

Prof. Ing. Jiří PETRÁK, CSc.¹Ing. Miroslav PETRÁK, Ph.D.²¹ČVUT v Praze, fakulta strojní²Güntner Tschechien, org. sl. Praha

Tepelná čerpadla a hodnocení energetické náročnosti budov

Heat Pumps and Building Energy Class

Recenzent

prof. Ing. Karel Hemzal, CSc.

Článek se zabývá problematikou hodnocení energetické náročnosti budov, u nichž je zdrojem tepla tepelné čerpadlo. Při stanovení závislosti topného faktoru tepelného čerpadla na teplotě nízkopotenciálního zdroje tepla vychází z naměřených hodnot renomovanou švýcarskou zkušebnou. Ta publikovala v [4] výsledky měření 34 tepelných čerpadel systému vzduch – voda a 74 systému kapalina – voda. Článek je příspěvkem k uplatnění směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2002/91/ES o energetické náročnosti budov v ČR.

Klíčová slova: vytápění, tepelné čerpadlo, topný faktor

Article deals with energy consumption of buildings heated by a heat pump. For dependence of COP on the heat source temperature, values measured by a renowned Swiss laboratory are used which published measurement results of 34 heat pumps air-water and 74 heat pumps brine-water. The article contributes to implementation of the European Directive No. 2002/91/ES in the Czech Republic.

Keywords: heating, heat pump, coefficient of performance (of a heat pump)

V nedávné době byly budovy z energetického hlediska posuzovány podle potřeby tepla na jejich vytápění. Protože nebyla brána v úvahu účinnost zdroje tepla, jako jediná cesta vedoucí k úspoře energie se jevílo zateplení budovy. Již v této době ale někteří odborníci poukazovali na to, že z hlediska úspor energie u vytápění budovy není nejdůležitější její potřeba, ale skutečná spotřeba energie potřebná ke krytí tepelných ztrát a ohřevu přiváděného čerstvého vzduchu. Jestliže prosté zateplení může snížit pouze tepelné ztráty způsobené prostupem tepla jen neprůsvitnými konstrukcemi, např. tepelné čerpadlo (dále jen TČ) přispívá ke snížení celkové spotřeby energie na vytápění objektu.

Teprve novelou zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií provedenou zákonem č. 177/2006 Sb. (dále jen zákon č. 406/2000 Sb. v platném znění) a vyhláškou MPO č. 148/2007 Sb., o energetické náročnosti budov se přešlo na hodnocení budov podle skutečné spotřeby energie potřebné pro jejich provoz. Uvedená vyhláška dokonce v tabulce 12 (viz tabulka 1) uvádí příklady hodnot topných faktorů TČ a tak přímo ovlivňuje výpočet energetické náročnosti budovy a její zařazení do příslušné klasifikační třídy dle přílohy č. 1 k této vyhlášce.

TOPNÝ FAKTOR TEPELNÉHO ČERPADLA

Tepelná čerpadla umožňují transformaci tepelné energie z nižší teplotní hladiny na vyšší, tj. takovou, která je využitelná pro vytápění, ohřev teplé vody nebo k uskutečnění jiného technologického procesu. Při této transformaci je vždy zapotřebí pro pohon TČ dodávat další energii. V nejčastějším případě je to energie elektrická, sloužící jak pro pohon kompresoru, tak i čerpadel a ventilátorů zajišťujících průtok chlazené látky výparníkem a ohřívání látky kondenzátorem. Zanedbatelný počet TČ využívá jako zdroj mechanické energie pro pohon kompresoru místo elektromotoru motor tepelný nebo turbinu. Výše uvedená TČ pracují na principu oběhu parního, kdy ochlazování látky (zdroje nízkopotenciálního tepla) ve výparníku je dosaženo vypařováním chladiva za nízkého tlaku a teploty, ohřev ohřívání látky kondenzací chladiva za vysokého tlaku a teploty a pro pohon kompresoru je zapotřebí mechanická energie.

Velmi malý počet TČ pracuje na principu oběhů sorpčních, u kterých je pohonnou energií přímo energie tepelná, ovšem na vysoké teplotní hladině převyšující většinou teplotu 100 °C.

Bez ohledu na typ TČ je jeho přínos do energetického systému hodnocen tzv. topným faktorem, který je definován jako poměr tepelné energie dodané TČ k energii potřebné pro jeho provoz (kWh/kWh), nebo jako poměr topného výkonu k příkonu (kW/kW). Topný faktor je tedy bezrozměrná veličina, jejíž číselná hodnota závisí především na použitém tepelném oběhu, teplotě zdroje nízkopotenciálního tepla a teplotě ohřívání látky na výstupu z TČ. U konkrétního TČ při konstantní teplotě nízkoteplotního zdroje s rostoucí teplotou ohřívání látky klesá, při konstantní teplotě ohřívání látky klesá při snížení teploty nízkopotenciálního zdroje. K jak velkým změnám topného faktoru dochází v závislosti na těchto teplotách u tepelných čerpadel poháněných elektromotorem, ukazují hodnoty naměřené nezávislou renomovanou zkušebnou Wärmepumpen – Testzentrum WPZ ve Švýcarsku a publikované v [4].

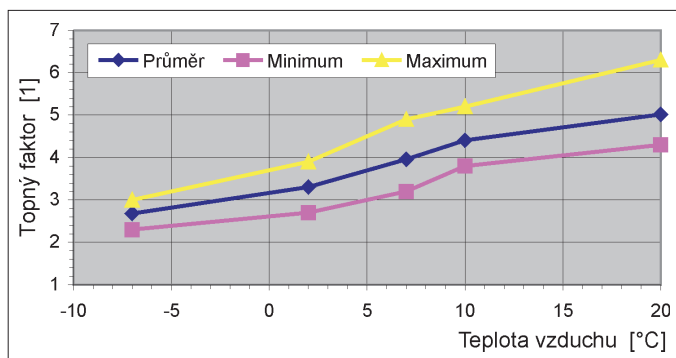
U systému vzduch – voda byly publikovány výsledky měření u 34 TČ provedených při teplotě vzduchu 20, 10, 7, 2 a –7 °C a teplotě ohřívání vody na výstupu z TČ 35 a 50 °C. Vlastní metodice zkoušek a následnému hodnocení kvality TČ bude věnován samostatný článek. Zde se budeme zabývat pouze výsledky měření v souvislosti s dosaženým topným faktorem.

Obr. 1 odpovídá teplotě vody 35 °C na výstupu z TČ a kromě průměrné hodnoty pro 34 měřených TČ udává i dosažené hodnoty maximální a minimální naměřené u nejlepšího resp. nejhoršího z nich. Obr. 2 ukazuje topný faktor stejných TČ při ohřevu vody na teplotu 50 °C. U obou obrázků je patrný pokles hodnoty topného faktoru s klesající teplotou vzduchu. Výraz-

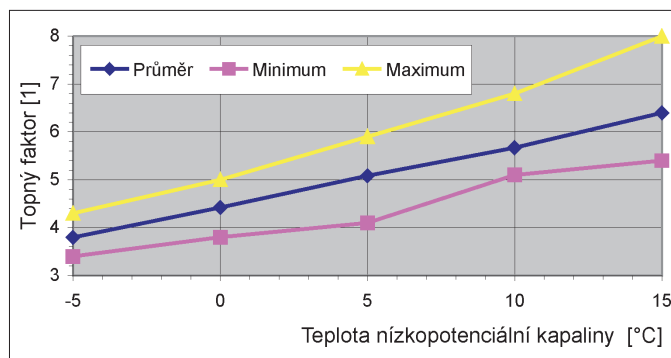
Tab. 1 Příklady hodnoty topného faktoru pro systémy s tepelným čerpadlem

Tepelný zdroj – teplota primárního média [°C]	Teplotní úroveň potřeby tepla					
	$\theta_{\text{supp}} < 35\text{ °C}$		$35\text{ °C} \leq \theta_{\text{supp}} < 45\text{ °C}$		$45\text{ °C} \leq \theta_{\text{supp}} < 55\text{ °C}$	
	EHP	GHP	EHP	GHP	EHP	GHP
Země [0 °C]/ vzduch [7 °C]	3,4	1,6	3,8 / 4,9	1,5	2,5 / 3,2	1,4
Odpadní teplo [20 °C]	6,1	2,6	5,1	2,2	4,4	2,0
Podzemní voda [10 °C]	4,7	2,1	5,3	1,9	3,5	1,8
Povrchová voda [5 °C]	4,1	1,9	4,5	1,8	2,9	1,7

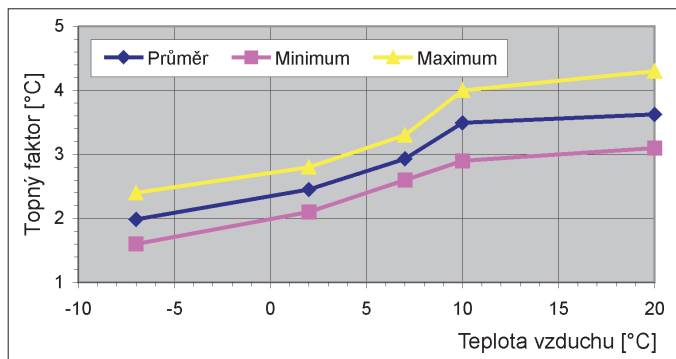
Pozn.: EHP – tepelné čerpadlo poháněné elektřinou, GHP – tepelné čerpadlo poháněné plynem, θ_{supp} – je teplota topné vody dodávané z tepelného čerpadla do topného systému



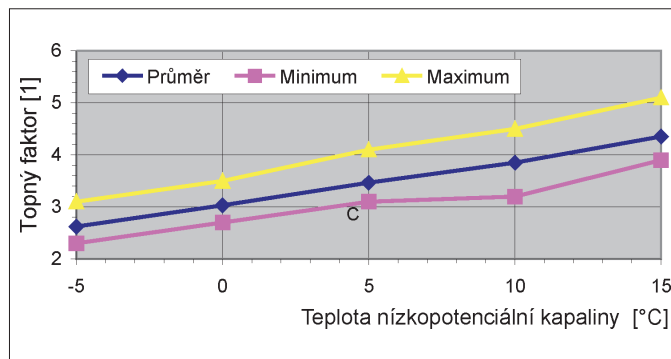
Obr. 1 Topný faktor TČ vzduch – voda při teplotě ohřívání vody 35 °C



Obr. 3 Topný faktor TČ kapalina – voda při teplotě ohřívání vody 35 °C



Obr. 2 Topný faktor TČ vzduch – voda při teplotě ohřívání vody 50 °C



Obr. 4 Topný faktor TČ kapalina – voda při teplotě ohřívání vody 50 °C

nější pokles pro teplotu vzduchu pod cca 10 °C je způsoben tím, že v závislosti na provedení výparníku u mnohých TČ klesá teplota varu chladiva pod 0 °C a na teplosměnné ploše se počala tvořit námraza.

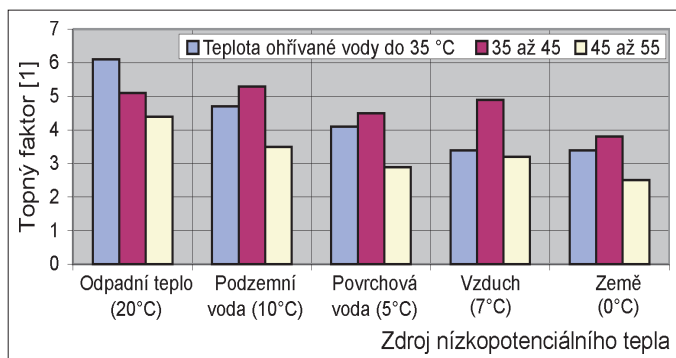
U systému kapalina – voda bylo hodnoceno celkem 74 TČ. Všechna byla měřena s nemrznoucí teplosnosnou kapalinou o teplotě na vstupu do výparníku –5, 0 a 5 °C a 48 z nich i s vodou o teplotě 10 a 15 °C. Teplota ohřívání vody na výstupu z kondenzátoru byla 35 a 50 °C. Dosažené hodnoty topného faktoru jsou uvedeny na obr. 3 a 4.

HODNOCENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV

Pokud je k vytápění budovy použito TČ, v tab. 12 vyhlášky [3] jsou uvedeny příklady hodnot topného faktoru pro tento otopný systém (viz tabulka 1 včetně označení a poznámky použitých ve vyhlášce).

K uvedené tabulce lze mít následující připomínky:

1. Budeme-li předpokládat, že z dvojí hodnoty topného faktoru u TČ typu EHP platí první pro TČ země – voda a druhá pro vzduch – voda, můžeme hodnoty topného faktoru znázornit v obrázku 5. Je s podivem, že s výjimkou odpadního tepla (20 °C) jako zdroje tepla, je ve všech ostatních případech uvedená hodnota topného faktoru při ohřevu otopné vody na teplotu



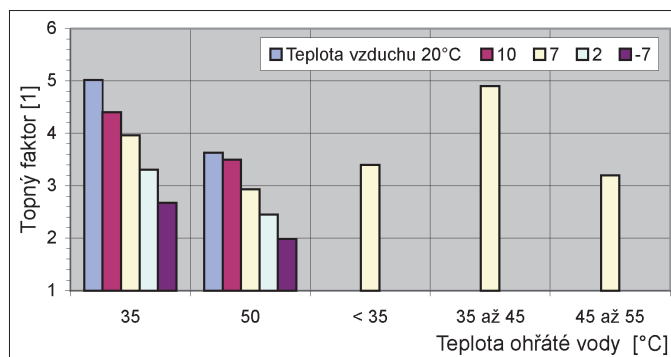
Obr. 5 Topný faktor otopného systému s TČ podle [3]

do 35 °C menší, než při ohřevu vody na 35 až 45 °C. To je v rozporu nejen s technickými poznatky a výše uvedenými výsledky měření TČ na zkušebně, ale i přírodními zákony.

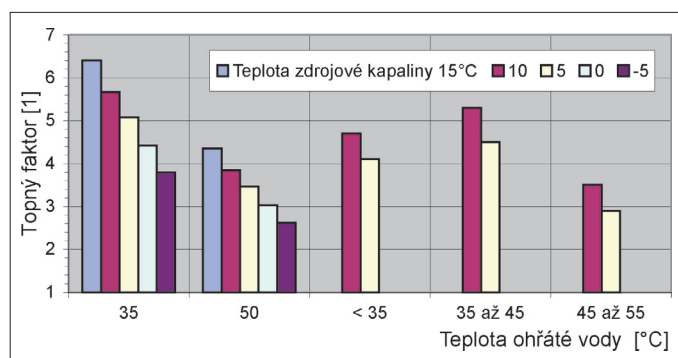
2. Jestliže v řádku „země (0 °C)/vzduch (7 °C)“ jsou pro TČ typu EHP uvedeny dvě hodnoty topného faktoru pro ohřev vody na 35 až 45 °C a na 45 až 55 °C je podivné, že pro ohřev vody na teplotu nižší než 35 °C je udána hodnota pouze jediná.

3. Porovnáme-li hodnoty topného faktoru systému s TČ vzduch – voda typu EHP uvedené ve vyhlášce s průměrnými hodnotami získanými u měření samotných TČ, získáme srovnání patrné z obr. 6. Levá část obrázku představuje hodnoty získané měřením při různých teplotách vzduchu, pravá část ve vyhlášce udané hodnoty pro jedinou teplotu vzduchu 7 °C. Srovnáme-li pro tuto teplotu vzduchu pokles topného faktoru při ohřevu vody na 50 °C místo na 35 °C je patrné, že u skutečných tepelných čerpadel je výrazně větší, než jak uvádí vyhláška.

4. Porovnáme-li hodnoty topného faktoru systému s TČ voda – voda typu EHP uvedené ve vyhlášce s průměrnými hodnotami získanými u měření samotných TČ, získáme srovnání patrné z obr. 7. Levá část obrázku představuje hodnoty získané měřením při různých teplotách zdrojové



Obr. 6 Topný faktor otopného systému s TČ vzduch – voda podle [3] a naměřený u TČ na zkušebně



Obr. 7 Topný faktor otopného systému s TČ voda –voda podle [3] a naměřený u TČ na zkušebně

vody, pravá část ve vyhlášce udané hodnoty pro teplotu vody 10 a 5 °C. I zde jsou patrné značné nesrovnalosti mezi údaji ve vyhlášce a naměřenými hodnotami.

5. Zákon č. 177/2006 Sb., měnící zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, v §6a odstavec 1 doslovně uvádí: „Prováděcí právní předpis stanoví požadavky na energetickou náročnost budov, porovnávací ukazatele, metodu výpočtu energetické náročnosti budovy a podrobnosti vztahující se ke splnění těchto požadavků“. Tímto prováděcím předpisem je vyhláška MPO č. 148/2007 Sb., o energetické náročnosti budov. V ní obsažené údaje a číselné hodnoty jsou tedy ze zákona závazné pro zpracování průkazu energetické náročnosti budovy. Naskytá se otázka, zda při hodnocení energetické náročnosti budov se má postupovat v souladu s touto vy-

hláškou a tedy i s příslušným zákonem, nebo v souladu s přírodními zákony a použitím technických znalostí o činnosti TČ.

ZÁVĚR

Jak je z předchozího patrné, při hodnocení energetické náročnosti budov na základě vyhlášky MPO č. 148/2007 Sb., o energetické náročnosti budov a s použitím v ní obsažených údajů bude u objektů používajících jako zdroj tepla tepelné čerpadlo docházet k značně zkresleným výsledkům neodpovídajícím skutečnosti. Tím i průkaz energetické náročnosti budovy bude obsahovat nepravdivé údaje.

Při zpracování příspěvku bylo využito poznatků získaných při řešení projektu evidenční číslo SP/3g3/148/07 s názvem „Energetické a environmentální hodnocení provozu chladicích zařízení a tepelných čerpadel“ podpořeného v roce 2007 a 2008 Ministerstvem životního prostředí České republiky.

Použité zdroje

- [1] Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií
- [2] Zákon č. 177/2006 Sb., kterým se mění č. 406/2000 Sb., zákon o hospodaření energií
- [3] Vyhláška MPO č. 148/2007 Sb., o energetické náročnosti budov
- [4] WPZ – Bulletin. Ausgabe 02-2007. Informationsblatt des Wärmepumpen-Test-zentrums Buchs. 8.10.2007. Vydavatel: Interstaatliche Hochschule für Technik, Buchs, Švýcarsko
- [5] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/91/ES ze dne 16. 12. 2002 o energetické náročnosti budov. ■