

Úloha IV.P ... účet za topení

5 bodů; průměr 3,00; řešilo 26 studentů

V některých bytovkách se teplá voda ohřívá centrálně pro všechny její obyvatele. V zásobníku je během dne udržována konstantní teplota vody. Šetřiví obyvatelé však ohřev na noc vypínají, voda tedy do rána vystydně a poté se opět musí ohřát. Odhadněte (na základě vyhledaných údajů), kolik energie se tímto ušetří, a navrhněte obyvatelům lepší způsoby, jak ušetřit při zachování komfortu.

Pikoš platil účet za plyn.

Pre dobrú predstavu je najlepšie začať na jednoduchom modeli a získané poznatky skúsiť zovšeobecniť. Predstavme si teda napríklad taký byt, ktorý má vlastný ohrievač a sústavu radiátorov. Ústredným kúrením sa to nazýva kvôli ústrednej roli ohrievača, teda sa líši napríklad od situácie kde je každá izba vykurovaná vlastným telesom, napríklad elektrickým ohrievačom.

V takomto byte pre jednoduchosť kotol preháňa vodu systémom a súčasne ju ohrieva. Pracuje teda nejakým konštantným výkonom P_k . Takýto výkon sa dá odhadnúť rôznymi spôsobmi. Vieme napríklad že bude rádovo rovný, ale nižší ako príkon prietokových kotlov, ktoré môžeme na internete nájsť ponúkať veľké množstvo predajcov. Po chvíli hľadania si všimnete, že sa pohybujú okolo hodnoty 2 kW. Kotol ale väčšinu času nekúri úplne naplno, takže skutočný výkon bude nižší.

V dome je vhodné mať istý tepelný komfort, teda by nemalo byť v chladničke teplejšie ako v kuchyni. To, ako ťažko musí kotol pracovať, závisí od teploty vonkajšieho prostredia a izolácie domu. Výkon prechádzajúci stenami von môžeme napísať ako

$$P_s = \frac{\Delta TS}{R} = P_k$$

Poznávame rozdiel teplôt a plochu vonkajších stien. Často udávaná hodnota R je tepelný odpor. Pre starý panelák bude jeho premerná hodnota okolo $0,5 \text{ K}\cdot\text{m}^2\cdot\text{W}^{-1}$, pre dobre postavený nízkoenergetický dom s poriadnym zateplením sa môže vyšplhať na desaťnásobok. Pre plochu stien 100 m^2 a teplotný rozdiel, ktorý teraz možno práve zažívate, 20°C , dostávame hodnoty unikajúceho výkonu v rozmedzí od 400 W až do 4 kW.

Ak sa kúrenie na noc vypína, môžeme zo skúsenosti očakávať že ráno už radiátory nájdeme studené. Na to, aby sme ich udržali cez noc teplé, potrebovali by sme vykonať prácu $P_k \cdot 8$ hod, čo s predchádzajúcimi odhadmi dáva rádovo 10 kWh. Za kilowatthodinu zaplatíme 1 až 2 koruny.

Na druhú stranu, môžeme skúsiť šetriť a nechať radiátory chladnúť. Zobudíme sa do studenejšieho, no cez noc steny izolujú dostatočne dobre na to, aby sme nezmrzli. Ráno ale treba okrem naštartovania obvyklého výkonu kotla rozohriať aj vodu v systéme, aj vzduch. 1000 m^3 vzduchu potrebuje na zohriatie o jeden kelvin okolo tretiny kilowatthodiny (spočítame jednoducho pomocou hustoty a hmotnostného tepla vzduchu). Väčší problém môže pôsobiť voda, ktorej hustota a tepelná kapacita sú oveľa vyššie ako tie u vzduchu. Objem vody v systéme vykurovania môžeme odhadnúť tak 50 litrami. Radiátor bude mať od 2 litrov pre tie nové tenké až do 10 litrov, ak sa jedná o starý, obrovský liatinový model. V rozvodoch bude tiež približne toľko isto vody. Zohriatie takejto vody z teploty bytu 20°C na bežnú teplotu pri kúrení 60°C bude vyžadovať

$$W_v = mc\Delta T = 50 \text{ kg} \cdot 4200 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} \cdot 40 \text{ K} \approx 2 \text{ kWh}$$

Teraz vidíme, že pre takto zvolené parametre sa nám hoc aj podarí ušetriť nočnou zimou, no celú štvrtinu noci budeme šetriť len na opätovné zohriatie celého systému.

Náš skúmaný prípad bol špeciálny. Dá sa vo všeobecnosti ukázať, že vypínať kúrenie na noc je výhodnejšie. To, že kúrime celú noc je energeticky ekvivalentné tomu, že by sme nechali

vodu v systéme chladnutí rovnakým tepelným tokom, akým ona vyhrieva byt, celú noc a potom ju naraz nahriali. Ale vieme, že tepelný tok medzi dvoma telesami rastie s rozdielom teplôt. Preto keď tak v polke noci voda v radiátoroch trochu ochladla, je tepelný tok menší ako na začiatku, a celkovo teda nestratí systém tolko tepla, ako by strácalo ak by sme ho udržovali na konštantnej teplote.

A čo odporúčiť ľuďom platiacim účty za plyn? Napríklad výmenu radiátorov. Novšie typy majú teraz menší objem vo vode, a aj potrubie sa robí tenké, takže v celom systéme bude menej vody, a ráno stačí ohrievať menej vody.

Ján Pulmann
janci@fykos.cz

Fyzikální korespondenční seminář je organizován studenty UK MFF. Je zastřešen Oddělením pro vnější vztahy a propagaci UK MFF a podporován Ústavem teoretické fyziky UK MFF, jeho zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.
Pro zobrazení kopie této licence, navštivte <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.