



Vpravo vchod 236, 238 a vlevo nezobrazený vchod 239

## PŘEDMĚT ANALÝZY A DŮVODY

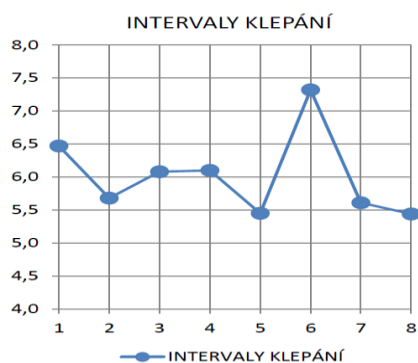
Tato analýza vychází z požadavku uživatele bytu v 6. patře = 7.np (pí MVDr xxxxxxxx), která požádala o průzkum a analýzu stavu vytápění v domě, jelikož i po řadě technických a provozních úprav v otopné soustavě dochází k téměř pravidelným projevům hlučnosti z otopné soustavy, což jsou zvuky, které lze označit jako výrazný šum v potrubí, klepání či tukaní, ap.

V domě byly provedeny například výměny kompenzátorů, zkoušeny byly také různé provozní režimy vytápění bez útlumů a s různými typy útlumů, vč. instalace trojcestného obtoku Heimeier u posledního tělesa v nejvyšším podlaží (9.np) s odůvodněním snížení teplotního rozdílu mezi přívodním a vratným potrubím stoupačky a zajištění trvalého ohřívání předmětné stoupačky.

Problematika je již řešena cca 3 roky a i přes částečná zlepšení se nepodařilo problém odstranit.

Na základě e-mailové i telefonické konzultace již z jara roku 2016 bylo přistoupeno k hlubšímu a komplexnějšímu posouzení celkové situace a provedení analýzy celkového stavu.

Z vyhodnocení jednoho zvukového záznamu bylo zjištěno, že se v tomto vzorku opakuje klepání v intervalech podle přiloženého grafu. Jde o intervaly mezi jednotlivými výraznějšími klepy.



Na ose x je pořadí a na ose y pak čas v sekundách. Tento stav lze označit za vysokou frekvenci, která je typická jak pro změnu stavu soustavy při chladnutí, tak při zahřívání.

Tento zvuk má závislost na rychlosti náběhu či poklesu teploty topné vody a může vznikat zejména vlivem chování uživatelů tím, že náhle ručně změní zatékání vody do těles anebo nesprávným nastavením řízení teploty topné vody, tj.

nevhodným nastavením regulace teploty topné vody (vliv teplotní hystereze = rozdíly teplot spínání, rychlost pohybu servopohonů, ap.)

## POPIS ŘEŠENÍ STOUPAČKY - PROVOZNÍ REŽIMY

V místě byla provedena některá technická i provozní opatření k odstranění hlučnosti. Kromě nových kompenzátorů byly čištěny průchody stropy, osazen obtokový 3-c ventil v posledním patře, ale pouze u předmětné stoupačky a byly upravovány provozní režimy.

### 3-c obtokový ventil Heimeier

Ventil s průtokovou hodnotou  $Kvs = 1,45 \text{ m}^3/\text{h}$  pracuje tak, že automaticky propouští obtokem cca 50 % topné vody, která vstupuje do stoupačky. Pokud uživatel uzavře nejvýše položené těleso, dochází ke zkratu po celou dobu uzavření tělesa a voda v tělese chladne, může vychladnout až na teplotu blízkou teplotě okolního vzduchu. Veškerá topná voda pro poslední podlaží pak protéká obtokovým ventilem mimo těleso a místnost se ohřívá pouze trubkami přípojky tělesa a stoupačky.

Pokud voda v nejvýše položeném tělese vychladne, pak v době jeho náhlého ručního otevření dojde tzv. k "vylití" studené vody do teplého potrubí, což může krátkodobě způsobit klepání, které trvá než se těleso a potrubí zahřeje. Obtokový ventil tento jev zmírní, jelikož se studená voda na odtoku z tělesa promíchá s teplou vodou z obtoku, výsledná teplota je vyšší a smíchaná voda způsobí mírnější nebo žádné klepání. Z hydraulického hlediska je toto řešení nevhodné, jelikož umožňuje plný průtok stoupačkou, která takto vytváří nežádoucí zkratový proud vody. Pokud se do ostatních těles průtok snižuje, způsobuje to zvýšený průtok obtokovou armaturou a zvýšená rychlost může způsobit také zvýšený hluk = šum až hukot.

### Provozní režimy

Standardní provozní režim výměníkůvých stanic dodavatele tepla je volen tak, že je teplota topné vody řízena ekvitermní regulací a úpravou teploty = útlum ve vymezených časech. Obecně je nastavena prakticky přímkový nárůst teploty vody. Hodnoty jsou nastaveny ( $t_e/t_w$ ):

-15 °C/74 °C; -12 °C/70 °C; -10 °C/68 °C; -5 °C/62 °C; 0 °C/56 °C;  
5 °C/50 °C; 10 °C/44 °C; 12 °C/42 °C; 15 °C/38 °C;

Útlumový provoz je obecně nastavován snížením teploty topné vody o 15 °C. Nejnižší protimrazová teplota vody je nastavena od venkovní teploty +3 °C a níže na minimum 15 °C.

Provozní režimy jsou označeny písmeny: P - provoz; V - vypnuto; U - útlum

Provozní režimy předává bytové družstvo písemně jako požadavek na dodavatele tepla.

Vzhledem k problémům s klepáním, ap. byla kromě vyčištění a uvolnění průchodů stoupaček stropy a podlahami, vč. instalace kompenzátorů a obtokového ventilu v posledním patře, provedena ještě ve stanici nestandardní úprava v režimu útlumu. Namísto poklesu o 15 °C je nastaven pokles pouze o 5 °C.

Časový režim je určen schématem pro mírnější období otopové sezony takto:

P - 4:30 - 9:00; U - 9:00 - 9:30; V - 9:30 - 17:30; U - 17:30 - 17:45; P - 17:45 - 22:45; U - 22:45 - 4:30;

Průběh teplot je lépe patrný z příložených grafů měření teplot na stoupačce a přípojce tělesa. V pásmu nižších venkovních teplot se přes den vytápění nevypíná - chybí údaj o teplotě, kdy tato změna nastává.

## MĚŘENÍ TEPLOT TOPNÉ VODY NA PŘÍPOJCE TĚLESA A STOUPAČCE NAD PŘÍPOJKOU

Pro měření teplot byly použity dataloggery Comet. Jeden 4-kanálový přístroj měřil teplotu T1 na přípojce k tělesu (poblíž tělesa), teplotu T2 na vratném potrubí z tělesa. Na stoupačce nad připojením tělesa byla měřena teplota T3 a na zpátečce teplota T4. Hodnoty byly zaznamenávány v intervalu 1 minuta od 29.9.2016 do 4.10.2016.

Kromě těchto teplot byl proveden jiným přístrojem záznam teplot "te" a vlhkostí venkovního vzduchu a třetím přístrojem teplota "ti" a vlhkost uvnitř místnosti. Časová základna byla sjednocena systémovým časem počítače. statistika měření je patrná z příložených tabulek.

Popis záznamu: OUT			
Interval: z 29.9.2016 17:00:00 do 4.10.2016 8:00:00			
	Temp	Hum	DP (Tepl
	°C	%RH	ota ros)
			°C
Minimum	6.0	35.1	6.0
Maximum	27.4	100.0	14.2
Průměr	13.8	83.8	10.8
Směrodatná odchylka	4.2	16.5	1.5
Počet vzorků	6661	6468	6468
MKT	14.89		10.96

Popis záznamu: IN			
Interval: z 29.9.2016 17:00:00 do 4.10.2016 8:00:00			
	Temp	Hum	DP (Tepl
	°C	%RH	ota ros)
			°C
Minimum	20.5	46.1	8.5
Maximum	22.4	63.8	14.6
Průměr	21.3	55.7	12.0
Směrodatná odchylka	0.4	3.8	1.3
Počet vzorků	6661	6661	6661
MKT	21.27		12.10

Popis záznamu: Těleso				
Interval: z 29.9.2016 17:00:00 do 4.10.2016 8:00:00				
	T1	T2	T3	T4
	°C	°C	°C	°C
Minimum	20.5	20.6	21.3	21.1
Maximum	39.6	26.8	45.3	44.2
Průměr	23.4	21.9	33.0	31.9
Směrodatná odchylka	4.5	0.5	5.8	5.6
Počet vzorků	6661	6661	6661	6661
MKT	24.87	21.90	34.53	33.36

Celkový počet hodnot je 6661 s výjimkou vnější vlhkosti a teploty rosného bodu, což bylo ovlivněno deštěm na snímači.

Dále jsou přiloženy grafy, které zobrazují celý průběh s tím, že byly naměřené hodnoty vlhkostí a rosných bodů odfiltrovány, jelikož záměrem měření bylo získat teplotní chování otopné soustavy v místě výskytu hlučnosti.

Kromě měření byly zaznamenány postřehy uživatele bytu o klepání ÚT, které se poměrně dobře shodují se časy, kdy docházelo k výrazným a rychlým změnám teplot vlivem regulace a provozních režimů výměníkové stanice, příp. vlivem 3-c obtoku tělesa v nejvyšší části stoupačky. Nutno však poznamenat, že není možné trvalé a soustředěné sledování po dobu 4 dnů a rovněž by bylo nutné přesně sledovat systémové hodiny, které jsou však na displeji nedostupné. Proto je přesnost (naprostá časová shoda) tímto narušena. Přesto lze vyvodit naprosto dobře korelující souvislost mezi zaznamenanými zvuky a teplotními změnami v otopné soustavě.

30.9. KLEPANIE STUPAČKY 4.40 - 5.30

~~PA~~ PA

9.00 - 9.20

17.40 - 17.55

VETRANIE 12.00 - 14.00

---

1.10. KLEPANIE 4.40 - 5.00

SO

5.15 - 5.30

17.35 - 17.45

VETRANIE 9.00 - 10.00

18.00 - 20.30

---

2.10. RÁNO ca 5.00 ASI 2 KLEPY, POTOM

NE

TIHO.

VETRANIE 8.40 - 19.30

---

3.10. KLEPANIE 3.15 - 3.25

PO

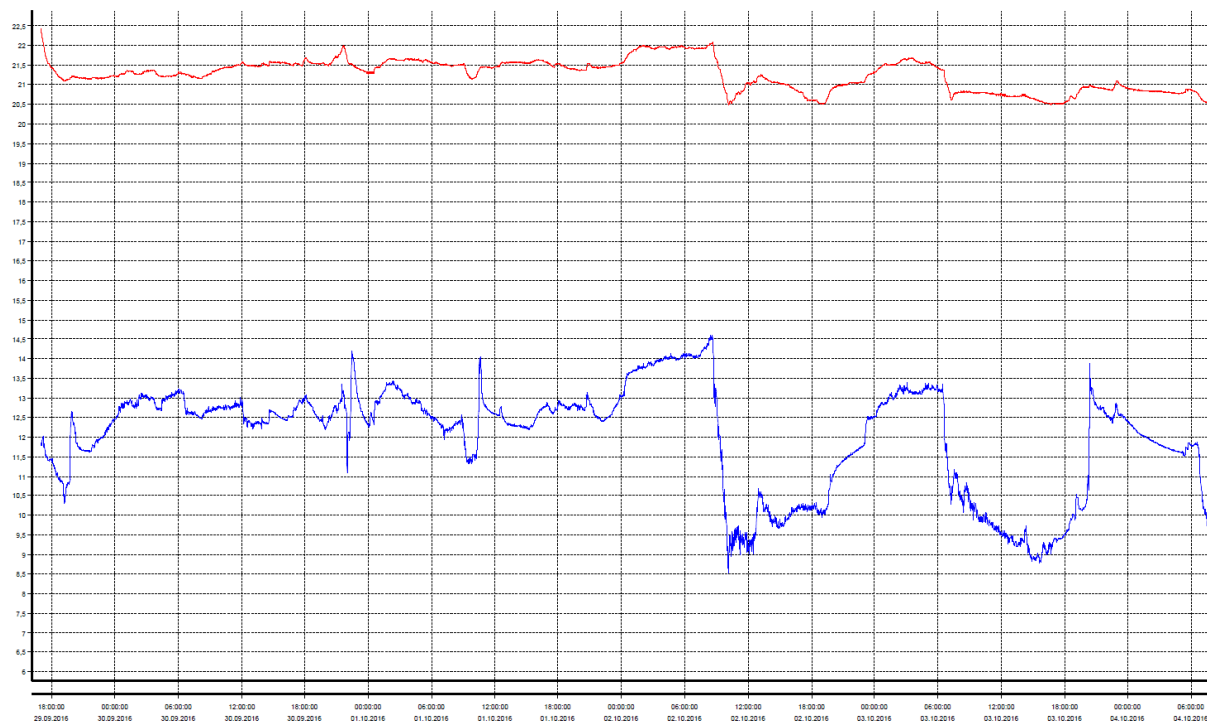
4.00 - 4.10

4.45 - 5.00

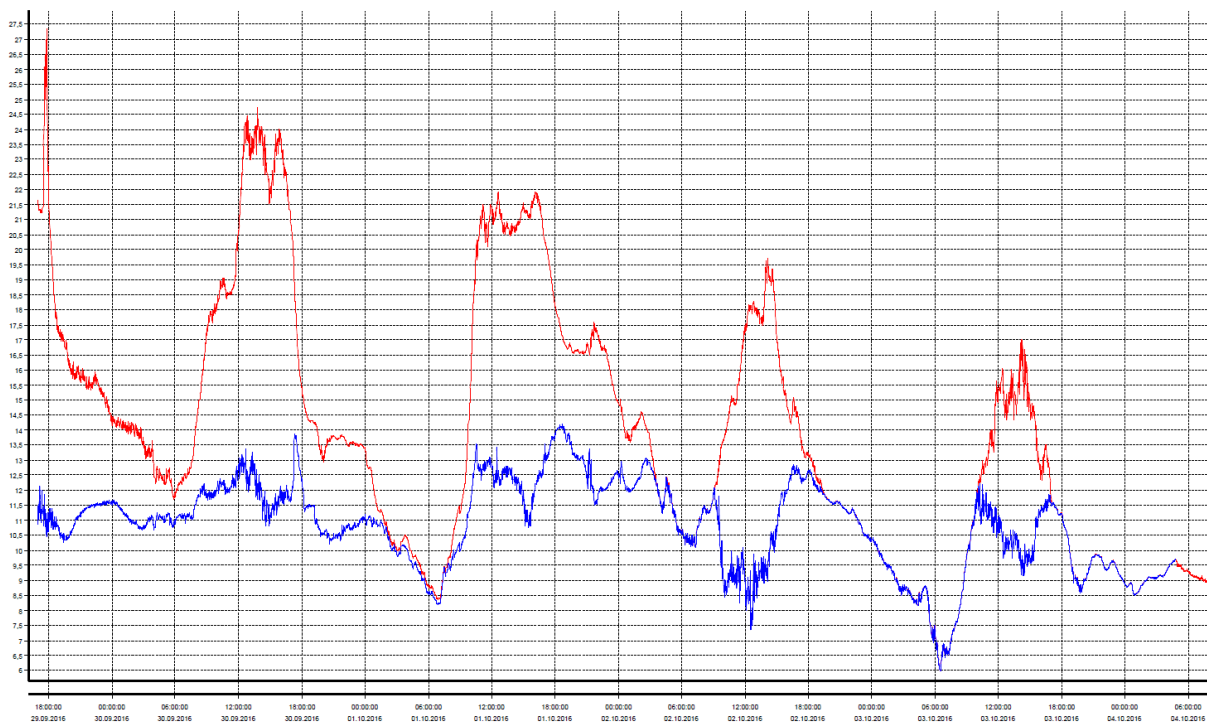
17.30 - 18.15

22.55 - 23.30

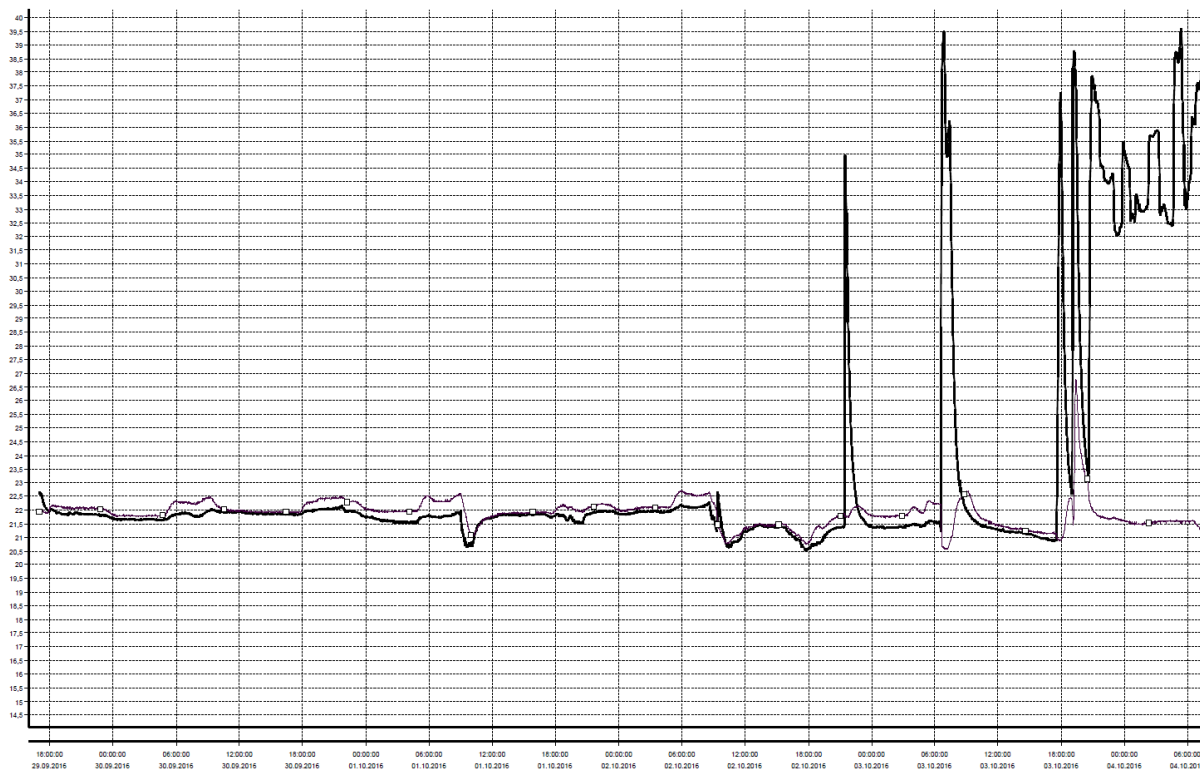
### Průběh vnitřní teploty "ti" - horní křivka



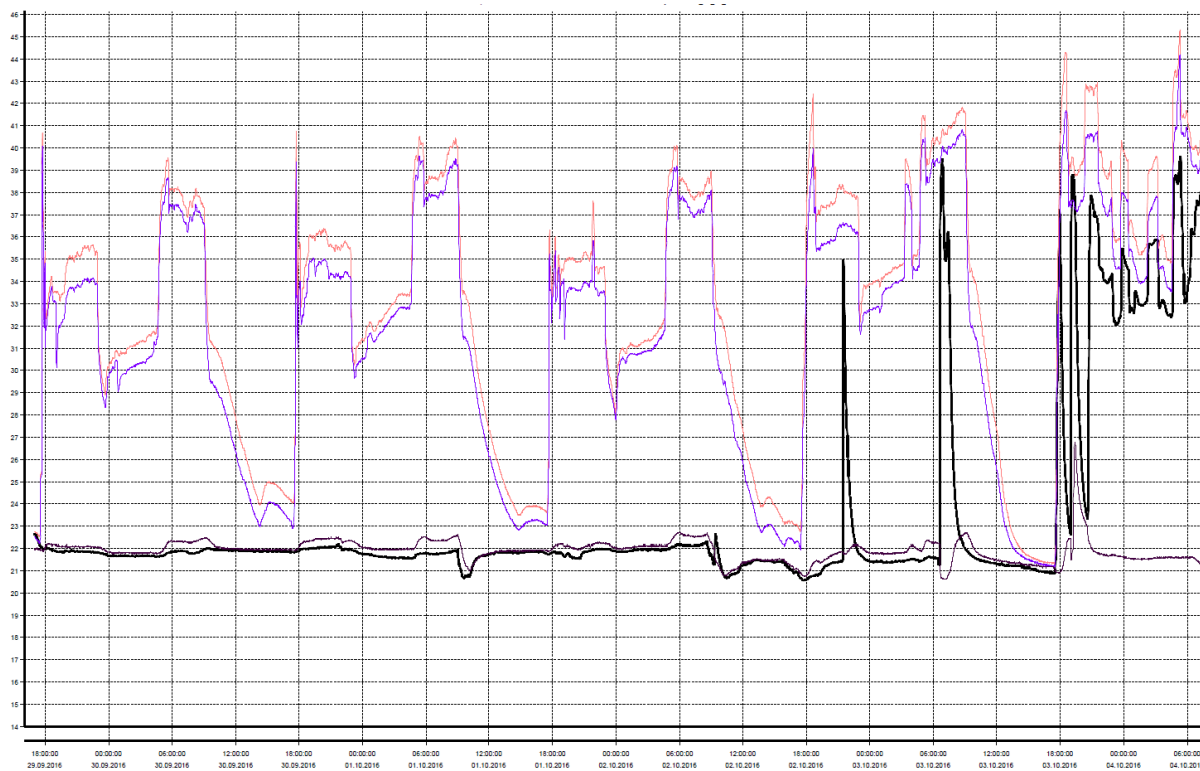
### Průběh vnější teploty "te" - horní křivka



Průběh teploty T1 (vstup do tělesa - tučná) a T2 (výstup z tělesa - tenká)



Průběh teplot T3 (do stoupačky) a T4 (ze stoupačky) nad přípojkou tělesa a na tělese



## ZÁVĚRY

### Hlučnost

Ze záznamu teplot je patrné, že v průběhu denního cyklu vytápění s uplatněním tzv. úsporných opatření vyplývá, že při přechodech mezi útlumy a vypínáním probíhají takové teplotní změny nahoru i dolů, že se při nich objevuje obtěžující hluk, který obtěžuje nejen v brzkých ranních hodinách, ale i v podvečer, kdy dochází k plnému provozu = na nejvyšší ekvitermní teploty.

I když byl upraven pokles útlumové teploty o 5 °C oproti ostatním (15 °C), způsobuje to podle sdělení uživatele jisté zlepšení, ale problém se tím neodstranil. Zejména při náběhu z vypnutého stavu. Za povšimnutí stojí, že po vypnutí dopoledne se až do podvečerního zapnutí topná voda ochladí až na teplotu blízkou teplotě vzduchu v místnosti a náběh teploty je potom příliš vysoký během krátké doby, například z 21 °C na 41 °C během cca 20 minut (rychlost kolem 1°C/minutu). Podle ověřených zkušeností je tato rychlost cca 4x vyšší, než je optimální. Kombinace vysoké rychlosti a amplitudy teplotních změn působí negativně na materiál rozvodů tepla a vytváří nežádoucí zvuky.

Větší teplotní změny je třeba eliminovat a to správným nastavením nejen režimů vytápění, ale i funkce regulačních obvodů otopných soustav.

Nevýhodou zavedení útlumů je všeobecné chladnutí místností (vč. nábytku, ap.), což pro náběh výkonu znamená zvýšený požadavek na kompenzaci ztraceného tepla po dobu chladnutí. Snaha rychle docílit teplotní rovnováhy v bilanci místností vede ke zvýšenému příkonu tepla, tj. nad rovnovážnou bilanci odpovídající tepelným ztrátám místnosti. Tato skutečnost zvyšuje příkon a v režimu plateb za teplo podle výkonu a spotřeby se zvýšené maximum příkonu projeví zvýšenou platbou za odebrané teplo v Kč/GJ (nežádoucím způsobem se zvyšuje cena tepla).

### Indikace spotřeb tepla MDM (modifikovaná Denostupňová Metoda VIPA)

Indikátor na odtokové trubce ukazuje integrované teploty v čase, ale z průběhu T2 na odtokové trubce vyplývá, že i když tělesem proudila teplá voda, vlivem TRV se ochladila na teplotu T2, která byla bez ohledu na střední teplotu tělesa v mezích 20,6 až 26,8 °C, ale průměrně pouze 21,9 °C. Přitom teplota T1 na vstupu do tělesa dosahovala maxima až 39,6 °C (viz statistiku). I když je výkon tělesa poměrně vysoký, metoda vykazuje jen malý výkon.

Z grafu je vidět, že byla teplota na výstupu z tělesa ovlivněna vedením tepla od zpátečky stoupačky, tj. vyšší náměr v době mimo provoz tělesa.