

Tlaková ztráta otopných těles



Ústav techniky prostředí

Pressure Loss of Heating Radiators

Recenzent

doc. Ing. Jiří Bašta, Ph.D.

Autor se zabývá hydraulickým napojováním otopných těles ve vztahu k jejich tlakové ztrátě. V grafické podobě podává přehled o průběhu tlakové ztráty deskových otopných těles s a bez instalovaného ventilu. Porovnává i ostatní druhy otopných těles s ohledem na jejich tlakovou ztrátu, vyjádřenou součinitelem místního odporu.

Klíčová slova: vytápění, otopná tělesa, tlaková ztráta

The paper deals with hydraulic connection of radiators in respect of their pressure loss. A survey of the desk radiators pressure loss with and without installed valve is presented in a graphic form. A comparison of other radiator types with regard to their pressure loss expressed by local resistance coefficient is also included.

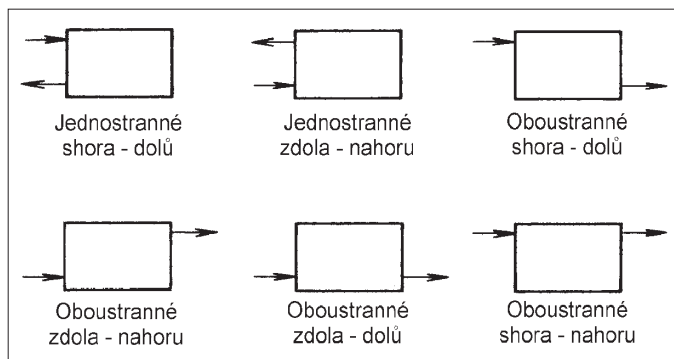
Key words: heating, radiators, pressure loss

Každý element potrubní sítě, kterým protéká libovolné množství tekutiny, vykazuje tlakovou ztrátu. V praxi je rozšířen názor, že většina typů a druhů otopných těles má sama o sobě nízké tlakové ztráty. Tlakovou ztrátu otopných těles ponejvíce ovlivňuje způsob napojení otopného tělesa na otopnou soustavu, resp. způsob a směr protékání otopné vody tělesem.

Dnešní výrobci deskových otopných těles preferují tři základní způsoby napojování deskových otopných těles:

- klasické,
- kompaktní s integrovaným ventilem nebo ventilovou vložkou = VK (VKL, VKU, VKM, atd.),
- kompaktní hydraulicky středěné = MM.

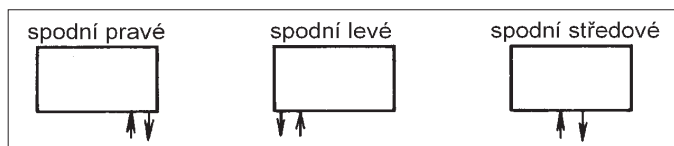
Klasické napojení – umožňuje boční dvoubodové napojení otopného tělesa jednostranné nebo oboustranné a jejich kombinaci (obr. 1).



Obr. 1 Způsoby dvoubodového napojení otopných těles KLASIK

Klasická varianta tedy umožňuje 6 různých způsobů napojení otopného tělesa na otopnou soustavu. Součástí není žádná další armatura či šroubení a proto otopná tělesa vykazují poměrně nízkou tlakovou ztrátu.

Kompaktní napojení s integrovaným ventilem je spodní dvoubodové napojení otopného tělesa a to buď levé, pravé nebo středové (obr. 2)



Obr. 2 Způsoby dvoubodového napojení otopných těles VK

To znamená vždy napojení s integrovaným ventilem dvoubodové spodní pravé, levé či středové. Jedná se o napojení otopného tělesa s tzv. propojovací garniturou (obr. 3). Propojovací garnitura je část připojovacího potrubí, která je sloučena s tělesem tak, aby nenarušovala výsledný vzhled

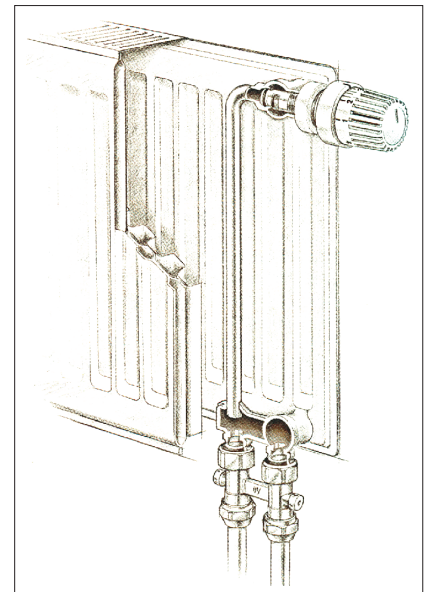
otopného tělesa v interiéru. Z hlediska způsobu hydraulického napojení otopného tělesa se jedná o napojení jednostranné shora – dolů (obr. 1), neboť propojovací garnitura přivádí otopnou vodu do horní rozvodné komory a z dolní sběrné komory otopného tělesa na téže straně ji zase odvádí.

Výrobci otopných těles uvádí různé modifikace, jako je např. VKL, které je konstrukčně shodné s VK, s výjimkou umístění propojovací garnitury vlevo. Oproti této variantě VKM má propojovací garnituru umístěnou uprostřed s tím, že se může jednat o různé kombinace dvoubodového napojení. Zvláštní případ představuje tzv. univerzální propojovací garnitura u typu VKU, která umožňuje napojení ve všech možných kombinacích jak bočního klasického tak i spodního levého nebo pravého napojení. Je třeba připomenout, že někteří výrobci otopných těles pod názvem VK nabízejí otopné těleso VK bez navařených příchytek na zadní straně otopného tělesa (typy bez zadní rozšířené přístupní plochy). To umožňuje otopné těleso otočit o 180° instalovat jako VKL (tj. napojení spodní levé).

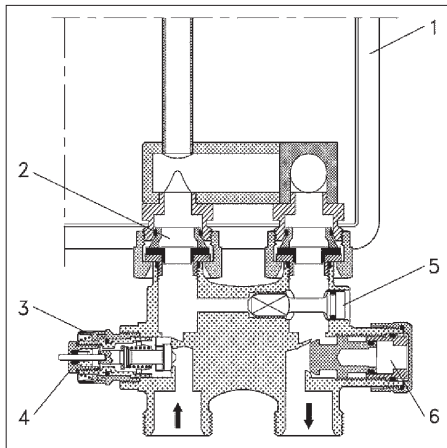
Všechna kompaktní desková otopná tělesa mají integrovaný termostatický ventil nebo ventilovou vložku (dále TRV), na který je možno osadit termostatickou hlavici (obr. 3).

Tvarem a konstrukčním řešením má integrovaný TRV ventil (ventilová vložka) odlišné vlastnosti než klasické TRV ventily. Při hydraulickém návrhu otopného tělesa je proto nutné brát v úvahu tlakovou ztrátu otopného tělesa, ventilové vložky a propojovací garnitury, jako jeden naměřený a neodělitelný celek.

Provedení kompaktní, hydraulicky středěné je spodní dvoubodové středové napojení otopného tělesa (obr. 2). Jedná se o další kompaktní modifikaci. Zde jsou však otvory pro přívod a odvod otopné vody umístěny uprostřed horní rozvodné a dolní sběrné komory. Dalším rozdílem je chybějící instalace integrovaného termostatického ventilu. TRV ventil je samostatně umísťován pod otopné těleso. Připojovací armatura pro tato



Obr. 3 Řez tělesem s propojovací garniturou a spodním pravým napojením



Obr. 4
Připojovací armatura
typ VHS s integra-
vaným TRV ventilem
a uzavíratelným
šroubením
1 – otopné těleso,
2 – těsnící kroužek,
3 – připojovací ná-
trubek, 4 – TRV,
5 – ucpávka,
6 – vypouštěcí
a uzavírací ventil

tělesa má funkci jak klasického termostatického ventilu, tak i šroubení (obr. 4).

V dalším textu porovnávám velikost tlakových ztrát u deskového otopného tělesa typu 10 ve výše uvedené variantě, kterou pro zjednodušení označím jako KLASIK, VK a MM. Pro přepočítání jednotlivých veličin jsem využil následujících vztahů

$$\Delta p = \xi \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho \Leftrightarrow \xi = \frac{2 \cdot \Delta p}{w^2 \cdot \rho}$$

$$\dot{m} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot w \cdot \rho \Leftrightarrow w = \frac{4 \cdot \dot{m}}{\pi \cdot d^2 \cdot \rho}$$

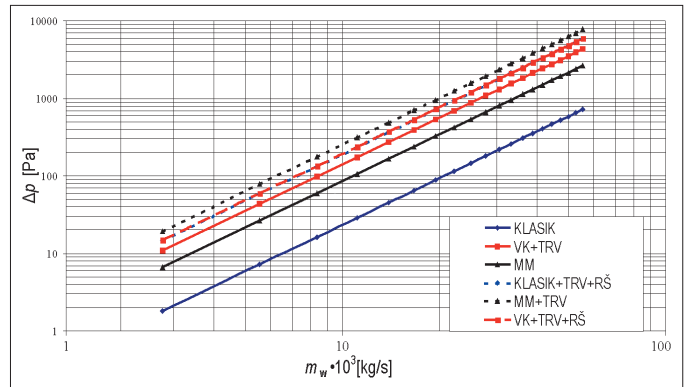
$$\Rightarrow \Delta p = \frac{8 \cdot \dot{m}^2}{\pi \cdot d^4 \cdot \rho} \cdot \xi$$

Při výpočtu tlakové ztráty nemůžeme vždy vycházet z předpokladu známého součinitele místní tlakové ztráty otopného tělesa. Proto jsem pro výpočet součinitele místní tlakové ztráty využil přepočítání při konstantní rychlosti proudění otopné vody $w = 0,5 \text{ m/s}$ a průměru potrubí DN15. Podle ČSN EN 442-2 jsem hustotu vody určil pro teplotu vody 20 °C jako $\rho = 988,2 \text{ kg/m}^3$.

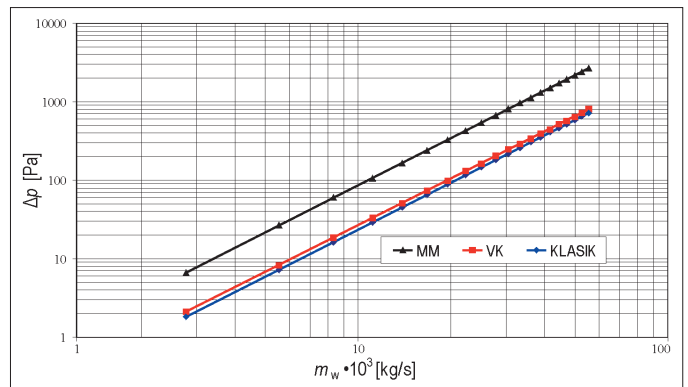
Na obr. 5 je vidět průběh tlakové ztráty u deskového otopného tělesa bez regulačních armatur, pro různé způsoby. U VK byla odečtena tlaková ztráta ventilové vložky pro zcela otevřený ventil bez osazení termostatické hlavice. Z obr. 5 vyplývá, že tlakové ztráty otopných těles (OT) Klasik a VK jsou téměř stejné. Nepatrný nárůst tlakové ztráty u VK oproti KLASIK zapříčiňuje již výše zmíněná propojovací garnitura. Naproti tomu OT MM vykazuje téměř pětikrát vyšší tlakovou ztrátu. Propojovací garnitura má u varianty MM odlišný tvar. Při ohýbání garnitury dochází k zúžení resp. zploštění průřezu. Zmenšením průtočného průřezu dojde zároveň k nárůstu rychlosti proudění v kritickém místě propojovací garnitury. Nárůst rychlosti proudění má poté za následek vyšší tlakovou ztrátu dané části garnitury jakož i otopného tělesa jako celku.

Na obr. 6 je znázorněn průběh tlakových ztrát podle údajů od výrobce včetně průběhu tlakové ztráty těles po osazení plně otevřených regulačních armatur. Z obr. 6 plyne, že dle katalogového listu desková otopná tělesa v OT MM vykazují největší tlakovou ztrátu, a to právě díky osazení propojovací garnitury. Pokud osadíme jednotlivá OT regulačními prvky, můžeme vidět významný nárůst tlakových ztrát u všech OT.

Největší nárůst tlakové ztráty vykazuje otopné těleso KLASIK díky osazení termostatického ventilu a regulačního šroubení. Významný nárůst tlakové ztráty regulačním prvkem můžeme pozorovat také u OT MM. Na rozdíl od OT KLASIK má připojovací armatura pro OT MM. Jiné konstrukční řešení, a proto i výsledný nárůst tlakové ztráty není tak velký jako u OT KLASIK. Nejmenší nárůst tlakové ztráty po osazení všemi regulačními prvky zaznamená OT VK. Mírný nárůst tlakové ztráty u OT VK na obr. 6 způsobuje tzv. H – šroubení. Což je vlastně upravené regulační šroubení navržené speciálně pro otopná tělesa VK s připojovací roztečí 50 mm.

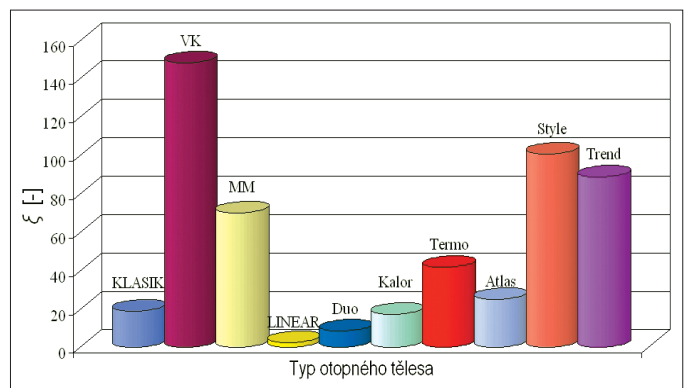


Obr. 5 Průběh tlakových ztrát u deskového otopného tělesa typ 10 pro DN 15 (při 20 °C)
U typu VK je udávána tlaková ztráta včetně garnitury a TRV; u typu MM je tlaková ztráta udávána s garniturou bez TRV



Obr. 6 Průběh tlakových ztrát u deskového otopného tělesa typ 10 dle katalogového listu + průběh tlakových ztrát včetně osazení plně otevřených regulačních armatur DN 15 (při 20 °C)

V rámci porovnání jsem stanovil součinitele místních ztrát ξ pro 10 různých typů otopných těles. Výpočet vychází z konstantní rychlosti proudění otopné vody $w = 0,5 \text{ m/s}$ a průměru potrubí DN15. Výsledkem bylo stanovení součinitele místního odporu pro jednotlivé typy otopných těles. Na obr. 7 je vidět, že nejvyšší hodnotu součinitele místní ztráty ξ nabývá deskové otopné těleso VK (tj. včetně propojovací garnitury a TRV), naopak nejnižší hodnoty ξ vykazují trubková otopná tělesa LINEAR a Duo. Oba typy jak LINEAR tak Duo jsou trubková otopná tělesa, kde LINEAR má vodorovný registr trubek a Duo svislý registr trubek. U trubkových otopných těles jsou rozvodné a sběrné komory navzájem spojeny řadou trubek menších průřezů, proto i výsledná tlaková ztráta je u těchto otopných těles nízká. Otopná tělesa Kalor, Termo a Atlas jsou článková otopná tělesa a výsledný součinitel místní ztráty je tak závislý na konstrukci jednotlivých článků a jejich napojování. Nejsložitější tvar článků má otopné těleso Termo a proto vykazuje z uvedených článko-



Obr. 7 Součinitel místní ztráty pro různé typy otopných těles pro DN 15 (při 20 °C)

vých otopných těles největší tlakovou ztrátu. Z obr. 7 vyplývá, že tlaková ztráta článkových a deskových otopných těles vykazuje malé rozdíly a závisí pouze na konstrukčním řešení jednotlivých typů. Poslední posuzovaná otopná tělesa jsou speciální designová trubková tělesa Trend a Style se svislým registrem trubek. U těchto typů trubkových těles jsou rozvodná a sběrná komora umístěny za svislým registrem trubek a natékání otopné vody do svislých trubek je složitější než u klasických trubkových otopných těles. Součinitel místní ztráty je tak dán tvarem rozvodné (resp. sběrné) komory a způsobem napojení svislého registru trubek na komory.

ZÁVĚR

V praxi je známo, že tlakové ztráty jsou za provozních podmínek u většiny druhů a typů otopných těles poměrně nízké. Výrobci otopných těles uvádějí výslednou tlakovou ztrátu buď jako grafickou závislost $\Delta p = f(\dot{m})$ pro otopná tělesa kompaktní s integrovaným ventilem, nebo jako hodnotu součinitele místního odporu ζ pro tělesa článková, trubková a desková bez integrovaného ventilu. Při návrhu otopného tělesa a výpočtu jeho tlakové ztráty je třeba respektovat, pro jaké DN byl součinitel místní ztráty určen, resp. pro jaké DN je v technických podmínkách udáván.

Tento příspěvek je součástí výzkumného záměru MŠMT č.: 6840770011.

Kontakt na autora: Roman.Vavricka@fs.cvut.cz

Použité zdroje:

- [1] Bašta, J.: *Otopné plochy*. Vydavatelství ČVUT, 2001. 328 s. ISBN 80-01-02365-6.
- [2] Vavříčka, R., Bašta, J.: *Temperature Fields of Radiators*. In: 5th International Conference on Advanced Engineering Design, Prague: Czech Technical University, 2006. ISBN 80-86059-44-8.
- [3] Bašta, J., Vavříčka, R.: *Hydraulika napojení krátkých a dlouhých otopných těles*. In: 14. mezinárodní konferencia Vykurovanie 2006, s. 342–346. Tatranské Matliare. 2006. ISBN 80-89216-06-4.
- [4] Firemní podklady – Korado a. s., České Třebová. Buderus tepelná technika Praha, spol. s r. o., Danfoss s. r. o, Praha. ■

Ing. Miloslav Musil osmdesátníkem!

Skoro se nechce věřit, že ten čiperný a stále o dění v oboru se zajímavými účastníky seminářů a akcí Společnosti pro techniku prostředí – Ing. Miloslav Musil, CSc. – oslavil 12. října 2007 osmdesáté narozeniny.

Pochází z Dřevíkova na Českomoravské vysočině. Po ukončení povinné školní docházky byl přijat k firmě Baťa ve Zlíně, ve které postupně absolvoval Baťovu školu práce, vyučil se strojním zámečnickem, následovala odborná škola strojní a vyšší průmyslová škola strojní s maturitou. Vysokoškolské studium započal v Brně a po převzetí fakulty armádou přechází na ČVUT do Prahy. Strojní fakultu absolvoval se specializací v oboru zdravotní technika a vzduchotechnika v roce 1953. Již jako vysokoškolský student pracoval ve strojní konstrukci kotlů a turbín v 1. Brněnské v Brně a později ve Výzkumném ústavu pozemních staveb v Praze. Na absolutorium ČVUT navázal vědeckou aspiranturou v Ústavu hygieny v Praze. Jeho školiteli byli prof. Ing. Jan Pulkrábek a doc. MUDr. Karel Symon. Tento ústav (nyní součást Státního zdravotního ústavu) opustil až v roce 1993, kdy odešel – již jako můj vážený a milý kolega – do zasluženého důchodu.

Ing. Musil vybudoval v Ústavu hygieny oddělení hygieny bydlení, řešící problematiku výstavby a zdravotní techniky v obytných domech a nevýrobních stavbách (vytápění, větrání, stavební instalace, osvětlení, hluk). Později se činnost oddělení rozšířila o hodnocení stavebních a zařizovacích materiálů. Ing. Musil navrhl řadu metodik měření včetně kritérií hodnocení pro laboratorní i terénní praxi. V době své aktivní činnosti realizoval četná praktická a experimentální měření, využitelná v posudkové činnosti. Byl řešitelem řady výzkumných projektů zejména z oblasti hygieny bydlení. Je spoluautorem tří knižních publikací o vytápění a větrání budov a jedné metodické knižní publikace o hygieně bydlení, zpracované pro Světovou zdravotnickou organizaci. Je autorem desítek závěrečných zpráv z ukončených výzkumných projektů. Získané zkušenosti uplatňoval jako člen poradního sboru hlavního hygienika a jako stálý člen oponentní rady ministerstva stavebnictví, při normotvorné činnosti, v doškolování dalších odborníků, při specializované poradenské a posudkové činnosti. Je také zakládajícím členem a dlouholetým funkcionářem Společnosti pro zdravotní techniku a vzduchotechniku a posléze Společnosti pro techniku prostředí. Ing. Musil udržuje i jako důchodce stále kontakt s kolegy, zajímá se živě o novinky v oboru.

Současně s upřímným blahopřáním ke krásnému životnímu jubileu mu přejeme, ať mu zájem o dění ve společnosti - nejen v té odborné - ještě dlouho vydrží, ať mu slouží zdraví!

Ariana Lajčíková a redakční rada VVI