

Energetická úspora snížením teploty v bytě na 18 °C resp. 19 °C?

9.12.2022, Ing. Jiří Skuhra, CSc., Zdroj: Verlag Dashöfer

STRUKTURA DOKUMENTU

- Všeobecně k vytápění
- Náklady na vytápění
- Teplota jako míra účinku tepla
- Vlhkost
- Graf kontrolního měření vlhkosti, teploty a rosného bodu v bytě
- Větrání
- Možnosti kvantifikace a analýza
- Nepřímý vztah teploty k platbě za teplo
- Náměr indikátoru není měřítkem spotřeby tepla
- Tab.
- Možnosti zvýšení účinnosti vytápění
- Noční útlum vytápění

Z diskusí ve veřejných sdělovacích prostředcích je zřejmé, že o energetických úsporách rozhodují místo odborníků političtí ideologové. Je proto vhodné upozornit na základní faktory, které doprovázejí komplexní společenský problém. Za podstatné je zejména nutno uvést, že o stavu vnitřního prostředí v ústředně vytápěném bytě nemáme zpravidla – kromě údajů z teploměru, zakoupeném v drogerii – objektivní podklad o interiérové teplotě. Kromě denostupňové metody žádná z používaných technik neposkytuje údaje o úrovni užití tepla prostřednictvím instalovaných technických pomůcek. Dokonce ani měření tepla na vstupu do bytu kalorimetrem nevypovídá o tepelné bilanci v bytě, který je neizolovanou tepelnou soustavou. Panelové diskuse přizvaných "odborníků", které by podle mínění MMR měly přispět k úpravě právního předpisu o rozúčtování nákladů za teplo k vytápění, jsou zástupným problémem.

Všeobecně k vytápění

Tepelný stav vnitřního prostředí místnosti je dán teplotou vzduchu, teplotou vnitřních ploch v místnosti, rychlostí proudění vzduchu a relativní vlhkostí vzduchu. Vytápěním místnosti (bytu) kryjeme tepelnou ztrátu z prostupu tepla ochlazenou konstrukcí místnosti (bytu) při zachování interiérové teploty. Z hlediska pohody zajišťuje vytápěcí systém místnosti teplotu vzduchu a teplotu povrchu místnosti tak, aby metabolické teplo člověka bylo odevzdáno v odpovídajícím množství. Z hlediska ochrany stavební

konstrukce se má vytápěním zajistit, aby teplota nejchladnějšího povrchu místnosti neklesla pod teplotu rosného bodu vzduchu v místnosti.

Prouděním vzduchu v místnosti dochází ke sdílení tepla **konvekci**, při přenosu tepla z plochy povrchu otopného tělesa do prostoru místnosti jde o sdílení tepla **sáláním** z povrchu otopného tělesa a třetím případem je sdílení tepla **vedením** z povrchu stěny o vyšší teplotě na stěnu s nižší teplotou. Tyto tři způsoby šíření tepla komplikují kvantitativní vyjádření "spotřeby tepla" v bytě.

Náklady na vytápění

Náklady na teplo k vytápění jsou prakticky rovny změřenému množství dodaného tepla určeného k vytápění zúčtovací jednotky (bytovému domu) za zúčtovací období násobenému cenou tepla. Množství tepla dodaného do zúčtovací jednotky se zajišťuje (měří) na vstupu do odběrného tepelného zařízení. Vstup tepla do odběrného tepelného zařízení je měřen buď v místě jeho připojení na rozvodné zařízení externího dodavatele tepla, nebo v předávací stanici, popř. v regulačním zařízení nebo ve zdroji tepla umístěném v zúčtovací jednotce.

Ve vztahu k vlastníkovvi vytápěného bytu nebo nebytového prostoru je náhradním způsobem, zpravidla mimo fyzikální podstatu měření tepla (které ostatně je obtížné specifikovat v neizolované tepelné soustavě bytu), zajištěno obecnou právní úpravou, způsobem, jak se úměrně individuální "spotřebě" na celkových nákladech na vytápění bytového domu jednotliví koneční spotřebitelé tepla podílejí.

Teplota jako míra účinku tepla

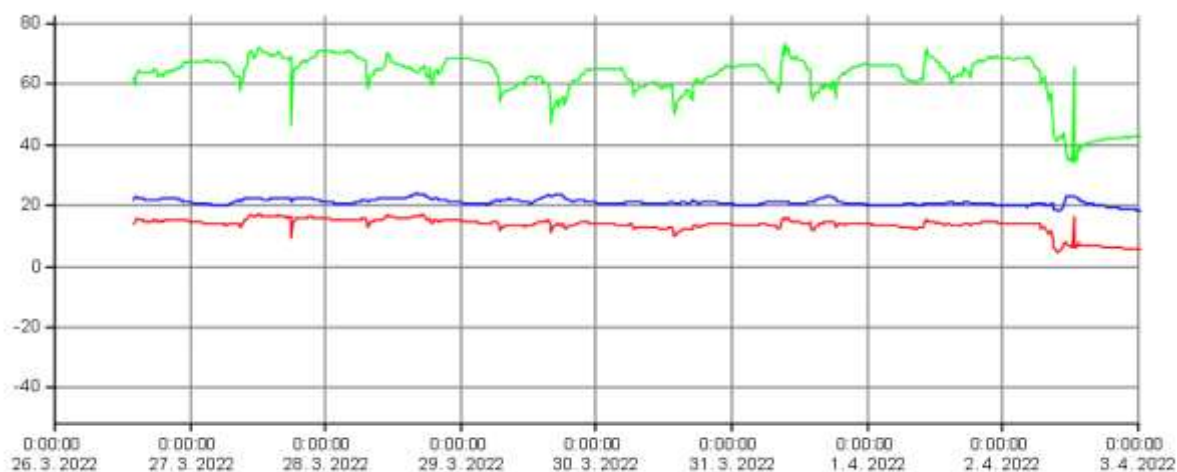
Stav tepelné soustavy bytu charakterizuje zjednodušeně **teplota**. Teplota je *intenzivní fyzikální veličinou*. Teplota je mírou kinetické energie pohybujících se molekul (částic). Podle kinetické teorie je teplota tím vyšší, čím rychlejší jsou neuspořádané pohyby molekul. **Teplota je univerzální funkcí ostatních parametrů stavu soustavy (tlaku, objemu, měrné hmotnosti, vodivosti, hustoty apod.) a vnitřní energie soustavy.** Při nejrozšířenějším způsobu stanovení individuálního podílu na celkové spotřebě tepla v bytovém domě nemáme prostřednictvím použitých pomůcek k dispozici jednorázové ani kumulativní údaje o teplotě při individuálním užití tepla. To vede jen k laickým úvahám o možnostech úspory tepla. Úvaha, že snížením provozní teploty o jeden stupeň uspoříme šest procent nákladů, se vztahuje k celkovému hospodaření teplem v domě, nikoli v bytě, Odhadujeme-li, že průměrně interiérová teplota v obytných prostorách domu je 22 °C (na rozdíl od výpočtové teploty, která je o dva stupně nižší), pak tento údaj je dán do vztahu k průměrné teplotě vnějšího prostředí během zúčtovacího období (např. 6 °C), a tedy rozdíl 16 °C představuje 100 % vynaloženého tepla. **Tato extrapolace však platí obecně jen pro celkovou spotřebu tepla v domě, nikoli pro individuální způsob posouzení**

hospodaření teplem. Důvodem je relativní způsob posuzování prostřednictvím dostupných technických pomůcek, které máme k dispozici (např. indikací na otopných tělesech). Snížíme-li teplotu v bytě o 1 až 3 °C, jak je doporučováno, neznamená to, že tato individuální snaha se projeví šesti- až osmnáctiprocentním snížením individuální platby za teplo.

Vlhkost

Pocit tepelné pohody uživatele bytu ovlivňuje vedle teploty i míra vlhkosti v bytě, ovlivněná chováním uživatele bytu. Nadměrná vlhkost, obsažená ve vzduchu v místnosti ve formě páry, nekorigovaná přiměřeným větráním (hygienicky přípustná výměna vzduchu v obytné místnosti je přibližně půl objemu místnosti za hodinu) se pak sráží na stavební konstrukci (stěně nebo okně), která má teplotu nižší, než je teplota rosného bodu, což je teplota, při které vzdušná vlhkost kondenzuje do kapiček vody. Nejstudenější obvykle bývá okenní sklo, takže ke srážení vlhkosti dochází nejdříve na tomto stavebním prvku nebo se vzdušná vlhkost sráží na chladné stěně a tam pak dochází ke vzniku plísní.

Graf kontrolního měření vlhkosti, teploty a rosného bodu v bytě



Větrání

Výkon P_v , odváděný vzduchem z obytného prostoru větráním, vyjadřuje vztah

$$P = \frac{\rho \cdot V \cdot (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}}) \cdot c_p \cdot n}{3600} \quad [\text{W}]$$

kde

ρ – hustota vzduchu [kg/m^3]

V – objem vzduchu [m^3]

T_{int} – vnitřní teplota [$^{\circ}\text{C}$]

T_{ext} – venkovní teplota [$^{\circ}\text{C}$]

c_p – specifické teplo vzduchu [$\text{J}/\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$]

n – počet výměn vzduchu za hodinu [-].

Příklad: Standardní dvoupokojový byt o ploše 60 m^2 má objem vzduchu $V = 150 \text{ m}^3$ a pro požadovanou intenzitu výměny vzduchu z hygienických důvodů $n = 0,5/\text{hod}$. Ekvivalentní tepelný odpor $R_v = 0,048 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{W}$ získáme po dosazení do výrazu $R_v = \Delta T/P_v$ za P_v .

Obvyklé tepelné ztráty takového bytu vyjadřuje výkon $P_{\text{stř}} = 1754 \text{ W}$, který je potřebný pro udržení vnitřní teploty $T_{\text{int}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ při střední venkovní teplotě $T_{\text{ext}} = 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Izolační odpor bytu $R_{\text{bytu}} = (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}})/P_{\text{stř}} = 15/1754 = 0,0085 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{W}$. Poměr odporů $R_v/R_{\text{bytu}} = 0,048/0,0085 = 5,6$ pak vyjadřuje podíl výkonů pro udržení teplotního spádu na izolaci stěn k výkonu odváděném větráním.

Větráním se spoluvytvářejí přípustné mikroklimatické podmínky pro obytné prostředí. Základem mikroklimatu je zabezpečit optimalizaci alespoň tří složek prostředí – tepelně-vlhkostní, odérové a elektroiontové:

- tepelně-vlhkostní pohodu prostředí vytvářejí tepelné a vlhkostní toky (teplo a vodní pára);
- odérová složka je tvořena toky plyných látek v ovzduší, vnímanými jako pachy (zápachy a vůně);
- elektroiontová složka prostředí je vytvářena negativními a pozitivními ionty v ovzduší.

Všechny tři složky působí na člověka a spoluvytvářejí tak jeho celkový stav. Odérová složka determinuje výměnu vzduchu v interiéru obytného prostředí. Není to ani potřeba kyslíku pro dýchání, která je ve srovnání s požadavky na odstranění odérů minimální (potřebné množství vzduchu je pouze cca 1 m³/hod · os), ani potřeba odstranění toxických plynů, které se běžně v těchto interiérech nevyskytují. Člověk vnímá v obytném prostoru jako pach odér alifatických a aromatických ketonů, formaldehydů a vyšších aldehydů a terpenů. Dodržením limitních hodnot pro CO₂ je zároveň zajištěno dodržení limitů páchnoucích kyslíkatých sloučenin, jejichž měření – na rozdíl od CO₂ – je obtížné. Pro předepsanou koncentraci CO₂ v průběhu 24 hodin, která se předepisuje hodnotou 1800 mg CO₂/m³, je nutný přívod čistého vzduchu 30 m³/hod · os, ve městech s výskytem znečištěného vzduchu až 34 m³/hod os. Nemá-li se současně překročit nárazová hodnota koncentrace +20 %, musí minimální hodnota čistého přiváděného vzduchu být nejméně 23 m³/hod · os, znečištěného vzduchu 25 m³/hod os.

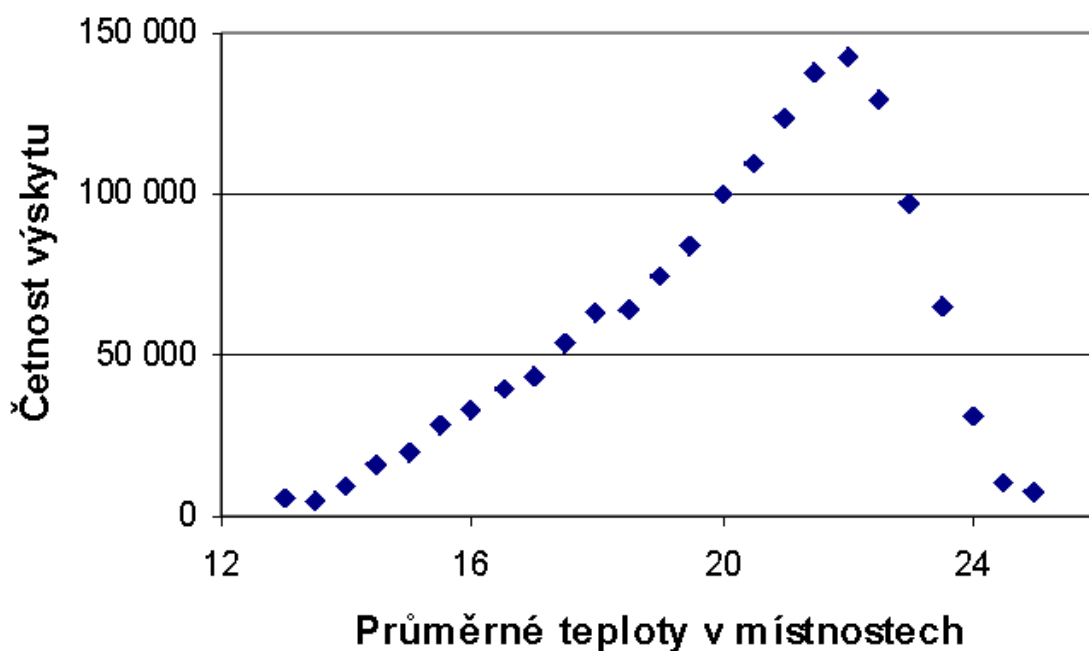
Uvedené množství venkovního vzduchu, vzhledem k obvyklé kvalitě současných staveb (plastová okna, eurookna) nutno zajistit

- a. okny s regulovatelnými větracími otvory,
- b. speciálními přívody vzduchu pod okny (pokud možno za otopnými tělesy),
- c. vnuceným větráním, kdy množství vzduchu by mělo být regulovatelné v závislosti na počtu osob v interiéru.

Poznámka: Utěsněné objekty bez větrání by brzy podlehly plísním a houbám. Časté větrání naopak ohrožuje efektivnost tepelných úspor. Řešením přiměřeného větrání je rekuperace, vzduchotechnické zařízení, které odsává vydýchaný vzduch a vhání vzduch čistý, cestou ohřátý znečištěným teplým vzduchem. Tepelnou ztrátu při výměně jednotka "dohřeje" a odfiltruje alergeny. Rekuperace tepla z odváděného teplého vzduchu není dosud v bytových domech běžná, a je tedy třeba takto vzniklou ztrátu tepla nahradit. Aby se lidé v bytě cítili příjemně, je třeba pro každou osobu vyměnit za hodinu cca 50 m³ vzduchu.

Možnosti kvantifikace a analýza

Zjištěné průměrné teploty v bytech v dané lokalitě můžeme podrobit rozboru, který by měl předcházet nepodloženým legislativním úvahám na možnosti úspory tepla v bytech prostřednictvím teplot. **Celostátně ani regionálně či podle klimatických pásem tyto údaje v ČR nejsou k dispozici**, jako podklad pro legislativní úpravy nebo pro vyřčené soudy bohužel neslouží!



Příkladem řešení může být aritmetický průměr jako obvyklá charakteristika polohy souboru zjištěných teplot, která stanoví, v daném případě z výše uvedeného grafu šetření teplot firmou VIPA Liberec, hodnotou 20,27 °C a směrodatnou odchylkou 2,46 °C. Pro poznání odlišnosti tepelné pohody je vhodné obecně stanovit **kvantily**, procentní body rozložení, kdy zvoleným hodnotám α odpovídají hodnoty t_α , pro které hodnota kumulativní četnosti je rovna α .

Z analýzy vyplývá, že 30,5 % místností má průměrnou teplotu za zúčtovací období nižší nebo rovno 19 °C, 50,1 % místností je vytápěno na teplotu nižší nebo rovno 20,5 °C, se stoprocentní jistotou lze říci, že teplota místností nepřesahuje 25 °C atp.

Kvantily dobře poslouží při zkoumání diferenciace v souboru získaných hodnot teplot v místnostech kdy potřebujeme znát polohu a rozložení teplot jinak, než ukazují souhrnné hodnoty aritmetický průměr a směrodatná odchylka. Je důležité např. znát úroveň teplot nízkých a vysokých – takovou informaci poskytují **kvantily**, **decily** nebo **percentily**. Dolní a horní kvartil oddělují vždy čtvrtinu jednotek. Obdobný význam mají decily a percentily, které oddělují jednotky souboru po deseti a jednom procentu.

S použitím vhodných výpočtových metod pro výpočet kvantilů stanovíme příslušné kvantily z grafu takto:

°C	t_{10}	t_{20}	t_{25}	t_{30}	t_{40}	t_{50}	t_{60}	t_{70}	t_{75}	t_{80}	t_{90}
t_α	17,1	18,2	18,6	19,0	19,6	20,3	20,9	21,6	21,9	22,3	23,4

Nepřímý vztah teploty k platbě za teplo

Pokud by bylo možno předpokládat, že vnitřní teplota a součinitel prostupu tepla jsou ve všech vytápěných místnostech v objektu stejné, pak při stejné venkovní teplotě a předpokládaném stejném podílu obvodových stěn na ploše místnosti závisí užité teplo (= tepelné ztráty = spotřeba tepla) v jednotlivých místnostech pouze na jejich vnitřním objemu, resp. na započitatelné podlahové ploše těchto místností (bytů, nebytových prostorů). Na tomto předpokladu spočívá, pokud není instalován některý ze způsobů registrace (indikace) teploty a z ní odvozené spotřeby tepla, rozúčtování celých nákladů na vytápění úměrně podle **podlahové plochy bytů** a nebytových prostorů.

Při povinném uplatnění **bytových měřičů tepla nebo indikátorů vytápění** se při rozúčtování nákladů na ústřední vytápění provádí rozvrh nákladů pomocí **základní** a **spotřební** složky nákladů. Korunové vyjádření spotřební složky je funkcí náměru ovlivněného úpravou, funkčním vyjádřením, nazývaným také výpočtovou metodou, korekcemi. Rozdílná náročnost vytápěných místností na dodávku tepla je činitelem ovlivňujícím výpočet, a to bez ohledu na to, je-li tento aspekt zahrnut do výpočtové metody nebo ovlivňuje-li výši úhrady jako samostatný korekční činitel. Odpovědné řešení tohoto problému vyžaduje vycházet z výpočtu tepelných ztrát všech vytápěných místností příslušného objektu. V praxi se ustálilo používat pro místnosti s většími tepelnými ztrátami více méně odhadnuté redukční součinitele v závislosti na počtu ochlazovaných stěn, které se aplikují na jednotlivé domy bez ohledu na jejich materiálové provedení, případně na jejich aktuální technický stav. Zvolené součinitele často zůstávají beze změny i po různých stavebních úpravách budovy (částečné zateplení, rozšíření vytápěných prostor apod.) nebo se bez vysvětlení jejich hodnoty v čase mění. U budov, které byly zateplené, jsou stávající tělesa předdimenzovaná a vytváří se i odlišnost předdimenzování u různých místností, které byly navrženy na základě výpočtu nezatepleného obvodového pláště. Návrh na zvýšení výkonu otopného tělesa vlivem přírážky na vyrovnání vlivu chladných stěn u místností s nižším tepelným odporem vycházel ze zvýšené otopné plochy. U místností rohových oproti místnostem řadovým byla zvýšena teplosměnná plocha. Po zvýšení tepelného odporu dochází k tomu, že povrchové teploty u rohové místnosti jsou prakticky stejné jako u místností řadových. Důsledky předdimenzování těles v různých místnostech mají dopad na poměrové měření.

Náměr indikátoru není měřítkem spotřeby tepla

Splnění nově chystané povinnosti poskytovat údaje o spotřebě měsíčně (na rozdíl od stávající praxe za celé zúčtovací období) v podobě **náměru indikátoru jako míry spotřeby tepla** je ze své podstaty pochybné. Konečného spotřebitele (příjemce služby) nebude věrohodně informovat o spotřebě tepla, protože náměr indikátoru **D** je jen relativní a neúplnou hodnotou o spotřebě tepla v domě. Náměr má význam jen v konfrontaci s celkovým náměrem indikátorů v domě, sám o sobě nevypovídá nic a navíc nejde o veličinu měření spotřeby tepla. Náměr indikátorů v

bytě v konfrontaci s celkovým náměrem indikátorů v domě může při daném poměru spotřební a základní složky vypovídat, jak si konečný spotřebitel stojí ve vztahu k stanoveným tolerančním mezím věrohodnosti (použitelnosti) náměru, viz tabulka s mezními hodnotami měrného náměru pro různé volby poměru základní a spotřební složky úhrady. Přestože tato omezení nejsou všeobecně známá, jsou jednoduše odvoditelná a podstatná:

Tab.

z.sl / sp.sl.	1 : 1	2 : 3	3 : 7
d_{min}	0,60 d _{prům}	0,66 d _{prům}	0,71 d _{prům}
d_{max}	3,00 d _{prům}	2,66 d _{prům}	2,43 d _{prům}

Konkrétní **měrný náměr** d_i za sledovaný měsíc nebo kumulativně během roku signalizuje, jak si příjemce služby vytápění vede vůči omezujícím hodnotám, tzn. zda je vhodné upravit chování s hospodařením energií, tedy změnit ve prospěch vyšší spotřeby (pod minimální úroveň domu nemá smysl šetřit, zaplatí se stejně dolní mezní hodnota) nebo k omezení spotřeby, mj. i s možností zavření otopného tělesa, a spoléhat na prostupy tepla od sousedů.

Možnosti zvýšení účinnosti vytápění



Z otopných těles pomocí proudění vzduchu kolem jejich plochy přechází teplo do místnosti. Tento proces je u konvenčních otopných těles velmi pomalý. Při tomto principu se vratná voda ochladí jen o cca 4 °C, a to je velmi nízké využití tepla. Samovolný průtok vzduchu je ovlivněn teplotou otopného tělesa. Čím je vyšší teplota otopného tělesa, tím vyšší je rychlost průtoku vzduchu. Pokud přidáme pod otopné těleso ventilátor, zvýší se rychlost proudění. Otopné těleso se tím rychleji ochlazuje. Teplota v místnosti tak vzrůstá několikanásobně rychleji a doba topení se zkrátí až na pětinu. Záleží na typu otopného tělesa. Nejvyšší účinnosti se dosahuje u tzv. plechových radiátorů. Komerčně lze pořídit přídavné zařízení s řadou nehlučných, automaticky spínaných ventilátorků, které se jednoduše připevní ke spodnímu okraji otopného tělesa ústředního topení. Rozměry: např.: délka = 590 mm, šířka = 86 mm, výška = 30 mm, Přídavné zařízení lze použít k jakémukoli radiátoru. Unikátní technologií vytváří nucené proudění vzduchu kolem výhřevných desek a tím až pětikrát zvýší rychlost oteplení vzduchu v místnosti a **zvýší tak účinnost otopného tělesa násobně**. Vzhledem k zvýšení účinnosti vytápění je možno snížit teplotu vody v topném okruhu až o 20 °C. Výhodou je, že se

zkrátí doba počátečního vytápění místnosti až na pětinu normálně potřebného času a tím i spotřeba topné energie. Nevýhodou je ovlivnění funkce indikátoru na otopném tělese. S ohledem na startovací teplotu indikátoru a jiné teplotní stavy na otopném tělese se **snižuje hodnota indikace** a uživatel tohoto zařízení získá komparativní výhodu z nižšího náměru při rozúčtování tepla v domě.

Noční útlum vytápění

Noční útlum, jako další prostředek k úsporám tepla, je projevem specifického režimu provozu ústředního vytápění bytového domu, když i provozovatelé dálkově dodávaného tepla (centrálního zásobování teplem) provozují zařízení s nočním útlumem. V době od 22 hodin do 6 hodin lze omezit vytápění obytných místností a v neprovozní době ostatních vytápěných prostor podle potřeby nebo krátkodobě přerušit do té míry, aby byly dodrženy požadavky jejich teplotního útlumu zajišťující tepelnou stabilitu místností.

Noční útlum v provozu otopné soustavy se uplatňuje kvůli snížení nákladů na provoz otopné soustavy. Noční útlum je tedy spojen s představou úspor těchto nákladů. Vychází se z poznatku, že v nočních hodinách je možné snížit teplotu vytápěné místnosti až o 5 K. Podstatou je snížení tepelného spádu otopné vody, a to hlavně teploty vstupní vody. Paradoxně vlivem neinformovanosti či nedůslednosti konečných spotřebitelů dochází v praxi často ke zvýšení nákladů. Zvýšení spotřeby tepla a energie na jeho distribuci (oběhová čerpadla) je důsledkem zvýšení hmotnostního průtoku (v kg/hod) otopné vody během nočního útlumu v případě, když není na otopném tělese snížena požadovaná teplota. Podstatný vliv na výsledný efekt nočního útlumu má tak nastavení regulačních ventilů na otopných tělesech. Regulaci výkonu zabezpečuje termostatická hlavice, kde každé číslo na stupnici odpovídá určité žádané hodnotě teploty interiéru. Požadujeme-li snížení teploty v interiéru během nočního útlumu, je zapotřebí pootočit hlavicí ventilu. V opačném případě při snížení teploty otopné vody a při nezměněné nastavené teplotě interiéru se ventil působením termohlavice otevře a pro dosažení požadovaného výkonu otopného tělesa zvyšuje průtok do tělesa. Během nočního útlumu poklesnou tepelné ztráty vytápěného objektu jen tehdy, sníží-li se teplota interiéru. Jinak tepelné ztráty v důsledku nižších venkovních teplot rostou a dochází spíše ke zvyšování než ke snižování nákladů na provoz soustavy. Teploty před otopnými tělesy nekopírují průběh teplot na vstupu do otopné soustavy. Teplota přívodní vody před otopným tělesem je nižší než teplota na vstupu do soustavy. Je to vlivem chladnutí otopné vody v potrubí, které je úměrné teplotě vody. Na pokles teploty otopné vody v potrubí má vliv i rychlost proudění. Proto vliv teplotního útlumu na začátku soustavy před otopnými tělesy zaniká.