

Hlučnost termostatických ventilů



Ústav techniky prostředí

Thermostatic Valves Noise

Recenzent
doc. Ing. Jiří Bašta, Ph.D.

Článek se zabývá problematikou hlučnosti termostatických ventilů ve vztahu k hydraulickým poměrům v otopné soustavě. Prezentovaná fakta jsou výsledkem experimentů na reálných termostatických ventilech. Zjištěné hladiny akustického tlaku A v kontrolních místech jsou dány do souvislosti s Nařízením vlády č. 148/2006 Sb.

Klíčová slova: otopná soustava, regulační ventily, hluk

The article deals with noise problems of thermostatic valves in a relation to hydraulic conditions in a heating system. Presented facts represent the results of experiments with thermostatic valves. The A – level sound pressure, ascertained at control points are reviewed in accordance with the Governmental Decree No. 148/2006 Coll.

Key words: heating system, control valve, noise

1. ÚVOD

Již řadu let mají majitelé obytných budov možnost rekonstruovat vytápěcí zařízení s cílem zlepšit účinnost zařízení, omezit emise škodlivých látek do venkovního prostředí a snížit spotřebu tepelné energie pro vytápění. Jsou nabízeny různé alternativy rekonstrukcí. Jedním z častých opatření, které se doporučuje a je předepsáno vyhláškou č. 151/2001 Sb., je použití termostatických ventilů. Praxe ukazuje, že poměrně často je toto opatření doprovázeno nebylým zvýšením hlučnosti vytápěcího zařízení.

Navrhování potrubních systémů pro ústřední vytápění budov je řešeno různými způsoby již celá desetiletí. Autoři většiny výpočetních postupů se obvykle vyhýbají skutečnosti, že vytápěcí soustava je z hlediska tlakových ztrát nelineární systém, pro který platí Kirchhoffovy zákony v upravené formě. Vede to ke zjednodušení, která technikům často zakrývají podstatu řešeného problému. Tento článek si dovoluje nejprve naznačit skutečné závislosti tlakových změn v systému, kdy např. regulační orgán při překročení nastavených teplotních poměrů zvýší nebo sníží místní tlakovou ztrátu (např. regulačního ventilu) a jejich vliv na generaci hluku z vytápěcího zařízení.

2. ZDROJE HLUKU

Mezi významné zdroje hluku v otopných teplovodních soustavách je možno zařadit na prvním místě oběhová čerpadla. Pokud však projektant nezapomene, nebo nešetří na oddělení čerpadla od ocelového potrubí umístěním pryžových kompenzátorů na sací i výtlačné straně čerpadla, je možno s jistotou vyloučit intenzivnější přenos chvění a hluku čerpadla do chráněného prostoru.

V bezprostřední blízkosti otopných ploch jsou montovány regulační armatury. Termostatické ventily, které do této skupiny patří, se za provozu projevují jako elementy se zvýšenou místní hydraulickou ztrátou. Regulační ventily jsou většinou doplněny tzv. předregulací. Předregulace je u různých výrobců řešena rozdílně. Kdyby se jednalo o dva zcela samostatné místní odpory, tak by se toto řešení jevílo z hlediska generace hluku regulačních ventilů jako řešení výhodné, neboť by byla tlaková ztráta dělena na dvě části. S tím by bylo samozřejmě spojeno snížení rychlosti proudění vody v daném škrticím elementu. Výhodnost řešení vyplývá z následujících informací.

Aerodynamické (hydrodynamické) zdroje hluku (chvění) je možno charakterizovat obecnou závislostí generovaného akustického výkonu W (W) na rychlosti proudění tekutiny

$$W \approx Kw^6, \quad (1)$$

kde

K je konstanta úměrnosti vyjadřující vliv rozměru a tvaru,

w (m/s) je rychlost proudění tekutiny.

Uvedená závislost vede teoreticky při zdvojnásobení rychlosti proudění tekutiny ke zvýšení akustického výkonu 64 krát. V logaritmických stupnicích to lze vyjádřit závislostí

$$L_w \approx 60 \log(w), \quad (2)$$

kteřá ukazuje pro stejný případ nárůst hlučnosti o 18 dB. Je třeba si uvědomit, že zmíněná generace akustického výkonu probíhá ve vodě uvnitř potrubního systému.

Pokud se podaří snížit rychlost proudění škrticím elementem na polovinu, tak se naopak může dosáhnout snížení generace hluku o stejných 18 dB.

3. TLAKOVÉ POMĚRY

Dva po sobě následující odpory v potrubní síti se mohou navenek jevit jako jeden odporový prvek, pro nějž platí ze zákona o zachování hmoty

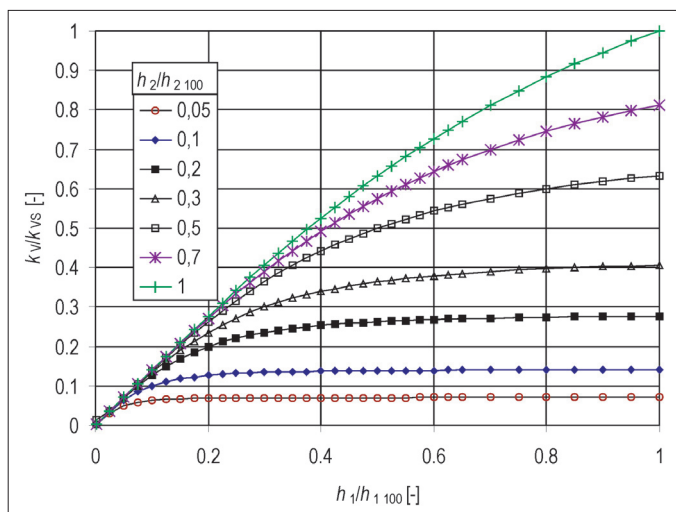
$$\dot{m}_1 = \dot{m}_2 = \dot{m}.$$

Pro tlakové ztráty platí výraz vyjadřující výslednou tlakovou ztrátu jako součet dílčích tlakových ztrát

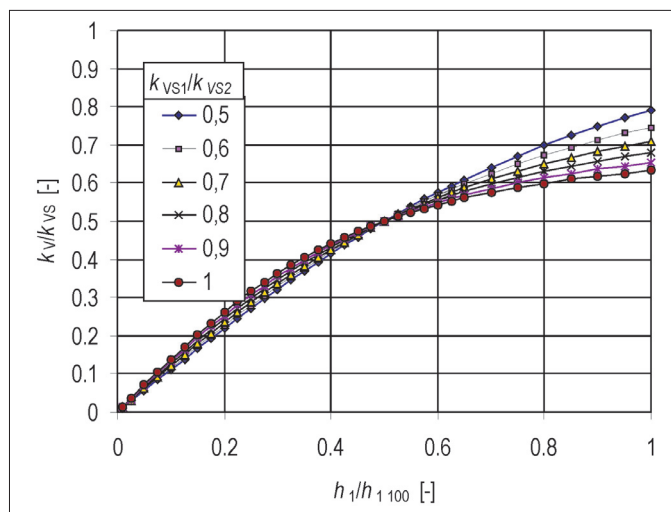
$$\Delta p = \Delta p_1 + \Delta p_2 = C_1 \frac{\dot{m}_1^2}{\rho} + C_2 \frac{\dot{m}_2^2}{\rho} \quad (3)$$

kde $\dot{m}_1, \dot{m}_2$ (kg/s) jsou hmotnostní průtoky vody,
 C_1, C_2 (Pa · s²/m³ kg) konstanty odpovídající konstrukci daného elementu,
 ρ (kg/m³) hustota vody při provozní teplotě.

Rozdělení potřebného tlakového spádu do dvou částí je z hlediska potlačení hluku soustavy velice výhodné, neboť rychlost proudění škrticím orgánem může být výrazně nižší. Při rovnosti konstant C_1 a C_2 by rychlost, při dosažení stejné celkové ztráty, mohla poklesnout o 30 % a vlivem toho generace hluku o cca 9 dB.



Obr. 1 Poměrná změna k_v hodnoty dvou sériově zapojených odporů o stejné k_{vs} hodnotě a různém nastavení druhého odporu $h_2/h_{2,100}$



Obr. 2 Změna k_v hodnoty dvou sériově zapojených odporů při stejném 50% nastavení

Pokud se pro vyjádření průtoku otopné vody použije průtokový součinitel k_v (m^3/h) definovaný výrazem

$$k_{vs} = \dot{V} \sqrt{\frac{\Delta p_0}{\Delta p_v}} \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}} \quad (4)$$

kde $\dot{V}$ (m^3/h) je objemový průtok,
 Δp_0 (kPa) vztázná tlaková ztráta 100 kPa,
 Δp_v (kPa) tlaková ztráta ventilu,
 ρ_0 (kg/m^3) hustota vody při teplotě 15 °C,
 ρ (kg/m^3) hustota vody při provozní teplotě.

Pro vyjádření tlakové ztráty lze napsat výraz

$$\Delta p_v = V^2 \frac{\Delta p_0}{k_{vs}^2 \rho_0} \quad (5)$$

Dosazením do shora uvedeného vztahu, vyjadřující zapojení místních ztrát do série, se získá výraz

$$\Delta p = \dot{V}^2 \left(\frac{1}{k_{vs1}^2} + \frac{1}{k_{vs2}^2} \right) \frac{\rho}{\rho_0} \Delta p_0 \quad (6)$$

Porovná-li se tento vztah s definičním vztahem pro k_v hodnotu, tak lze stanovit, pro dva za sebou zapojené regulační orgány výsledný průtokový součinitel

$$k_{vs} = \sqrt{\frac{k_{vs1}^2 \cdot k_{vs2}^2}{k_{vs1}^2 + k_{vs2}^2}} \quad (7)$$

Za předpokladu, že má regulační ventil autoritu $P_v = 1$, tak bude existovat přibližně lineární závislost mezi poměrnou hodnotou k_v/k_{vs} ventilu a zdvihem kuželky.

$$\frac{k_{v1}}{k_{vs1}} = \frac{h_1}{h_{1,100}} \quad (8)$$

Předpoklad přibližně lineární průtočné charakteristiky si můžeme dovolit i pro spojení rovnoprocentního regulačního ventilu s otopným tělesem. Budeme-li předpokládat celkem běžnou autoritu ventilu v rozmezí 30 až 40 % a složíme-li průtočnou charakteristiku rovnoprocentního ventilu s výkonovou charakteristikou otopného tělesa, získáme přibližně lineární výslednou charakteristiku celku, tj. můžeme dále pracovat se vztahem (8).

Pokud je druhý škrticí element nastaven na konstantní hodnotu, tak výsledná k_v hodnota sériově uspořádaných škrticích orgánů se bude měnit pouze se zdvihem kuželky prvního ventilu. Celkovou poměrnou hodnotu k_v/k_{vs} dvou sériově řazených odporů lze stanovit ze vztahu

$$\frac{k_v}{k_{vs}} = \sqrt{\frac{1 + \left(\frac{k_{vs1}}{k_{vs2}} \right)^2}{\left(\frac{h_{1,100}}{h_1} \right)^2 + \left(\frac{k_{vs1}}{k_{vs2}} \right)^2 \left(\frac{h_{2,100}}{h_2} \right)^2}} \quad (9)$$

Grafické vyjádření vztahu (9) je ukázáno na diagramu obr. 1. Z diagramu je zřejmé, že trvalé nastavení druhého škrticího orgánu významným způsobem ovlivňuje regulační schopnost vlastního ventilu. Z pohledu pracovníka zabývajícího se snižováním hluku, tak bude sériové řazení regulačních orgánů v blízkosti otopného tělesa výhodné, neboť může vést k potlačení hluku. Ideálního případu, tedy minimální generace hluku, by se mělo dosáhnout při stejných hydraulických ztrátách na obou škrticích elementech. To by znamenalo případ, kdy nastavení ventilu a druhého škrticího orgánu (regulačního šroubení) bude vyhovovat podmínce

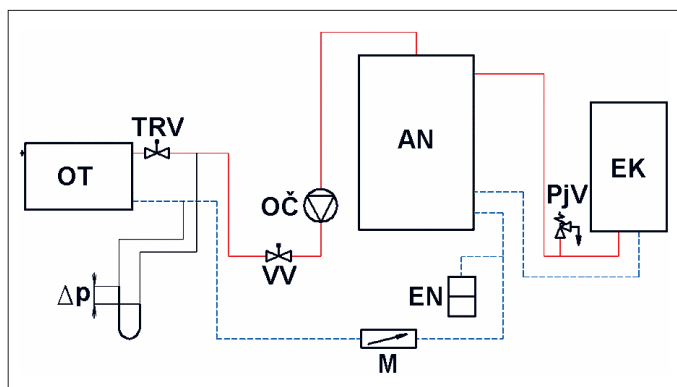
$$\frac{h_1}{h_{1,100}} = \frac{h_2}{h_{2,100}} = 0,5$$

Pro tento případ byl vytvořen diagram na obr. 2.

4. EXPERIMENTÁLNÍ OTOPNÁ SOUSTAVA

Hlukové údaje od výrobců a dodavatelů termostatických ventilů jsou velice málo vypovídající a vyvolávají často velká nedorozumění. Za účelem získání reálných hlukových údajů různých typů ventilů na Ústavu techniky prostředí proběhla řada experimentů, jejichž cílem bylo zjistit, jak se chová termostatický ventil s otopným tělesem v okruhu vytápění.

S ohledem na poměrně malé rozměry ventilů je vyzařování nadměrného hluku do vzduchu obvykle spojeno s existencí větších ploch schopných přenášet chvění (hluk) z vodního prostoru do okolního vzduchu. To zajistí bezesporu otopné plochy, v jejichž těsné blízkosti se termostatické ventily montují. V podstatě se jedná o sekundární vyzařování akustické energie z vodního prostředí přes ocelovou konstrukci do vzduchu. Tím je celý případ značně komplikován nejenom z hlediska přesného stanovení podmínek generace hluku do vzduchu, ale i z hlediska provádění kontrolních



Obr. 3 Schéma experimentální trati

OT – otopné těleso

TRV – termostatický regulační ventil OT

OČ – oběhové čerpadlo

VV – vyvažovací ventil STAD

AN – akumulací nádoba

EK – elektrokotel

PjV – pojistný ventil

EN – expanzní tlaková membránová nádoba

M – průtokoměr

 Δp – odběr statických tlaků

měření. Přispívá k tomu i vliv různého upevnění potrubí a otopných ploch ve stavební konstrukci.

Termostatické ventily mají svoji konstrukci silně ovlivněnou požadavkem, aby ventil přesně reagoval na změny rozměru akčního členu (dilatace vlivem teploty okolního vzduchu v termostatické hlavici). To vede k velice malým pohybům kuželky proti sedlu ventilu, které činí řádově desítky mm. Rychlosti proudění vody v průřezu mezi kuželkou a sedlem ventilu pak dosahují značných hodnot zejména ve stavu těsně před uzavřením průtoku. Hydraulické odpory termostatických ventilů se udávají podle nastavení v rozsahu řádově 1 až 100 kPa.

Někteří výrobci termostatických ventilů uvádějí ve svých technických podmínkách údaje o hlučnosti jejich výrobků. Praxe však ukazuje, že tyto hodnoty jsou nereálné ve vztahu k praktickým zkušenostem z realizovaných staveb. Příčin nesouladu mezi údaji o hlučnosti získané z praxe a údaji výrobců je několik. V první řadě je nutno uvést skutečnost, že hluk vzniklý ve ventilu nemůže být v plné míře generován přímo z jeho malého povrchu do okolního vzduchu z důvodu podkritického vyzařování (činitel vyzařování je výrazně nižší než 1 s ohledem na kmitočet a rozměr zářiče). Rovněž nezanedbatelným parametrem je množství vzdušiny obsažené v otopné vodě.

Proto bylo rozhodnuto vyzkoušet různé typy termostatických ventilů napojených přímo na otopné těleso. Tvrdým (akusticky) připojením tak, jak se to provádí v praxi, je umožněn snadný přenos chvění z termostatického ventilu na plášť otopného tělesa, které se stane významným sekundárním zářičem akustické energie.

Pro experiment bylo použito deskové otopné těleso RADIK KLA-SIK 21-600 x 1000.

Experimenty byly provedeny při třech různých konstrukcích termostatických ventilů.

K měření hluku termostatických ventilů byla v hlukové laboratoři Ústavu techniky prostředí Fakulty strojní ČVUT v Praze sestavena zkušební otopná soustava. Schéma zařízení je na obr. 3. Zdrojem tepla v otopné soustavě je nástěnný kotel (elektrokotel)

o výkonu 12 kW, který je zavěšen na mobilním podstavci pro snadnější manipulaci. Do soustavy je integrována akumulací nádoba o objemu 300 l. Dopravní tlak dodává soustavě oběhové čerpadlo s možností plynulé změny dopravního tlaku (maximální dopravní výška 11 m).

Uspořádání trati je patrné ze schématu. Otopné těleso s termostatickým ventilem je umístěno v bezdovukové místnosti. Ostatní zařízení je v sousední hlukově oddělené místnosti, aby byl potlačen jejich vlastní hluk. Primární okruh je složen z kotle a akumulací nádoby. Kotel je vybaven oběhovým čerpadlem, které je napojeno na vratném potrubí (potrubí z akumulací nádoby zpět do kotle). Sekundární okruh začíná akumulací nádobou, která v soustavě vytváří akumulátor tepla, čímž je minimalizováno spínání kotle. Za nádobou je napojeno oběhové čerpadlo. Přívodní potrubí do měřeného otopného tělesa je vedeno pod podlahou laboratoře a to ohybové měkkými hadicemi, aby byl potlačen přenos chvění od oběhového čerpadla. Před termostatickým ventilem a za otopným tělesem jsou provedeny odběry statického tlaku, na jehož základě je vyhodnocována tlaková ztráta na termostatickém ventilu a otopném tělese jako celku. Měřený termostatický ventil je osazen na přívodu do tělesa. Na vratném potrubí je osazeno regulační šroubení umožňující uzavírání otopného tělesa a jeho vypuštění bez nutnosti vypuštění celé otopné soustavy. Na vratném potrubí je dále osazen průtokoměr, na němž se nastavuje požadovaný průtok soustavou.

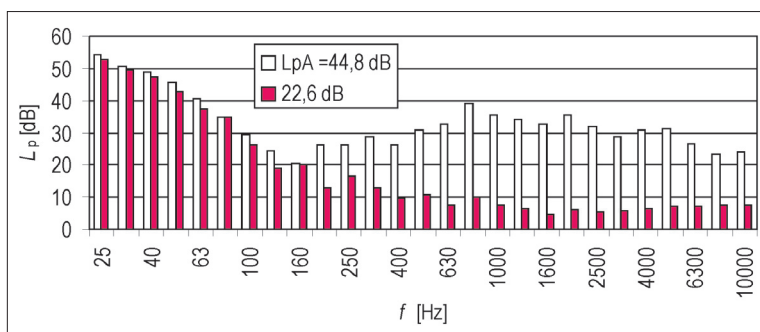
Poloha kuželky termostatického ventilu byla nastavována ručně a měřena mikrometrem. Předregulace ventilů byla zcela otevřena.

K měření hluku byl použit přesný zvukoměr firmy Brüel a Kjær typ 2260. Měřena byla především hladina akustického tlaku A v referenční vzdálenosti od tělesa. Současně byly kontrolovány hladiny akustického tlaku v 1/3 oktávových pásmech.

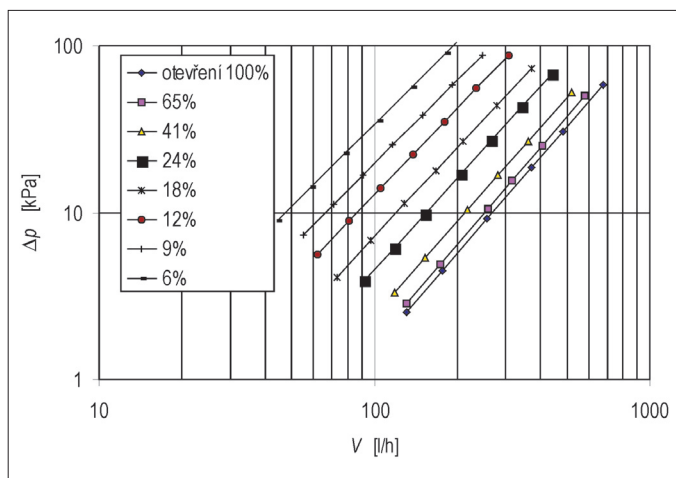
Vstupní teplota otopné vody byla udržována na hodnotě 75 °C.

Pro dokumentaci tvaru spektra hluku termostatického ventilu Danfoss RTD – N 15 je na obr. 4 prokázána jeho změna při různých provozních stavech. Naměřené hladiny akustického tlaku v 1/3 oktávových pásmech při nízké hlučnosti a vysoké hlučnosti byly vyneseny do diagramu, které jsou obsahem obr. 4.

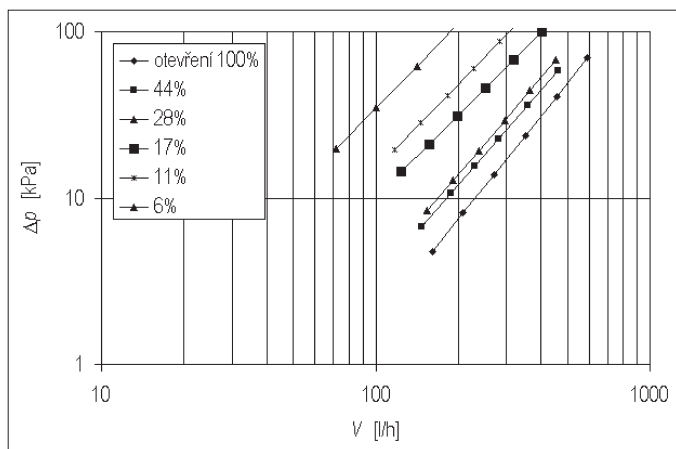
Z diagramu je zřejmé, že za určitých provozních stavů (velký průtok vody při velké tlakové ztrátě) je nutno počítat s čistými tónovými složkami ve spektru hluku ventilu. Podle Nařízení vlády č. 148/2006 Sb. „o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací“ jsou hlukové limity přísnější. Čítujeme: „Jde-li o hluk s tónovými složkami, přičte se další korekce – 5 dB. Hlukem s tónovými složkami se rozumí hluk, v jehož kmitočtovém spektru je hladina akustického tlaku v 1/3 oktávovém pásmu, případně i ve dvou bezprostředně sousedících třetinoctávových pásmech, o více než 5 dB vyšší než hladiny akustického tlaku v obou sousedních třetinoctávových pásmech“.



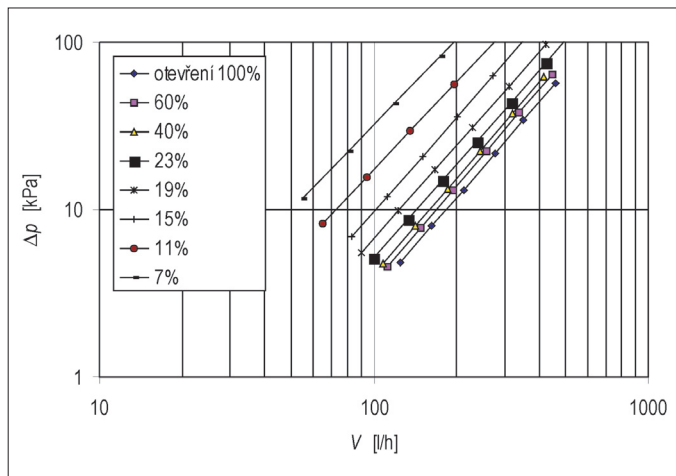
Obr. 4 Porovnání 1/3 oktávového spektra hladiny akustického tlaku při nízké hlučnosti a vysoké hlučnosti termostatického ventilu Danfoss RTD – N 15



Obr. 5 Závislost tlakové ztráty termostatického ventilu Danfoss RTD-N 15 na průtoku vody



Obr. 6 Závislost tlakové ztráty termostatického ventilu Heimeier V – exakt 1/2" na průtoku vody



Obr. 7 Závislost tlakové ztráty termostatického ventilu Siemens VU 215 na průtoku vody

Z předložených výsledků měření hluku termostatických ventilů vyplývá, že nebezpečí čistých tónových složek ve spektru hluku termostatických ventilů je reálné. Pro hodnocení hluku v obytných místnostech v noční době potom musí být bezpečně splněn hlukový limit hladiny akustického tlaku A 25 dB.

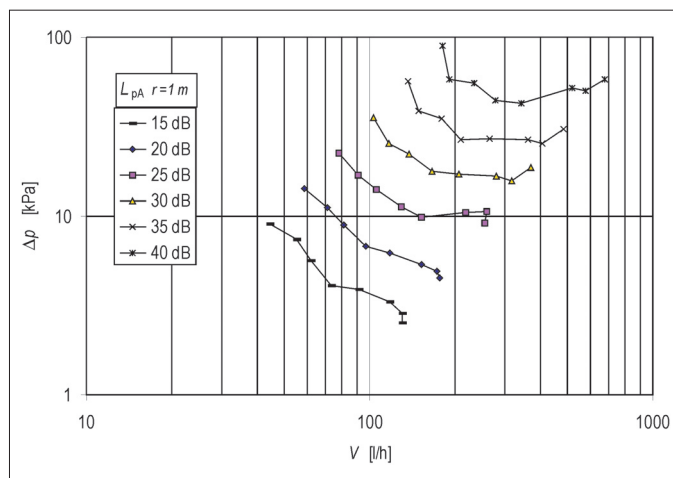
Hlavní pozornost při prováděných experimentech byla věnována závislosti tlakové ztráty na termostatickém ventilu (včetně otopného tělesa) na průtoku otopné vody a to vše ve vztahu ke generovanému hluku.

Diagramy na obr. 5, 6 a 7 jsou sestaveny podle zvyklostí dodavatelů ventilů a to s osami x – dopravované množství otopné vody a osa y – tlaková ztráta ventilu s OT.

Naměřené hladiny akustického tlaku A byly regresní metodou přepočítány na celé hodnoty hladin akustického tlaku A (25 dB, 30 dB, 35 dB, 40 dB), a vyneseny opět v souřadnicích x – průtok otopné vody a osa y – tlaková ztráta ventilu s OT a to jako čáry stejné hladiny akustického tlaku A viz obr. 8, 9 a 10.

4. ZÁVĚR

Nejprve nutno poznamenat, že experimentální ověření hlučnosti termostatických ventilů je časově náročné a proto nebylo možné hned napoprvé proměřit jejich hlučnost při různě nastavené předregulaci. Předregulace termostatických ventilů je u většiny výrobců řešena přímým nebo nepřímým omezováním zdvihu kuželky. Je to možno dokumentovat diagramy na obr. 5, 6 a 7, které jsou velice podobné firemním údajům, kdy jednotlivé čáry v diagramech $\Delta p - V$ jsou téměř identické s čarami pro různé nastavení předregulace.

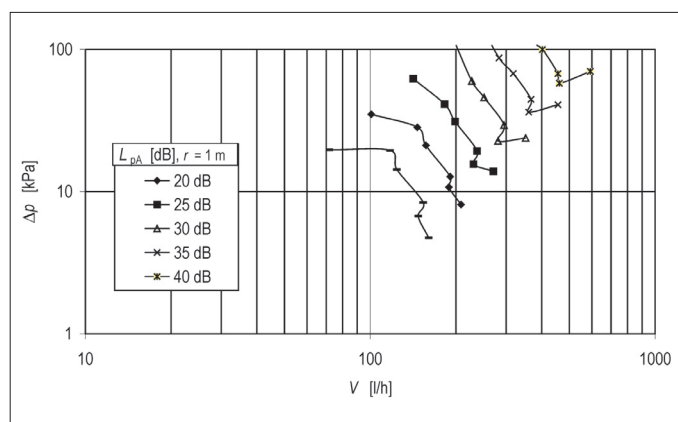


Obr. 8 Hluk termostatického ventilu Danfoss RTD-N 15

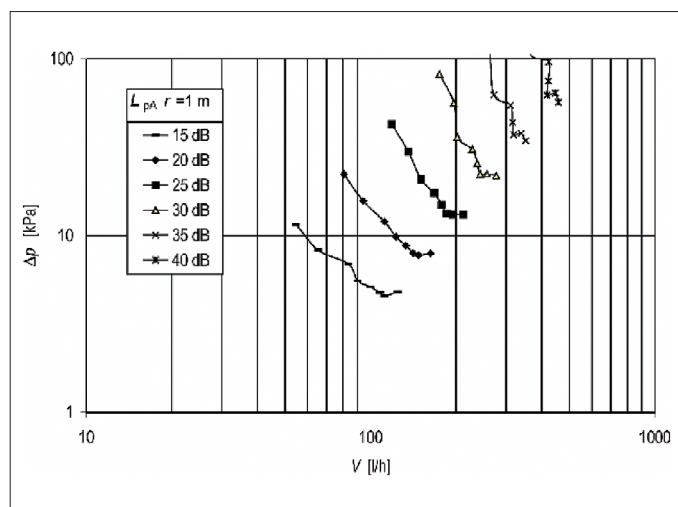
Používání předregulace u termostatických ventilů nelze považovat z hlediska snižování hlučnosti termostatických ventilů za řešení optimální. Není tím zamezeno nadměrné rychlosti proudění průtočným průřezem mezi sedlem a kuželkou ventilu, když má ventil propouštět menší průtok otopné vody. Naopak při použití předregulace se omezuje významným způsobem regulační schopnost ventilu na malou část zdvihu kuželky, jak je dokumentováno na diagramu v obr. 1. To samozřejmě nevede ke snižování hlučnosti termostatických ventilů.

V návaznosti na uvedené výsledky lze naopak doporučit používání ventilu s pevným nastavením (resp. bez možnosti přednastavení) a regulačního šroubení v místě připojení zpátečky. Pak by došlo při vhodných hodnotách průtokových součinitelů k rovnoměrnému rozdělení tlakové ztráty na dva sériově řazené odpory, u nichž by mohla významným způsobem poklesnout rychlost proudění při stejné požadované celkové tlakové ztrátě, což povede ke snížení generace hluku.

Pro zkušeného projektanta by mělo být samozřejmostí, že otopná soustava bude navržena tak, aby dopravní tlak použitého oběhového čerpadla byl nízký, otopná soustava logicky větvena a s tím, aby byla omezena nutnost regulace velkých tlakových spádů na některých tělesech otopné soustavy. Tento jev je častou příčinou nadměrného hluku v chráněné místnosti.



Obr. 9 Hluk termostatického ventilu Heimeier V – exakt 1/2"



Obr. 10 Hluk termostatického ventilu Siemens VU 215

Zkušenosti z praxe ukazují i na případy rychlého a snadného vyřešení hlukových problémů, když se snížily otáčky čerpadla, což vedlo nejenom ke snížení jeho vlastního hluku, ale došlo tím zejména k minimalizaci tlakových ztrát na všech ventilech v soustavě a významnému omezení hlučnosti.

Jsou známy případy, kdy pouhá změna otopné křivky vyřešila problém hlučnosti. Pokud je velká cirkulace vody v soustavě, zmenšuje se ochlazení vody v tělese, tím má těleso vyšší povrchovou teplotu a tepelný výkon a termostatické hlavice proto reagují uzavíráním ventilu. To se odrazí opět ve zvýšené hlučnosti.

Z uvedeného je zřejmá vzájemná souvislost řady vlivů a je na projektantovi, aby se vyvaroval nevhodných řešení již v rámci vypracování projektu.

Tento výzkum byl podpořen výzkumným záměrem VZ MSM 6840770011 „Technika životního prostředí“.

Kontakt na autora: Richar.Novy@fsid.cvut.cz

Použité zdroje:

- [1] Bašta J.: Hydraulika a řízení otopných soustav, Vydavatelství ČVUT v Praze, Praha 2003
- [2] Nový R.: Hluk a chvění, Vydavatelství ČVUT v Praze, Praha 2000
- [3] Nový, R., Kučera, M.: Sources of Noise-Thermostatic Valves In: Workshop 2006 [CD-ROM]. Prague: CTU, 2006, vol. B, ISBN 80-01-03439-9.
- [4] Kučera, M., Nový, R.: Sources of Noise in Heating Systems In: Advanced Engineering Design [CD-ROM]. Prague: CTU, 2006, ISBN 80-86059-44-8.
- [5] Kučera, M., Nový, R.: Hlučnost vytápěcích soustav In: Vytápění – Třeboň 2005. Praha: Společnost pro techniku prostředí, 2005, s. 79-84. ISBN 80-02-01724-2.
- [6] Kučera, M., Nový, R.: Noise from Thermostatic Valves in Heating System In: Twelfth International Congress on Sound and Vibration – Proceedings [CD-ROM]. Lisboa: Instituto Superior Técnico Av. Rovisco Pais, 2005, vol. 1. ■

* Pokles poptávky po kotlích a vzestup po ekologickém teple

Poptávka po solárních zařízeních roste. V roce 2005 bylo v SRN instalováno cca 100 000 a tedy asi o 25 % více solárních zařízení než v roce předchozím. Odbyt slunečních kolektorů stoupl na 950 000 m². Současné s obytem kolektorů došlo k nárůstu poptávky po kotlích na dřevo a tepelných čerpadlech. Průmysl se v poslední době významně zaměřil na rozšíření solární techniky a rozšířil jak výrobní kapacity, tak i sortiment v této oblasti.

Ze zveřejněné statistiky, porovnávající změnu poptávky v roce 2005 vůči roku 2004, uvádíme např. u olejových kotlů –11,3 %, u plynových kotlů –11,6 %, u kondenzačních kotlů +10,4 %, u kotlů na dřevo +10 %, u tepelných čerpadel +9,1 % a u solárních kolektorů (m²) +11,4 %.

CCI 4/2006

(Ku)

* Kapesní elektronický měřič vlhkosti

Mnohostranné použití má nový elektronický měřič Dostmann Electronic TA100, vybavený kapacitním senzorem vlhkosti s rychlou odezvou, pro trvalé sledování vlhkosti a teploty prostředí. Přenosný přístroj měří teplotu v rozsahu –40 až 70 °C s rozlišením 0,1 °C při přesnosti ±0,5 °C, relativní vlhkost v rozsahu 0 až 99 % s rozlišením 0,1 % při přesnosti ±4 a ±3,5 % r. v. v oboru 20 až 80 % r. v. a teplotu rosného bodu. Je vybaven velkým displejem, nastavováním min. a max. hodnot všech tří veličin a alarmem se zvukovou a LED optickou signalizací při překročení nastavených hodnot.

Přístroj o rozměrech 105 x 105 x 44 mm a hmotností 125 g (včetně obalu), pracuje na 2 alkalické AAA baterie se životností při měření v nepřetržitém provozu až 1000 hodin.

Kapesní přístroj je vhodný pro měření vlhkosti na stavbách, v budovách, ve výrobě, ve skladech a v potravinářství, pro kontrolu vytápění a klimatizace, a pro kontrolu podmínek kritických pro výskyt hub a plísní.

Pramen: Firemní literatura Dostmann Electronic GmbH, Wertheim-Reicholzheim, 2006 (AB)

* Stavebnicový systém BACnet-DDC

Nová rodina výrobků fy. Honeywell Building Solutions „ComfortPoint“ obsahuje pro standardní použití, v rámci automatizace budov, volně programovatelné stavebnicové systémy DDC založené na ISO EN 1648-5. Regulační přístroje odpovídají platným funkčním profilům BACnet. Dodatečně je k dispozici modul interface k systému managementu hotelů „Fidelio“, rozhraní modbus a modul modemu. Regulační přístroje lze integrovat do každé sítě zpracování informací (IP). Rodina výrobků obsahuje též řídicí techniku budovy „Envision“. Tato běží na PC pod Windows. Integrovaný je i server web.

Systém ComfortPoint je programován grafickým nástrojem CAE, takže integrátory systému mohou sám systém programovat nebo měnit. Honeywell nabízí též kompletní zpracování projektu a rozsáhlé servisní a energetické služby, až po provoz zařízení.