

# VYUŽITÍ REKUPERAČE PRO USPORY TEPLA

NÁKLADY NA VYTÁPĚNÍ BYTOVÝCH OBJEKTŮ SE V DŮSLEDKU STOUPÁNÍ CEN ENERGIÍ NEUSTÁLE ZVYŠUJÍ. TATO SKUTEČNOST BY MĚLA VÉST K REALIZACI TAKOVÝCH BYTOVÝCH OBJEKTŮ A OPATŘENÍ PŘI REKONSTRUKCÍCH, ABY NÁKLADY NA VYTÁPĚNÍ BYLY CO NEJMENŠÍ. PŘITOM MUSÍ BÝT ZACHOVÁNA EKONOMICKÁ NÁVRATNOST POŘÍZENÍ TAKOVÉTO STAVBY NEBO REKONSTRUKCE. OBALOVÉ KONSTRUKCE OBJEKTŮ SE JIŽ V SOUČASNÉ DOBĚ NAVRHUJÍ A REALIZUJÍ SE SNAHOU CO NEJVÍCE SE PŘIBLÍŽIT DOPORUČENÝM SOUČINITELŮM PROSTUPU TEPLA JEDNOTLIVÝCH KONSTRUKCÍ DLE NORMY ČSN 73 0540-2 TEPELNÁ OCHRANA BUDOV – ČÁST 2: POŽADAVKY VE SNAZE MINIMALIZOVAT NÁKLADY NA VYTÁPĚNÍ. EKONOMICKÁ NÁVRATNOST VĚTŠINY TĚCHTO INVESTIC NA ZLEPŠENÍ TEPELNĚ-TECHNICKÝCH VLASTNOSTÍ OBALOVÝCH KONSTRUKCÍ OBJEKTU JE VZHLEDEM K JEJICH ŽIVOTNOSTI V SOUČASNOSTI VÝHODNÁ.



Příkladem jsou realizace vnějších kontaktních zateplovacích systémů, výměny výplní otvorů za nové výplně s lepšími tepelně-izolačními vlastnostmi, zateplení střech apod. V důsledku zlepšování součinitele prostupu tepla obalových konstrukcí objektu se mění poměrné rozdělení tepelných ztrát těchto objektů. Dominantní tepelné ztráty již potom nejsou zapříčiněny výplněmi otvorů (okna aj.), stěnovými obvodovými a střešními konstrukcemi, ale větráním. Po využití možnosti maximálních energetických úspor vlivem zlepšování tepelně-technických vlastností obalových konstrukcí objektu je tedy snaha zmenšit i tepelnou ztrátu vlivem větrání.

V současnosti jsou možné tři způsoby řešení řízeného větrání s rekuperací:

- instalace ostrovních rekuperačních jednotek,
- instalace vzduchotechnické jednotky s rekuperací v rámci bytu,
- instalace centrální vzduchotechnické jednotky s rekuperací v rámci bytového domu.

Pro posouzení vhodnosti použití každého systému se sleduje ekonomická návratnost instalace, vhodnost použití pro danou stavbu a druh provozu.

## OSTROVNÍ REKUPERAČNÍ JEDNOTKY

Aby toto opatření mělo plnohodnotný význam, je třeba umístit ostrovní rekuperační jednotku do každé obytné místnosti (reálný předpoklad oddělených obytných místností v rámci dispozice bytu). Vzhledem k relativní nenáročnosti instalace je tato možnost nejvhodnější k dodatečné instalaci např. při rekonstrukcích. Podmínkou pro stanovení ekonomické návratnosti je cena dodávky ostrovní rekuperační jednotky včetně instalace, nároky na provoz a údržbu, a stanovení tepelných úspor zpětným získáváním tepla rekuperací. Pro stanovení energetické úspory je důležité znát účinnost ostrovní rekuperační jednotky, objem větraného vzduchu přes tuto ostrovní jednotku a cenu energií na vytápění.

Výhodou je přímá finanční úspora uživatele bytu, která se však projevuje pouze v kombinaci s termoregulačními hlavici na otopných tělesech a poměrovými měřiči tepla.

## VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY V RÁMCI BYTU

Toto opatření představuje větší nároky na provedení. Proto je třeba vždy zvážit vhodnost instalace při rekonstrukcích. Podmínkou pro

stanovení ekonomické návratnosti je cena dodávky vzduchotechnické rekuperační jednotky pro byt včetně její instalace a instalace rozvodů, nároky na provoz a údržbu, a stanovení tepelných úspor zpětným získáváním tepla rekuperací. Pro stanovení energetické úspory je důležité znát účinnost této rekuperační jednotky, objem větraného vzduchu přes tuto bytovou rekuperační jednotku, cenu energií na vytápění.

Výhodou je přímá finanční úspora uživatele bytu, která se však projevuje pouze v kombinaci s termoregulačními hlavici na otopných tělesech a poměrovými měřiči tepla. Výhodou může být i centrální řízení klimatu v rámci bytu.

## CENTRÁLNÍ VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY V RÁMCI BYTOVÉHO DOMU

Toto opatření představuje největší nároky na provedení. Proto se s touto realizací počítá spíše u novostaveb v případě prokázání ekonomické návratnosti. Podmínkou pro stanovení ekonomické návratnosti je cena dodávky centrální vzduchotechnické rekuperační jednotky pro bytový dům včetně její instalace a instalace rozvodů, nároky na provoz a údržbu, a stanovení tepelných úspor zpětným získáváním



Základní údaje o rekuperačních ostrovních jednotkách

vzduchový výkon (m <sup>3</sup> /h)	od cca 15
výkonová regulace	běžně 2 až 3 stupně
účinnost rekuperace	cca 70%
příkon (W)	od cca 3,8
vnitřní hluchost (dB)	dle výkonu cca 15,5 až 40
váha (kg)	běžně 10 -15
průměr průduchů (m)	běžně 0,1
pořizovací cena (Kč/ks)	dle výkonu cca od 25 000,-
uvažovaná životnost (roky)	cca 15-20

tepla rekuperací. Pro stanovení energetické úspory je důležité znát účinnost centrální rekuperační jednotky, objem větraného vzduchu přes tuto jednotku, cenu energií na vytápění. Výhodou je centrální řízení klimatu v bytech nezávisle na uživateli.

U všech tří možností řízeného větrání s rekuperací je potřeba zamyslet se nad těsností obvodového pláště, což se týká hlavně těsnosti oken. V praxi navíc nelze zaručit, že všechny vyvětráný vzduch z bytové zóny bude odveden přes rekuperační zařízení. I při použití nových relativně těsných oken lze předpokládat, že část vzduchu se vyvětrá např. digestoří, odvětráním bytových jader, příležitostným otevíráním oken nebo balkónových dveří apod. Z tohoto důvodu se uvažuje, že se podaří získat rekuperační teplo přibližně ze 70% objemu větraného vzduchu z bytové zóny. Tato okolnost je důležitá především při stanovení ekonomické návratnosti instalace těchto zařízení, kdy požadujeme aby co největší část z odvětráného vzduchu prošla těmito rekuperačními zařízeními. Dále je nutno sledovat hladinu hluku v bytech vyprodukovanou provozem těchto zařízení.

## OSTROVNÍ REKUPERAČNÍ JEDNOTKY – PODROBNĚ

V dalším textu se budeme zabývat první možností – ostrovnými rekuperačními jednotkami. Ostrovní rekuperační jednotky se jeví jako nejsnazší a nevhodnější pro instalaci v již postavených a nyní rekonstruovaných bytových domech.

Tato skutečnost vychází zejména z těchto vlastností:

- a) Samotná ostrovní rekuperační jednotka je poměrně malá. Běžně se plošné rozměry pohybují cca do 0,25 m<sup>2</sup> a hloubky cca 0,3 m;
- b) Instalace probíhá vždy na obvodovou stěnu, přičemž jednotka je umístěna v interiéru;
- c) Pro instalaci nejsou potřeba žádné další vzduchotechnické rozvody;
- d) Zásah do obvodové stěny se redukuje pouze na otvory potřebné pro odvod a přívod vzduchu;
- e) Montáž je oproti ostatním systémům řízeného větrání s rekuperací poměrně snadná a rychlá;
- f) Jednotka nepředstavuje skoro žádný zásah do dispozice a vzhledu místnosti;

g) Snadné ovládání a řízení klimatu v místnosti.

V níže uvedených dvou příkladech posoudíme vhodnost použití a ekonomickou návratnost instalace ostrovních jednotek do dvou různých typů bytových domů. Budeme se zabývat potřebou tepla na vytápění pro konkrétní objekt za simulace předem stanovených tepelně technických vlastností obalových konstrukcí tohoto bytového objektu. Oba objekty jsou posouzeny pro stav po případné rekonstrukci spočívající v energetické sanaci.

V prvním případě se jedná o samostatně stojící bytový objekt, který byl dokončen koncem sedmdesátých let dvacátého století. Bytový dům byl postaven v konstrukční panelové soustavě PS 69 /foto 01/ – objekt A. Objekt má 15 nadzemních podlaží. První nadzemní podlaží slouží jako technické. Druhé až patnácté nadzemní podlaží slouží jako obytné. Na každém patře se nachází 5 bytových jednotek. Obvodový plášť tvoří sendvičové železobetonové panely se 40 mm EPS a jednovrstvé keramzitbetonové panely. Střecha je plochá jednoplašťová.



01



02

Ve druhém případě se jedná o samostatně stojící osmipodlažní bytový dům obdélníkového půdorysu s rozměry 11,3 x 90,0 m. Objekt byl realizován v první polovině šedesátých let dvacátého století v panelové soustavě G 57 /foto 02/ – objekt B. První podlaží je technické a částečně zapašované pod terén. V obytných podlažích je celkem 100 bytů (90 jednotek 2+1 a 10 jednotek 3+1). Obvodové stěny tvoří vrstvené panely o celkové tloušťce 240 mm s tepelně-izolační vrstvou z pazdří. Střecha je plochá jednoplašťová.

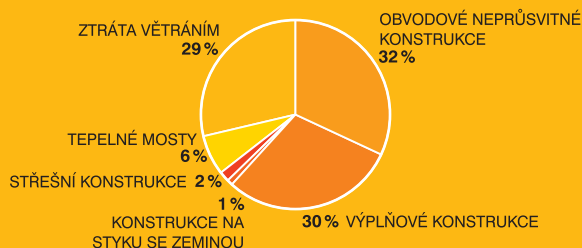
Graf /1A/ znázorňuje rozdělení tepelných ztrát objektu A při technickém stavu po dokončení výstavby. Jak je z tohoto grafu patrné, vykazují největší podíl na tepelných ztrátách objektu obvodové stěnové konstrukce spolu s výplňovými otvory (především okny). Třetí největší podíl tvoří tepelné ztráty větráním.

Graf /1B/ znázorňuje rozdělení tepelných ztrát objektu B při technickém stavu po dokončení výstavby. Jak je z tohoto grafu patrné, vykazují zdaleka největší podíl na tepelných ztrátách objektu obvodové stěnové konstrukce. Tento poměr souvisí s větším stářím objektu a tím menšími požadavky na tepelný odpor obvodových konstrukcí. Druhou největší ztrátu tvoří ztráta větráním. Tepelná ztráta prostupem okny je oproti ztrátám větráním a obvodovými stěnovými konstrukcemi menší, což je v tomto případě způsobeno menším plošným zastoupením okenních konstrukcí v obvodovém plášti.

Grafy /2A a 2B/ znázorňují rozdělení tepelných ztrát objektu při technickém stavu, který by nastal případnou rekonstrukcí. Rekonstrukce by spočívala ve zvýšení součinitele prostupu tepla obálkových konstrukcí objektu na hodnoty požadované normou ČSN 73 0540. V praxi tento požadavek znamená výměnu oken, provedení vnějšího kontaktního zateplovacího systému, zateplení střechy, popř. zateplení stropu nad technickým podlažím. Energetická úspora oproti původnímu stavu by činila 27% u objektu A (PS 69) a až 52% u objektu B (G 57). Z poměrů

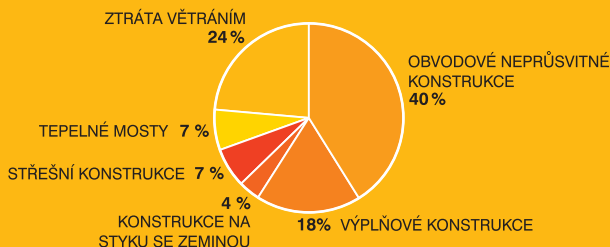
## POMĚRNÉ ROZDĚLENÍ TEPELNÝCH ZTRÁT

### 1A



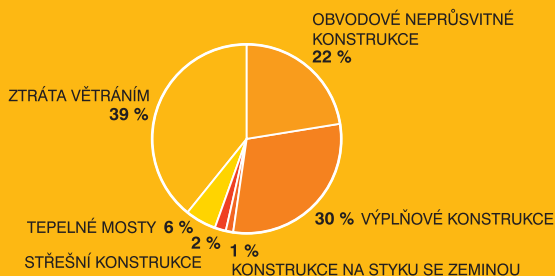
PS 69 – Potřeba tepla na vytápění: 1 600 GJ (1 926 GJ\*) STN = 130 %

### 1B



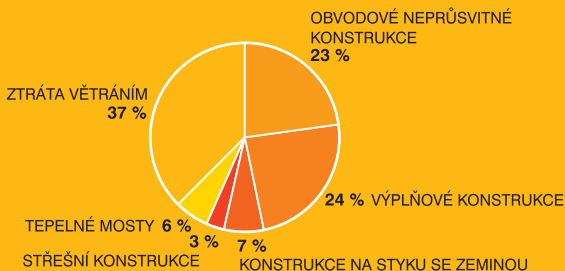
G 57 – Potřeba tepla na vytápění: 2 420 GJ (3 007 GJ\*) STN = 202 %

### 2A



PS 69 – Potřeba tepla na vytápění: 1 160 GJ (1 486 GJ\*) STN = 85 %

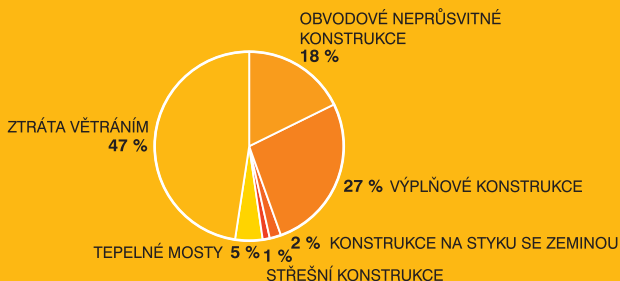
### 2B



G 57 – Potřeba tepla na vytápění: 1 155 GJ (1 742 GJ\*) STN = 91 %

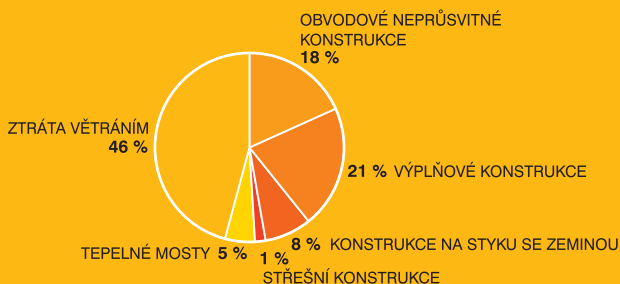


3A



PS 69 – Potřeba tepla na vytápění: 900 GJ (1 226 GJ\*) STN = 60 %

3B

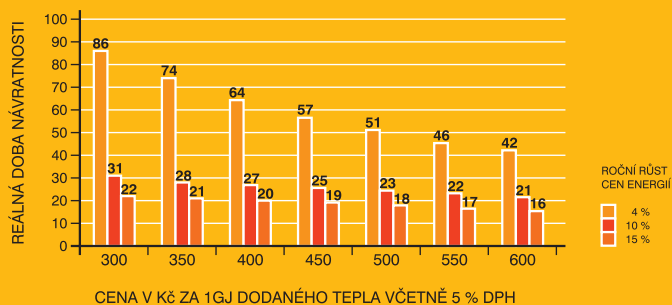


G 57 – Potřeba tepla na vytápění: 845 GJ (1 432 GJ\*) STN = 64 %

*Pozn.: \*V obou objektech byly před posouzením osazeny na otopná tělesa termoregulační ventily s automatickými regulačními hlavici. Oba objekty tedy využívají solárních zisků. Potřeba tepla na vytápění v závorce po tyto objekty je uvedena před odečtením solárních zisků.*

## ZÁVISLOST REÁLNÉ NÁVRATNOSTI INSTALACE REKUPERAČNÍCH OSTROVNÍCH JEDNOTEK NA CENĚ 1 GJ DODANÉHO TEPLA A NA ROČNÍM RŮSTU CEN ENERGIE PRO TENTO OBJEKT

4A



tepelných ztrát je patrný výrazný nárůst tepelných ztrát v důsledku větrání.

Grafy /3A a 3B/ znázorňují rozdělení tepelných ztrát objektu při technickém stavu, který by nastal případnou rekonstrukcí. Rekonstrukce by spočívala ve zvýšení součinitele prostupu tepla obálkových konstrukcí objektu na hodnoty **doporučené** normou ČSN 73 0540-2. Energetická úspora oproti původnímu stavu by činila až 44% u objektu A (PS 69) a až 65% u objektu B (G 57). Z poměrů tepelných ztrát je patrný další výrazný nárůst tepelných ztrát v důsledku větrání.

*Pozn.: Tepelné ztráty vlivem tepelných mostů byly v obou případech paušálně uvažovány jako 10% z celkové tepelné ztráty prostupem.*

Z porovnání grafů /1/ až /3/ je patrné, že čím lepší mají obvodové konstrukce tepelně izolační vlastnosti, tím větší bude podíl tepelných ztrát vlivem větrání na celkových tepelných ztrátách objektu. Tento podíl tepelných ztrát větráním by se potom pohyboval v intervalu cca 40-50 % z celkových tepelných ztrát objektu za předpokladu, že obalové konstrukce objektu mají součinitel prostupu tepla na doporučené hodnotě dle ČSN 73 0540-2 *Tepelná ochrana budov – část 2: Požadavky*. Tepelné ztráty objektu větráním byly vypočteny při uvažování minimální násobnosti výměny vzduchu v obytných místnostech, která činí 0,5 h<sup>-1</sup>. To znamená, že všechen vzduch v obytných místnostech se musí vyměnit minimálně jednou za 2 hodiny. Tato hodnota je doporučena pro byty v normě ČSN EN 832 *Tepelné chování budov – Výpočet potřeby energie na vytápění – Obytné budovy*.

V rámci prověření návratnosti instalace rekuperačního zařízení byly v tomto případě posuzovány ostrovní rekuperační jednotky. Podmínky jejich užití a nároky na provoz viz základní problematiku. Náklady na pořízení a instalaci jedné ostrovní rekuperační jednotky jsou uvažovány 25 000,- Kč včetně DPH a náklady na provoz

jednotky jsou uvažovány 320 Kč/rok včetně DPH. Cena pořízení této ostrovní rekuperační jednotky je orientačně stanovena na základě průzkumu současného trhu. Cena za údržbu je stanovena pro provoz v běžných podmínkách. Obvyklé účinnosti současných ostrovních rekuperačních jednotek se v současnosti pohybují kolem 70%. V praxi je navíc reálné, že se podaří získat rekuperační teplo přibližně ze 70% objemu větraného vzduchu z bytové zóny (viz výše).

Potřeba tepla na pokrytí tepelných ztrát větráním bytové zóny pro objekt A (PS 69) je stanovena přibližně na 520 GJ/rok. Pro účinné řízení větrání s rekuperací je potřeba umístit ostrovní rekuperační jednotku do každé obytné místnosti, kterých je v tomto případě 196.

Teplo, které je možno získat rekuperační:

$$520 * 0,7 * 0,7 = 254,8 \text{ GJ}$$

Celkové náklady na pořízení a instalaci:

$$25\ 000 * 196 = 4\ 900\ 000 \text{ Kč}$$

Uvažované roční náklady na provoz:

$$320 * 196 = 62\ 720 \text{ Kč}$$

Potřeba tepla na pokrytí tepelných ztrát větráním bytové zóny pro objekt B (G 57) je stanovena přibližně na 616 GJ/rok. Pro účinné

řízení větrání s rekuperací je potřeba umístit ostrovní rekuperační jednotku do každé obytné místnosti, kterých je v tomto případě 310.

Teplo, které je možno získat rekuperační:

$$616 * 0,7 * 0,7 = 301,8 \text{ GJ}$$

Celkové náklady na pořízení a instalaci:

$$25\ 000 * 310 = 7\ 750\ 000 \text{ Kč}$$

Uvažované roční náklady na provoz:

$$320 * 310 = 99\ 200 \text{ Kč}$$

V grafech /4A/ a /4B/ je uvedena reálná doba návratnosti pořízení těchto ostrovních rekuperačních jednotek v závislosti na ročním růstu cen tepelné energie. Roční růst cen tepelné energie 4% je běžně uvažovaná hodnota v energetických auditech pro stanovení reálné doby návratnosti navrhovaných energeticky úsporných opatření. Pro názornost jsou v těchto grafech uvedeny i vyšší hodnoty ročního růstu cen tepelné energie 10% a 15%.

Hlavními kritérii pro stanovení reálné doby návratnosti jsou:

- 1) cena za 1 GJ dodaného tepla,
- 2) vývoj ceny tepla do budoucna,
- 3) doba životnosti rekuperačního zařízení,
- 4) náklady na provoz a údržbu.

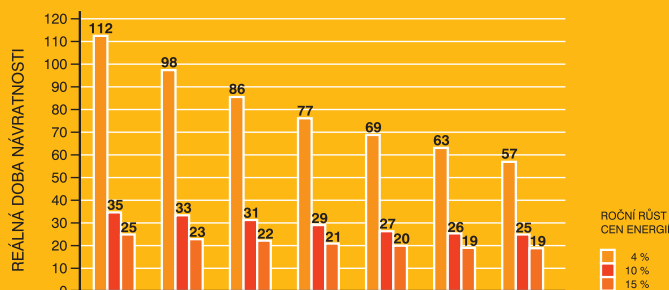
## CENA ZA 1 GJ DODANÉHO TEPLA

Tato cena může být podmíněna mnoha faktory, avšak hlavním předpokladem pro určení její výše je cena paliva, ze kterého je teplo získáváno. U nás je nejvíce zastoupeným palivem pro výrobu tepla hnědé uhlí. Zbytek tvoří ostatní složky zemní plyn. Tepelná energie vyrobená z hnědé uhlí je v ČR většinou znatelně levnější než výroba z ostatních paliv, resp. zemního plynu. Tato skutečnost je dána nutností zemní plyn dovážet z území mimo ČR, na rozdíl od hnědé uhlí, kterého je na našem území relativní dostatek. Dalšími faktory ovlivňující ceny tepla je regulační energetická politika státu, daňová sazba na odběr tepla (v současnosti např. pro teplo z CZT 5%), místní charakter odběru tepla, účinnost výroby tepla a s tím související poměrné náklady na výrobu tepla, ekologické limity emisí při výrobě aj. Jako příklad jsou uvedeny rozdílné ceny v pražské oblasti, kde 1 GJ tepla dodávaného z Pražské teplotárenské soustavy stojí v nejrozšířenější sazbě 362 Kč/GJ, a dodávaného z kotelen na zemní plyn v nejrozšířenější sazbě 476 Kč/GJ. Obě ceny jsou uvedeny včetně DPH.

## VÝVOJ CENY TEPLA DO BUDOUCNA

Pro vývoj cen tepla je důležitý vývoj cen paliv užitých pro výrobu

## 4B ZÁVISLOST REÁLNÉ NÁVRATNOSTI INSTALACE REKUPERAČNÍCH OSTROVNÍCH JEDNOTEK NA CENĚ 1 GJ DODANÉHO TEPLA A NA ROČNÍM RŮSTU CEN ENERGIE PRO TENTO OBJEKT



CENA V Kč ZA 1 GJ DODANÉHO TEPLA VČETNĚ 5% DPH

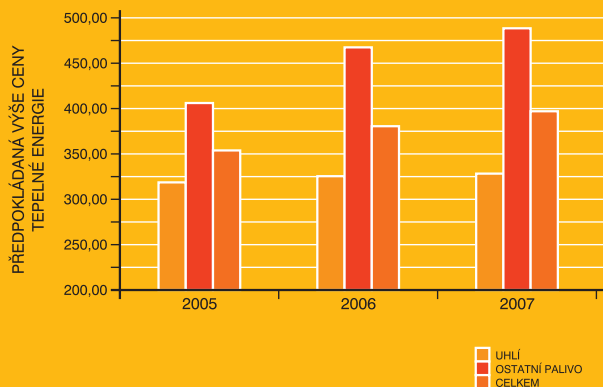
## VÝVOJ PRŮMĚRNÉ CENY TEPELNÉ ENERGIE V ČASOVÉM OBDOBÍ 2001-2006

5



## PŘEDPOKLÁDANÝ VÝVOJ PRŮMĚRNÉ CENY TEPELNÉ ENERGIE V ČASOVÉM OBDOBÍ 2005-2007

6



tepla. Ceny uhlí porostou i do budoucna v návaznosti na růst cen ostatních fosilních paliv, avšak v ČR je předpoklad mírnějšího růstu. Mírnější růst vychází z předpokladu, že jde o palivo, kterého je v ČR relativně dostatek. Zemní plyn je do ČR dovážen především z Ruska. Ceny zemního plynu jsou svázané s cenou ropy, a proto s menšími odchylkami kopírují vývoj cen ropy. Do budoucna lze očekávat růst ceny zemního plynu v ČR vyšší než růst ceny uhlí. Na výslednou cenu tepelné energie pro zákazníka mají potom vliv další faktory, které jsou již uvedeny výše. Tyto faktory mohou zapříčinit jiné roční procento růstu tepelné energie pro konečného odběratele na rozdíl od růstu ceny paliv a mají celoplošný nebo lokální vliv.

*Pozn.: Meziroční nárůst cen tepelné energie 2006/2007 je předpokládán u výroby z uhlí 1,4% a u výroby z ostatního paliva 4,1%. K nejvyššímu očekávanému nárůstu ceny tepelné energie dojde na přelomu roku 2007/2008, kdy má být zrušena snížená sazba DPH u tepelné energie, a ta bude zdaňována základní sazbou v platné výši.*

## DOBA ŽIVOTNOSTI REKUPERAČNÍHO ZAŘÍZENÍ

Tato doba je důležitá pro vyhodnocení ekonomické únosnosti instalace tohoto zařízení. V podstatě by během své doby provozu, resp. životnosti mělo toto instalované rekuperační zařízení ušetřit oproti stavu bez jeho instalace tolik finančních nákladů na tepelnou energii, jejichž výše by se minimálně rovnala, nebo převyšovala náklady na pořízení. Pro výpočet ekonomické návratnosti se uvažuje s dobou životnosti zařízení udávanou výrobcem cca 15 let.

## NÁROKY A NÁKLADY NA PROVOZ A ÚDRŽBU

Náklady na provoz tohoto zařízení představují hlavně náklady na dodávaný elektrický proud do rekuperační jednotky a potom výměna filtrů. Výše těchto nákladů je závislá na typu a výkonu jednotky,

četnosti jeho provozu a kvalitě ovzduší v místě objektu. Tyto náklady potom také vstupují do ekonomického zhodnocení reálné doby návratnosti.

## ZÁVĚR

1| Při současných cenách ostrovních rekuperačních jednotek a cenách za dodávané teplo se z ekonomického hlediska nevyplatí jejich instalace do bytových staveb, a to ani při ceně dodávaného tepla v horní cenové hranici a při uvažování vyššího procenta meziročního nárůstu cen tepelné energie.

2| Ostrovní jednotky jsou v současné době neekonomické. Jejich pořizovací cena je vysoká. Aby se s nimi dalo uvažovat, cena pořízení ostrovní rekuperační jednotky z hlediska ekonomické

návratnosti by se měla pohybovat cca v intervalu 5 000-10 000 Kč (závisí na ceně dodávaného tepla na vytápění do objektu). Pořízení ostrovních rekuperačních jednotek z hlediska ekonomické návratnosti je možno v současnosti uvažovat pouze u bytů s volnou dispozicí (v praxi např. byty 1+kk, apod.). Na ostrovní rekuperační jednotku pak případně větší podíl větraného vzduchu z bytové zóny, a postačí instalace jedné jednotky přiměřeného výkonu pro zajištění řízeného větrání většiny bytu.

3| Dále je nutno sledovat při případných instalacích těchto zařízení hladinu hluku způsobeného provozem. A to jak přímo v bytě, tak i ve vztahu k exteriéru.

<Martin Varga>

<Čtibor Hůlka>

ZDROJE:

- [1] Vyhodnocení cen tepelné energie, Energetický regulační úřad
- [2] Předpokládaný vývoj průměrné ceny tepelné energie 2005-2007, Ministerstvo financí ČR
- [3] ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – část 2: Požadavky.
- [4] ČSN EN 832 Tepelné chování budov - Výpočet potřeby energie na vytápění - Obytné budovy.

