

# Technický pokrok nebo podnikatelský podvod?

Doc. Ing. Josef Patočka, CSc.

Odborná skupina pro rozúčtování

Dvoučidlové elektronické indikátory používané pro rozúčtování celkových vytápěcích nákladů domu na jednotlivé místnosti (byty) jsou v poslední době prezentovány jako všespasitelné a s ohledem na směrnice EU jediné legálně přípustné. Rozúčtování pomocí výrazně levnějších indikátorů odpařovacích, elektronických jednočidlových, nebo indikátorů s optickým elektronicky vyhodnocovaným čidlem VIPA předurčuje možnost podání žalob českých občanů na rozúčtování u mezinárodního soudu ve Štrasburku. "Najde-li se v budoucnosti v daném domě jediný spotřebitel, který toto rozúčtování s odvoláním na směrnice EU 93/76/EWG zpochybní a odmítne takto stanovenou částku platit, pak s pravděpodobností hraničící s jistotou svůj případný soudní spor nemůže prohrát". Toto opakovaně tvrdí na různých seminářích, v odborných časopisech a v Sešitu projektanta č. 10 soudní znalec a energetický auditor Ing. Jiří Cikhart, DrSc.. Uvedený sešit vydala Společnost pro techniku prostředí, odborná skupina Vytápění, kterou vede vysokoškolský učitel Doc. Ing. Jiří Bašta, Ph.D. ze strojní fakulty ČVUT. Stejná společnost ve svém časopise Vytápění, větrání, instalace č. 3/2004 uveřejnila článek Ing. J. Cikharta, DrSc. "Pravidla rozúčtování nákladů na tepelnou energii pro vytápění mezi konečné spotřebitele". Solidnost a vědeckou hodnotu měla článek dodat připojená recenze Ing. Jiřího Bašty, Ph.D., který později článek hodnotí jako "věcný, odborně fundovaný, přinášející čtenářům nový podnětný pohled na souvislosti naší legislativy a legislativy EU, stylisticky čistý s dodržáním etického kodexu recenzovaného odborného časopisu".

## Podivná fyzika, podivná etika

S ohledem na složitost problematiky fyzikálně zdůvodnitelného rozúčtování se jednoznačnost a jednoduchost jimi popisovaného řešení až podezřele podobá klamavé reklamě. Oba pánové zřejmě správně předpokládají, že čtenáři ani uživatelé bytů si nemohou ověřit, zda rozúčtování podle dvoučidlových elektronických indikátorů a podle rovnice  $Q = \alpha_2 S (t_{stř} - t_m)$  je natolik transparentní, důvěryhodné a spravedlivé, že nejen splňuje směrnici EU č. 93/76/EWG, ale v budoucnu vylučuje indikátory levnější. Pokud si však kdokoliv povšimne, že do této rovnice lze za důvěryhodný a kontrolovatelný údaj dosadit pouze teplosměnnou plochu otopného tělesa  $S$  a ostatní údaje jsou ve vztahu k poměrovému měření obtížně kontrolovatelným balastem a na tuto skutečnost upozorní, setká se s hysterickým povykem, který nemá nic společného s eticky vedenou diskusí. Vlastní rovnice sice může být používána pro přibližný výpočet výkonu otopného tělesa při jeho navrhování, ale s výhradou, že skutečný a ověřitelný výkon otopného tělesa se zjišťuje pomocí kalorimetrické rovnice  $\dot{Q} = m c (t_{i1} - t_{i2})$  neboť zejména hodnota součinitele přestupu tepla je hodnota výrazně proměnná a nejistá. V žádném případě ji nelze odbýt vysvětlením "...za předpokladu známé hodnoty  $\alpha_2$ ". Tento předpoklad není nikdy splněn, je možné hodnotu pouze se značnou nepřesností určit na základě některých z metod založených na teorii sdílení tepla. Jednou z nich je teorie podobnosti, kdy výsledky měření na modelech jsou pro praktickou aplikaci soustředěny do bezrozměrných čísel, která lze aplikovat na konkrétní případ při dodržení všech omezení a podmínek vyplývajících z geometrické, hydrodynamické a termokinetické podobnosti a příslušných experimentů. Pro výpočet výkonu tradičního otopného tělesa se používá nejčastěji určení Nusseltova čísla z Mc Adamsova vztahu publikovaného v roce 1954

$$Nu = C (Gr Pr)^n,$$

kde konstanty  $C$  a  $n$  se dosazují v závislosti na hodnotách součinu Grashofova a Prandtlova čísla  $(Gr Pr)$ , který identifikuje charakter proudění.

$$GrPr = 10^{-3} \div (5 \cdot 10^2) \quad C = 1,18 \quad n = 1/8 \quad \text{laminární charakter proudění}$$

$$GrPr = (5 \cdot 10^2) \div (2 \cdot 10)^7 \quad C = 0,54 \quad n = 1/4 \quad \text{přechodový charakter proudění}$$

$$GrPr = (2 \cdot 10)^7 \div 10^{13} \quad C = 0,135 \quad n = 1/3 \quad \text{turbulentní charakter proudění}$$

Existují však i novější a přesnější vztahy, např. od Churchilla a Chu z roku 1975.

$$Nu = 0,68 + 0,670 \cdot Ra^{0,25} \left[ 1 + \left( \frac{0,492}{Pr} \right)^{9/16} \right]^{-4/9},$$

který platí v rozsahu  $0 < Ra < 10^9$

Z vypočítaných hodnot  $Nu$  vyjádříme již poměrně snadno hodnotu součinitele přestupu tepla z definiční rovnice pro  $Nu$ ,

$$Nu = \frac{\alpha_2 l}{\lambda} .$$

Až na hodnotu gravitačního zrychlení, charakteristického rozměru  $l$  a do jisté míry Prandtlova čísla, jsou všechny veličiny vstupující do bezrozměrných čísel ( $\beta$ ,  $\nu$ ,  $\lambda$ ,  $\Delta t$ ) funkcemi určující teploty. To vede k soustavě implicitních rovnic řešitelné pomocí iterací, neboť určující teplota předem není známa. Je evidentní, že uživatel bytu je z jakékoliv kontroly rozúčtování podle rovnice  $Q = \alpha_2 S (t_{stř} - t_i)$  naprosto vyloučen, zejména pokud jde o číselné hodnoty  $\alpha_2$ ,  $t_{stř}$  a  $t_i$ , které nejsou zpravidla nikde na displeji prezentovány a nemohou být ani kontrolovány. Na displeji se tak načítají číselné hodnoty bez jednoznačného vztahu ke skutečné spotřebě tepla a bez možnosti jakékoliv kontroly uživatelem bytu, ani rozúčtovací firmou. Bohužel se z možné kontroly vylučují i ti, kteří se za odborníky považují, ale jakékoli diskusi se pod různými záminkami vyhýbají. Jako příklad jejich chuti k věcné a slušné diskusi je možno použít několik odstavců z časopisu 3T (Tepló, Technika, Teplárenství), č. 1/2005, kde Ing. J. Cikhart, DrSc. reaguje na můj článek "Vstupem do EU se fyzikální zákony nezměnily". Svůj článek začíná větou "Především bych se rád oprostil od žlučovitého urážlivého tónu" a končí v závěru "...jsem ochoten k věcné a slušné diskusi...". Vlastní obsah článku však je prošpikován větami "Pozoruhodné je, že vědec za něhož se p. Patočka tak rád vydává, se zde s odvoláním na fyzikální zákony dopouští základní hrubé chyby tím, že ve svých úvahách vynechal nejdůležitější bezrozměrné kritérium, jímž je  $Re$  (Reynoldsovo číslo)". "Příspěvek doc. Patočky je směsicí osobních útoků, polopravd a účelových lží". Ve vlastním textu článku však je kromě správně opsaných vzorečků z učebnice sdílení tepla plno zmatečných vyjádření, svědčících o naprosté neznalosti předmětné problematiky a neschopnosti uvedené vzorečky v praxi použít. Za zmínku stojí komentovat tvrzení Ing. J. Cikharta, DrSc., že: "Součinitel prostupu tepla tak bude vždy mnohem nejistější a proměnlivější než součinitel přestupu tepla ze stěny do vzduchu. U přípojky otopného tělesa se můžeme v praxi setkat s prouděním laminárním, přechodovým i čistě turbulentním. Tím složitější je pak výpočet součinitele přestupu tepla na straně proudění teplotonosné látky". Je až zarážející, že se k tomuto fyzikálnímu marastu, uvedenému v článku Ing. J. Cikharta, DrSc. od doby vydání čísla 1/2005 časopisu 3T, nikdo z odborníků, nikdo z vysokoškolských učitelů, znalců a energetických auditorů ani projektantů nevyjádřil. Jsou dvě možnosti. Buďto jej nikdo nečetl, nebo po přečtení usoudil, že jejich komentování by byla ztráta času. Nelze podlehnout dojmům, že úroveň odborníků by v ČR byla tak chabá, aby si těchto sporných výroků nevšimli. Čtenář nemusí být přímo vědec, aby věděl, že u samovolného proudění, což je případ obtékání otopného tělesa vzduchem, je  $Nu$  funkcí Grashofova a Prandtlova čísla a že Reynoldsovo číslo zpravidla vstupuje do výpočtu pouze při nuceném nebo smíšeném proudění. To musí znát studenti základního předmětu Termomechanika na každé vysoké škole.

Je-li poměrové měření výkonu otopného tělesa založeno na vztahu  $\dot{Q} = \alpha_2 S (t_{stř} - t_m)$  pak tento vztah nahrazuje oprávněně pro otopná tělesa jiný, obecně platný vztah  $\dot{Q} = U \cdot S \cdot \Delta t_{stř,log}$  pro prostup tepla a tudíž se předpokládá, že  $\alpha_2$  je velmi přibližně pro tento případ rovno  $U$ . Potom diskuse o obtížnosti výpočtu hodnoty  $U$  v protikladu ke snadnosti získání  $\alpha_2$  postrádá smysl. Naopak za analýzu by stálo porovnat rozdíl  $(t_{stř} - t_m)$  a střední logaritmičtý teplotní spád  $\Delta t_{stř,log}$ . Protože předmětem diskuse je poměrové měření, pak absolutní hodnota součinitele  $\alpha_2$  by nebyla důležitá, pokud by pro všechna otopná tělesa v uvažovaném objektu byla stejná, nebo lineárně závislá na teplotách. To však neplatí, protože jak plyne ze shora uvedených rovnic, je funkce teploty otopného tělesa a teploty vzduchu v místnosti. Jak významně tato teplota ovlivňuje velikost  $\alpha_2$  by též stálo za zhodnocení.

Výpočty přestupu a tím i prostupu tepla jsou skutečně natolik obtížné a nejisté, že by vůbec neměly být spojovány s poměrovým měřením. Tím spíše by neměly být používány k zatemňování podstaty poměrového měření a ohlupování běžných uživatelů bytů, vlastníků a správců domů i bytových družstev a společenství vlastníků.

Pokud by si Ing. J. Cikhart, DrSc. namísto vymyšlení pomluv dal práci s dosazením do jím uvedeného Reynoldsova čísla, musel by přijít na to, že při přestupu tepla na straně vzduchu není co dosadit a pokud při prostupu tepla dosadit lze, pak výsledky vedou k opačným tvrzením, než v článku uvádí.

Údajná nejistota součinitele prostupu tepla, "který bude vždy nejistější a proměnlivější, než součinitel přestupu tepla ze stěny do vzduchu", si zasluhuje ilustraci pro případ jednoduchého deskového otopného tělesa.

Dosadíme-li do vzorce pro výpočet součinitele prostupu tepla  $U$  všeobecně známé a dostatečně publikované skutečnosti, že součinitel přestupu tepla  $\alpha_1$  mezi kapalinou a stěnou je podle aktuálních podmínek ve stovkách a tisících  $Wm^{-2}K^{-1}$ , součinitel přestupu tepla  $\alpha_2$  mezi plynem (v případě vytápění vzduch) a stěnou je i při zahnutí sálavé složky (představující výraznou nelineární závislost na teplotě) v jednotkách a desítkách  $Wm^{-2}K^{-1}$  a při použití reálných hodnot tepelné vodivosti a materiálu otopných těles můžeme vypočítat součinitel prostupu tepla u otopného tělesa.

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{s}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{1}{\frac{1}{1000} + \frac{0,004}{40} + \frac{1}{10}} = \frac{1}{0,001 + 0,0001 + 0,1} = 9,89 \pm 10 \quad Wm^{-2}K^{-1}$$

Součinitel prostupu tepla jednoznačně závisí na přestupu tepla na straně vzduchu, nikoliv na součiniteli přestupu tepla na straně vody. Z toho nemohou vyplývat žádné nejistoty v důsledku změněné hodnoty na straně vody. Změna tohoto součinitele na dvojnásobek znamená změnu součinitele prostupu tepla z hodnoty  $9,89 Wm^{-2}K^{-1}$  na  $9,79 Wm^{-2}K^{-1}$  t.j. změna o 1%. Nezávislost součinitele prostupu tepla  $\alpha_2$  na straně vody a hodnotě vedení tepla stěnou otopného tělesa vede sice k rovnici  $Q = \alpha_2 S (t_{stř} - t_i)$  tam ovšem nelze pro tradiční otopná tělesa dosadit žádné kritérium podobnosti obsahující  $Re$  (Reynoldsovo

číslo), neboť to se týká nucené konvekce na straně vody tzn. součinitele přestupu  $\alpha_1$  kdežto přirozená konvekce na straně vzduchu se týká součinitele přestupu tepla  $\alpha_2$  na straně pro kterou výhradně platí použití funkční závislosti Nusseltova čísla na Grashofově a Prandtlově čísle. Vzhledem k tomu, že tyto skutečnosti nemůže běžný uživatel bytu znát, jsou různými vykladači energetiky zneužívány k masivní klamavé reklamě.

Ve stejném čísle časopisu 3T je k mému článku publikováno stanovisko doc. Ing. J. Bašty, Ph.D.. Jeho stanovisku nelze po odborné stránce sice nic vytknout, poněvadž nic odborného neobsahuje, zato energicky popírá pravdivost mých údajů a pouští se do mravokárného poučování o tom, co je podivné a neslušné. Uvádí, že vše v mém článku je nepravdivé až na skutečnost, že je vedoucím odborné skupiny pro vytápění při Společnosti pro techniku prostředí.

**"Pokud jsem tento vzorec publikoval, tak nikdy ve vztahu k rozúčtování tepla".**

Doc. Ing. J. Bašta, Ph.D.

Sborník : Legislativa a úhrada za vytápění bytů 1995, Ing. J. Bašta, str. 71 "Aby byla hodnota poměrné spotřeby tepla indikována indikátorem a zároveň nejvíce reprezentativní je nutno indikátor umístit na otopné těleso tak, aby snímal střední povrchovou teplotu otopného tělesa. Na této teplotě podle vztahu [2] závisí tepelný výkon otopného tělesa, provázaně s vnější přestupní plochou  $\dot{Q} = \alpha_{LS} S_L (t_{st} - t_L)$  [2]".

**"O rozúčtování jsem nikdy v žádných různých publikacích opakovaně nepsal".**

Doc. Ing. J. Bašta, Ph.D.

Sborník: Úhrada za ústřední vytápění bytů 1998, Ing. J. Bašta, str. 137 "Aby byla hodnota poměrné spotřeby tepla indikována indikátorem a zároveň nejvíce reprezentativní je nutno indikátor umístit na otopné těleso tak, aby snímal střední povrchovou teplotu otopného tělesa. Na této teplotě podle vztahu [2] závisí tepelný výkon otopného tělesa, provázaně s vnější přestupní plochou  $\dot{Q} = \alpha_{LS} S_L (t_{st} - t_L)$  [2]".

Redakční rada sborníku tehdy žádala autora o fyzikální dokladování některých problematických tvrzení. To však nebyl Ing. J. Bašta ochoten a zřejmě ani schopen podat. Přestože mu byla zaručena veškerá "akademická svoboda", které se ve svém dopise dožadoval, konference se osobně nezúčastnil.

### Závěr

Problematika poměrového měření k určení spravedlivého, fyzikálně zdůvodnitelného a uživatelem bytu laicky kontrolovatelného rozúčtování, si zaslouhuje přehodnocení přístupu odborné veřejnosti, zejména odborných pracovníků vysokých škol, které by tomuto oboru měly věnovat potřebnou pozornost. Zcela jiný přístup je možno vidět ve Slovenské republice, kde je pravidelně minimálně dvakrát za rok pořádán seminář speciálně zaměřený na rozúčtování. Zpravidla vysoká účast svědčí o důležitosti oboru a schopnosti slovenských odborníků problém řešit. Jejich vztah k EU je jednoznačně dokumentován v důvodové zprávě k tvorbě nové vyhlášky o rozúčtování: "Pro Slovenskou republiku ze Smlouvy o přistoupení k Evropské unii v předemtné oblasti nevyplývají žádné závazky. Vzhledem na vnitrostátní charakter upravované problematiky je bezpředmětné vyjadřovat se ke stupni slučitelnosti návrhu výnosu s právem EU. Problematika návrhu vyhlášky je ponechána na vnitrostátní právní úpravu".

Téma poměrového měření by nemělo být opomíjeno ani odbornými časopisy. Je na redakčních radách, co jsou ochotny publikovat a zda jsou schopné rozpoznat smysl a účel různých článků. Etickou diskuzi je pak možno vést s autory, kteří jsou ochotni respektovat fyzikální zákonitosti ve prospěch uživatelů centrálně vytápěných bytů. S autory, kteří dokáží pouze nehořádným způsobem pomlouvat, svá minulá díla zapírat a fyzikální zákony zneužívat pro zatemňování podstaty poměrového měření je diskuse obtížná.

Seznam použitých symbolů		$t_{st}$	střední povrchová teplota otopného tělesa [°C]
c	měrná tepelná kapacita vody [J/kg.K]		
C	konstanta [ - ]	U	součinitel prostupu tepla [W/m².K]
g	gravitační zrychlení $g = 9,80665 \text{ m/s}^2$	$\alpha_1$	součinitel přestupu tepla na straně vody [W/m².K]
l	charakteristický rozměr [m]		
$\dot{m}$	hmotnostní tok vody [kg/s]	$\alpha_2$	součinitel přestupu tepla na straně vzduchu [W/m².K]
n	konstanta [ - ]		
$\dot{Q}$	tepelný tok [W]	$\beta$	součinitel objemové roztažnosti vzduchu [1/K]
S	teplosměnná plocha [m²]	$\delta$	tloušťka stěny otopného tělesa [m]
$t_{i1}$	teplota vody na vstupu do otopného tělesa [°C]	$\Delta t$	rozdíl teplot mezi teplosměnnou plochou a střední teplotou vzduchu [K]
$t_{i2}$	teplota vody na výstupu z otopného tělesa [°C]		
$t_m$	teplota vzduchu neovlivněná mezní vrstvou [°C]	$\Delta t_{st,log}$	střední logaritmický teplotní spád [K]

$\lambda$	součinitel tepelné vodivosti vzduchu [W/m.K]	$Gr = \frac{\beta \cdot g \cdot \Delta t \cdot l^3}{\nu^2}$	Grashoffovo bezrozměrné číslo
$\nu$	součinitel kinematické viskozity vzduchu [m <sup>2</sup> /s]		
$\rho$	hustota vzduchu [kg/m <sup>3</sup> ]		
$Nu = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda}$	Nusseltovo bezrozměrné číslo	$Ra = Gr \cdot Pr$	Rayleighovo bezrozměrné číslo
$Pr = \frac{\nu \cdot c \cdot \rho}{\lambda}$	Prandtlovo bezrozměrné číslo		

## KONTAKTNÍ ADRESY:



VIPA CZ s.r.o.  
 Kadlická 20  
 460 15 Liberec  
 tel./fax: 482 750 457-8  
 e-mail: [vipa@vipa.cz](mailto:vipa@vipa.cz)  
 web: [www.vipa.cz](http://www.vipa.cz)

VIPA CZ s.r.o.  
 Vodičkova 791/41  
 112 09 Praha 1  
 tel.: 224 152 741  
 mobilní tel.: 605 455 445  
 e-mail: [paha@vipa.cz](mailto:paha@vipa.cz)