnuť z bežnej administratívnej budovy „inteligentný dom“ – 1. časť

Zmysel riešenia problematiky úspor spotreby tepla a chladu primárnych zdrojov energií a ich substitúcie smerom na obnoviteľné zdroje energie predstavuje fakt, že budovy v EU spotrebávajú až 40% primárnej energie. Budovy predstavujú výrazný potenciál pre znižovanie spotreby energií a zároveň pre zlepšovanie ekológie cestou radikálneho zníženia produkcie emisií CO<sub>2</sub>. V inovačnom programe EU [1] energeticky inteligentné budovy predstavujú jednu z kľúčových inovačných stratégií s tým, že budova ako celok sa stáva nielen energetickým spotrebiteľom, ale je schopná popri zabezpečení vlastnej spotreby energetických zdrojov dokonca dodávať energiu aj do distribučných sústav, či už sú to sústavy rozvodu elektrickej energie alebo verejné rozvody tepla. Inovačná stratégia EU stanovuje požiadavku, aby 80% spotreby energií v budove boli zabezpečované cez obnoviteľné zdroje energie a len 20% spotreby cez fosílnu palivá.

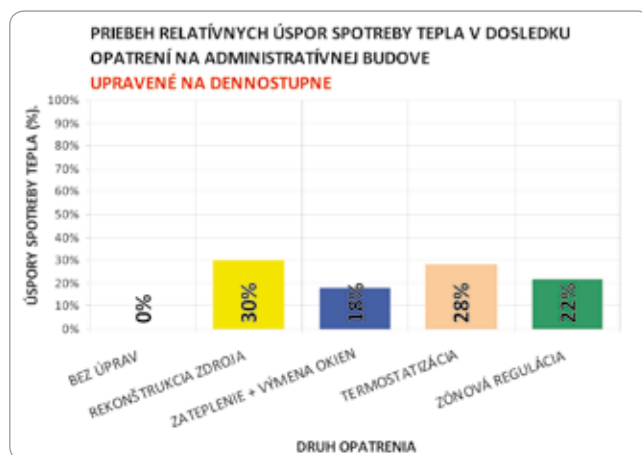
Tento článok preukazuje, že v oblasti zabezpečenia spotreby tepla a chladu je reálne dosiahnuť vyššie uvedený stav nielen na budovách s malou podlahovou výmerou ako sú rodinné domy, ale aj v pomerne rozsiahlej administratívnej budove s výmerou 4 000 m<sup>2</sup>. Pri riešení problematiky znižovanie emisií skleníkového typu je možné dokonca ukázať, že produkciu emisií je možné znížiť rôznymi technickými opatreniami až o 95%. Cesta na dosiahnutie tohto cieľa je vytvorenie „inteligentného domu“ z bežnej budovy.

Pod pojmom inteligentný dom z praktického hľadiska chápme objekt s určitou mierou automatizácie, ktorá dokáže zabezpečiť minimalizáciu nákladov na zabezpečenie energií na prevádzku a požadovaného komfortu pre daný účel objektu. Pre možnosť ovládania a prevádzky musia byť vytvorené predpoklady vo forme vhodných zdrojov energií a systémov zásobovania a distribúcie energií ktoré je možné vhodne merať a riadiť. Prevádzka musí byť v súčinnosti s požiadavkami (priestoru, používateľov...) a vplyvu vonkajších a vnútorných činiteľov (tepelné zisky, straty...).

## Spotreba tepla

Na obrázku číslo 1 je zobrazený priebeh spotreby tepla v rokoch 1996 až 2009. Namerané hodnoty sú prepočítané cez dennostupne na normované hodnoty. Z priebehu spotreby tepla je zrejmé, že jednotlivé technológie prispievajú rôznou mierou k znižovaniu spotreby a úspor. Celkove je možné konštatovať, že spotreba tepla klesla v rokoch 1996 až 2009 z hodnoty 3083 GJ na hodnotu 934 GJ. Celkové zníženie spotreby tepla v budove predstavuje potom 69,7% úspor. Pri posudzovaní relatívnych úspor sa ukazuje, že sú to práve rekonštrukcia zdroja tepla a regulácia sústavy, či už termistatizácia alebo zónová regulácia, ktoré najväčšou mierou prispeli k zníženiu tepla. Energetický zdroj tepla v podobe odovzdávajúcej stanice OST bol v roku 1996 vo vlastníctve dodávateľa tepla. Záujem dodávateľa pretrvával o prevádzkovanie neekonomickej dodávky tepla a túto zbytočnú nadspotrebu preniesť faktúrou na spotrebiteľa. Len razantné riešenie od spotrebiteľa s preukázaním technicky nevyhovujúceho stavu znalcom prinútil dodávateľskú spoločnosť a v tom čase už aj majiteľa energetického

zdroja OST k rekonštrukcii energetického zdroja – odovzdávajúcej stanice.



Obr 2. Relatívne úspory tepla pri nasadzovaní jednotlivých technológií

## Spotreba primárnych zdrojov energie

Priebeh spotreby primárnych energií je zobrazený na obrázku číslo 3. Až do roku 2007 je priebeh spotreby primárnych zdrojov meranej na päte domu totožný s priebehom spotreby tepla. V novembri roku 2007 bolo spustené do prevádzky tepelné čerpadlo voda – voda o výkone 125 kW, ktoré výrazne znížilo nároky na spotrebu primárnych zdrojov energie a od tohto momentu ako teplo v celoročnej prevádzke bolo dodávané teplo z obnoviteľného zdroja energie – studne o energetickom príkone energie počas vykurovacej sezóny v hodnote 1,147 MWh. Z obrázku číslo 4 je evidentné, že k významnému prínosu pri šetrení primárnych zdrojov energie meraných na päte objektu predstavuje energetický zdroj OZE na báze tepelného čerpadla – 53%, pracujúceho v režime vhodnom pre vykurovacie telesá radiátorov. Vtedy COP systému v roku 2008 dosiahol hodnotu 3,57 a SPF 3,04 v roku 2009 COP 3,74 a SPF 3,14. Presunom systému z centrálného zdroja SCZT na distribuovaný lokálny zdroj energie dochádza k šetreniu ďalších 28,5% primárnych



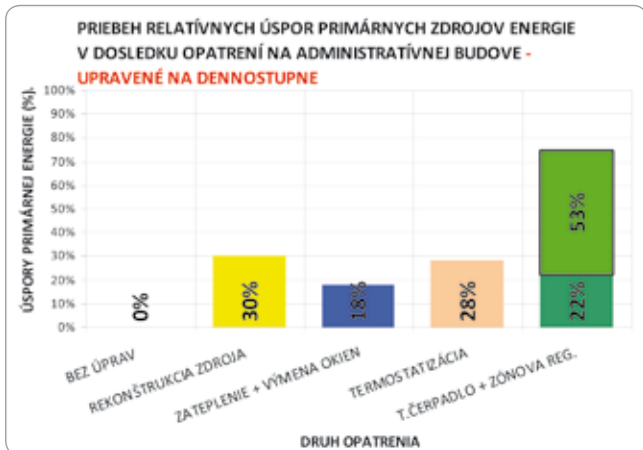
Obr 1. Priebeh spotreby tepla v rokoch 1996 až 2009 v administratívnej budove



Obr 3. Priebeh spotreby primárnych zdrojov energie meranej na päte domu

zdrojov energie. Preto pri posudzovaní šetrenia primárnych zdrojov energie je nutné posudzovať  $1,285 \times 3083 = 3961,65$  GJ spotreby energie na zdroji SCZT s energiou 298 GJ spotrebovanou na zdroji t.j. tepelného čerpadla v roku 2009 povýšenou o 15% ako straty distribučnej sústavy elektrickej energie, t.j. 342,7 GJ. Vtedy úspora aj vplyvom decentralizácie energetického zdroja predstavuje  $3961,65 - 342,7 = 3168,95$  GJ t.j. 91,35 % primárnych zdrojov energie. Rok 2008 je možné charakterizovať nasledovne:

1. Decentralizáciu energetického zdroja došlo k úspore 28,5% primárnych zdrojov
2. Nasadením tepelného čerpadla došlo k úspore 53% primárnych zdrojov energie
3. Nasadením zónovej regulácie došlo k ďalším úsporám primárnej energie vo výške 22%



Obr 4. Relatívne úspory primárnych zdrojov energie meraných na päte domu

#### 4. Vykurovací a chladiaci systém kapilárnych rohoží

Veľkoplošné vykurovacie/chladiace telesá založené na princípe využitia sálavej zložky energie umožňujú zaviesť popri vykurovaní aj chladenie, a tým výrazne znížiť nielen prevádzkové ale aj investičné náklady. Analýza pomerov kombinácie tepelného čerpadla a kapilárneho systému stropného vykurovania a chladenia vytvárajú ďalší priestor na zníženie spotreby primárnych zdrojov energie. Ak budeme predpokladať, že na chladenie budovy potrebujeme zabezpečiť v letných mesiacoch zhruba 1/3 energie v podobe chladu v porovnaní s vykurovacou sezónou, potom sú pomery nasledovné:

1. Pri zabezpečovaní tepla v rozsahu 934 GJ je možné dosiahnuť nasledovné charakteristiky energetického zdroja: COP = 5,49 a SPF = 4,22. To vedie k ďalšej úspore primárnych zdrojov energie z hodnoty 298 na hodnotu 233 GJ, čo predstavuje úsporu o 25% pri zabezpečení tepla
2. Pri zabezpečení chladu je potrebné zabezpečiť 311 GJ chladu v letnej sezóne. Pri riešení systému energetického zdroja studne s vodou o maximálnej energetickej kapacite v letnom období 0,43MWh (1549 GJ) je možné vypnúť tepelné čerpadlo a využiť teplotu vody 15 oC tak, že spotrebu reprezentujú obehové čerpadlá sústavy. Vtedy energetický systém dosahuje SPF = 14,98. Bežné chladiace Split systémy pracujú v režime SPF = 3. Ak by sme mali túto úžitkovú hodnotu porovnávať, potom kapilárny systém umožňuje znížiť spotrebu primárnych zdrojov energie o 79,84%
3. Kombinovaný systém zabezpečenia tepla a chladu predstavuje riešenie, kedy tepelné čerpadlo dosahuje COP = 5,49 pri zabezpečení tepla a celkový systém dosahuje hodnotu SPF=6,91.

To umožňuje konštatovať, že v kombinovanom režime tepla a chladu dochádza k nasledovnému šetreniu primárnych zdrojov:

- dodávaná energia :  $934 + 311 = 1245$  GJ
- pôvodná spotreba primárnych energií :  $298 + 103 = 401$  GJ
- spotreba primárnych energií zavedením systému stropného vykurovania/chladenia kapilárnymi rohožami:  $221 + 20,76 = 241$  GJ
- úspora : 160 GJ primárnej energie
- Relatívna úspora oproti predchádzajúcemu stavu:  $160/401 = 39,9\%$

- Úspora spotreby primárnych energií pre zabezpečenie tepla a chladu oproti stavu v roku 1996:  $(3083 \times 1,285 + 103) - 241 = 3823$
- Relatívna úspora primárnych zdrojov energie oproti stavu v roku 1996 predstavuje 93,69 %.

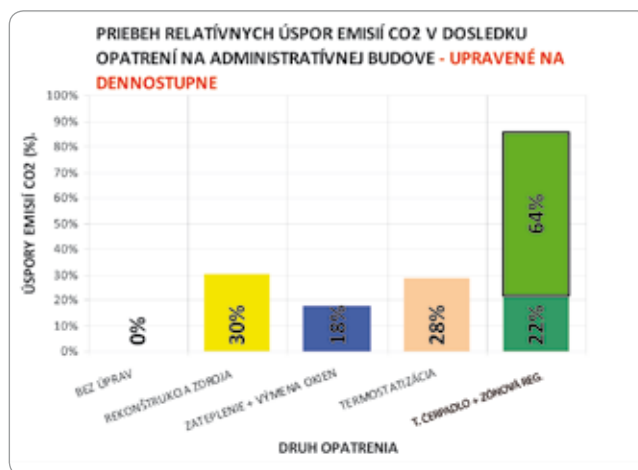
#### Posúdenie produkcie emisií CO<sub>2</sub>

Produkcia emisií CO<sub>2</sub> v jednotlivých rokoch je zobrazená na obrázku číslo 5. Relatívne vyjadrenie produkcie emisií CO<sub>2</sub> pri nasadení jednotlivých technológií je zobrazené na obrázku číslo 6. Z priebehu je zrejmé, že najväčší vplyv na redukciiu produkcie emisií CO<sub>2</sub> je dosiahnuté zavedením technológie tepelného čerpadla.



Obr 5. Priebeh produkcie emisií pri zabezpečení primárnych zdrojov energie

Efekt tejto technológie umožnil znížiť až o 64% produkciu emisií skleníkového typu. Pri posudzovaní zavedenia stropného kapilárneho systému je možné konštatovať, že pôvodný systém tepelného čerpadla s radiátormi ako vykurovacími telesami a Split systémom ako chladiacim systémom by produkoval  $22,1 \text{ t} + 7,7 \text{ t} = 29,92 \text{ t}$  emisií CO<sub>2</sub>. Systém tepelného čerpadla s mikrokapilárnym systémom stropného vykurovania/chladenia bude produkovat 18,15 t emisií CO<sub>2</sub> ročne to znamená celkovú úsporu 11,76 t a ďalšiu relatívnu úsporu 39,3%. Celková úspora emisií CO<sub>2</sub> od roku 1996 predstavuje  $404 - 18,15 \text{ t} = 385,85 \text{ t}$  čo je úspora 95,5%.



Obr 6. relatívnych úspor emisií CO<sub>2</sub> ako vplyv jednotlivých technológií

#### Podiel obnoviteľných zdrojov energie

Inštaláciou tepelného čerpadla voda – voda sa zmenil podiel obnoviteľných zdrojov energie pri zabezpečení dodávok tepla a chladu do budovy. Kým v roku 2007 budova bola vykurovaná z SCZT a ako palivá boli používané zemný plyn a čierne uhlie, po inštalácii tepelného čerpadla energiu na pohon tepelného čerpadla predstavuje elektrická energia a palivá v energetickom mixe SR. Z výročnej správy SEPS za rok 2008 je zrejmé, že v podiele 13,8% je výroba elektrickej energie zabezpečovaná z vodných elektrární, t.j.

z obnoviteľných zdrojov energie. To pri SPF=3,1 dáva potom podiel OZE na dodanej energii ako súčiniteľ OZE, ktorý je možné vypočítať nasledovne: Súčiniteľ OZE = (SPF+0,138)/(SPF+1)

SPF – sezónny výkonnostný faktor energetického zdroja

Pre systém tepelného čerpadla a kapilárnych rohoží s SPF = 3,16 to predstavuje podiel 79,29% OZE a 20,72% fosílnych zdrojov, čo vystihuje roky 2008 a 2009.

Zavedenie systému kapilárneho stropného vykurovania a chladenia rastie SPF na hodnotu 6,91 a súčiniteľ OZE vracia na hodnotu 89,1% t.j., podiel energií OZE predstavuje 89,1% a podiel fosílnych zdrojov energie 10,89%.

## Záver

Až do nasadenia obnoviteľných zdrojov energie v podobe tepelného čerpadla voda - voda je spotreba tepla identická so spotrebou primárnych zdrojov energie. V tomto režime prevádzky budovy sa najefektívnejšími opatreniami javí rekonštrukcia zdroja a regulácia celej sústavy od zdroja počnúc po koncové zariadenia. Až následný efekt predstavuje výmena okien a zateplenie budovy. Šetrenie primárnych zdrojov energie je významným spôsobom viditeľné pri nasadení decentralizovaného systému vykurovania a chladenia cez tepelné čerpadlo a systém stropného vykurovania/chladenia založeného na využití sálavej zložky prenosu energie, ktoré dokážu zabezpečiť, ušetriť primárnych zdrojov energie oproti východiskovému stavu až o 93,69%. Oproti stavu predchádzajúcemu relatívne šetrenie primárnych zdrojov energie predstavuje hodnotu 39,9%. Situácia v prípade emisií CO<sub>2</sub> je najpriaznivejšia aktom zavedenia technológie tepelného čerpadla, kde dochádza ku kombinácii efektov decentralizácie sústavy a prechodu na obnoviteľný zdroj energie. Celkovo je možné očakávať zníženie spotreby emisií CO<sub>2</sub> až o 95%.

Ciele stanovené v inovačnej stratégii EU, t.j. dosiahnuť podiel 80% OZE v energetickom mixe zásobujúcom budovu je v prípade tepla a chladu možné dosiahnuť až do úrovne 89% ku 11% v prospech obnoviteľných zdrojov energie.

## Literatúra

[1] Putting knowledge into practice: A broad-based innovation strategy for the EU Brussels, 13.9.2006COM(2006) 502 final strana 13

[2] Faktúry za teplo spoločnosti HONORS a.s. v rokoch 1996 až 2007 fakturované dodávateľom tepla spoločnosťou TEHO s.r.o. a v rokoch 2008 až 2009 faktúry spoločnosti VSE Košice za dodávku elektrickej energie pre tepelné čerpadlo

[3] Centrum VEOZEDIS: Zelená zóna Košíc ako ekonomická a technická symbióza OZE a zemného plynu – Správa z riešenia projektu (2010)

[4] KLENOVČANOVÁ, Alexandra - BRESTOVIČ, Tomáš: Možnosti využitia fotovoltaických článkov na výrobu elektrickej energie v oblasti Košíc. In: Acta Mechanica Slovaca. roč. 11, č. 4-d (2007), s. 511-516. ISSN 1335-2393.

Článok a projekt vznikol v spolupráci EkoFondu, neinvestičným fondom zriadeným spoločnosťou SPP, a.s.

Ing. František Vranay, PhD.  
frantisek.vranay@tuke.sk

Ing. Dušan Lukášik, CSc.  
honors@stonline.sk

Ing. Ludovít Tkáčik  
honors@iol.sk

Ing. Ján Ferenci  
honors@iol.sk

Centrum výskumu ekonomiky obnoviteľných zdrojov energie  
a distribučných sústav, Murgašova 3, Košice