

Kde se vzala rovnice $Q = \alpha S(t_{stř} - t_j)$?

Doc. Ing. Josef Patočka, CSc.,

STP-Územní centrum Liberec, Odborná skupina pro rozúčtování

Pro uvedenou rovnici v souvislosti s názory některých odborníků by se hodil pohádkový obrat "Kde se vzala tu se vzala dobrá víla" resp. "zlá čarodějnice". V případě této rovnice ve vztahu ke zmiňovaným pohádkovým postavám se někomu může skutečně jevit jako dobrá víla, která buď pomůže vyřešit za pomoci propagovaných dvoučidlových elektronických indikátorů spravedlivé rozúčtování, které když se nepovede je na koho svést, nebo se stane zlou čarodějnící pro ty, kteří by měli zaplatit za vytápění srovnatelných bytů několikanásobné rozdíly.

Chceme-li tuto rovnici použít pro rozúčtování, musíme mít možnost dosadit do ní důvěryhodné údaje. V několika odborných publikacích opakovaně tvrdí soudní znalec a energetický auditor Ing. J. Cikhart, DrSc. a přizvukuje mu recenzent Ing. J. Bašta, CSc., že součinitel přestupu tepla je známá hodnota a v závorce uvedené teploty snímá dvoučidlový poměrový elektronický indikátor, nejlépe dovážený ze zahraničí. Všechny ostatní, zejména levnější typy indikátorů jsou nejen bezdůvodně zavrhovány, ale jejich používání je údajně v rozporu se směrnici EU č. 93/76/EHS. Nesouhlas s těmito propagačními manipulacemi dokáže oba pány nabudit až k neadekvátní reakci (viz únorové vydání odborného časopisu 3 T Teplárenského sdružení Pardubice).

Pohádkový závoj této rovnice lze poodhalit respektováním základních fyzikálních vztahů, bez kterých nelze žádné hlubokomyslné závěry provádět, nelze provádět ani činnost soudního znalce, energetického auditora ani vysokoškolského učitele.

Množství tepla, které předává otopné těleso jednotkovou plochou do místnosti za časovou jednotku je dáno vztahem

$$q = k (t_{stř} - t_j),$$

kde

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad \text{je součinitel prostupu tepla}$$

$t_{stř}$ - střední teplota otopného tělesa

t_j - teplota ve vytápěné místnosti

α_1 - součinitel přestupu tepla z vody do otopného tělesa

α_2 - součinitel přestupu tepla z povrchu otopného tělesa do vytápěné místnosti

λ - součinitel tepelné vodivosti materiálu otopného tělesa

δ - tloušťka stěny otopného tělesa

Součinitele přestupu tepla α_1 a α_2 lze relativně složitě a tím bohužel jenom přibližně určit pomocí bezrozměrného Nusseltova čísla, které pro hodnotu α_1 bude ve většině případů funkcí dalších bezrozměrných čísel

$$Nu = f(Re, Pr),$$

pro hodnotu α_2 bude funkcí

$$Nu = f(Gr, Pr).$$

Zásadní rozdíl mezi těmito rovnicemi vyplývá z podstaty sdílení tepla. U hodnoty α_1 jde o přestup tepla z kapaliny do stěny za podmínky nuceného proudění ať laminárního nebo turbulentního, u hodnoty α_2 jde o přestup tepla z povrchu otopného tělesa do vytápěné místnosti zpravidla za podmínky samovolné konvekce, se zanedbáním sálavé složky.

Tím je předurčeno i použití bezrozměrných čísel. Pro výpočet hodnoty součinitele přestupu tepla α_1 se uplatní zejména Reynoldsovo číslo charakterizující hydrodynamické podmínky proudu otopné vody

$$Re = \frac{w \cdot l}{\nu},$$

pro výpočet hodnoty součinitele přestupu tepla α_2 se uplatní Grashofovo číslo charakterizující volné proudění vzniklé rozdílem hustoty teplého a studeného vzduchu

$$Gr = \frac{g \cdot \beta \cdot l^3 \cdot \Delta t}{\nu^2}.$$

V obou případech se uplatní i Prandtlovo číslo charakterizující látkové vlastnosti vody a vzduchu

$$Pr = \frac{\nu}{a}.$$

Výpočet vlastní hodnoty součinitelů α_1 a α_2 je v obecném případě dán Nusseltovým číslem charakterizujícím vztah mezi přestupem a vedením tepla v tekutině

$$Nu = \frac{\alpha l}{\lambda}$$

Příslušné hodnoty a rozměry jednotlivých členů uvedených rovnic nejsou specifikovány, neboť v oblasti sdílení tepla jsou všeobecně známé.

Provedeme-li výpočet hodnot α_1 a α_2 pro běžné technické podmínky existující na otopných tělesech, dostaneme hodnoty α_1 v rozsahu stovky až tisíce, hodnoty α_2 v rozsahu jednotky až desítky.

Použijeme-li ještě odpovídající hodnoty λ a δ pro otopné těleso můžeme součinitel prostupu tepla k vyčíslit

$$k = \frac{1}{\frac{1}{1000} + \frac{0,005}{40} + \frac{1}{10}} = \frac{1}{0,001 + 0,000125 + 0,1} = \frac{1}{0,101125} = 9,88875 \doteq 10 \text{ W m}^2 \text{ K}^{-1}$$

Vzhledem k nejisté hodnotě všech členů této rovnice můžeme zanedbat hodnoty α_1 , λ , δ . Tím se rovnice

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

změní na

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_2}} \doteq \alpha_2$$

což můžeme přechít: **součinitel prostupu tepla k se přibližně rovná součiniteli přestupu tepla α_2 na straně vzduchu** a stvořit rovnici pro otopné těleso o určité teplosměnné ploše S

$$Q = \alpha_2 \cdot S \cdot (t_{stř} - t_j)$$

V takto vytvořené rovnici je součinitel přestupu tepla α vždy hodnota na straně samovolné konvekce ze stěny otopného tělesa do okolního vzduchu, proto výpočet α nelze v žádném případě provádět podle rovnice uváděné Ing. J. Cikhartem, DrSc., $Nu = c \cdot Re^p \cdot Pr^q$, ale podle rovnice mnou uváděné $Nu = c (Gr \cdot Pr)^n$.

Pro toho, kdo byl tuto analýzu rovnice $Q = \alpha S (t_{stř} - t_j)$ ochoten pročíst až do konce lze přidat jedno poučné tvrzení:

„Pro kremroli chodíme do cukrárny, pro špekáček k řezníkovi“. Pokud to někteří odborníci s akademickým titulem dělají obráceně a navíc dokáží ostatní bezostyšně pomlouvat, měli by se pokorně vrátit do školních lavic a pozorně poslouchat důvěryhodného učitele, nebo si přečíst některou z učebnic fyziky.

Stejně, možná i větší pochybnosti způsobuje teplotní rozdíl v závorce $(t_{stř} - t_j)$ nejen s ohledem na praktickou nemožnost získání hodnověrných údajů, ale i s ohledem na snadnou ovlivnitelnost náměru uživatelem bytu. O tom však někdy později. Z výše uvedených důvodů nelze dvoučidlový indikátor vyhodnocovaný podle rovnice

$$Q = \alpha S (t_{stř} - t_j)$$

povyšovat nad ostatní typy indikátorů, nelze jej ani vydávat za součást systému rozúčtování výlučně odpovídající směrnici EU č. 93/76/EHS. Ke stejnému názoru dospěli na základě rozsáhlých dlouhodobých zkoušek i zahraniční odborníci.



Kontaktní adresa:
VIPA CZ s.r.o.
 Kadlická 20
 460 15 Liberec
 tel./fax: 482 750 457-8
 e-mail: vipa@vipa.cz
www.vipa.cz