



Energetická účinnost
v hydronice:
nejdůležitější fakta

Engineering
GREAT
Solutions



IMI PNEUMATEX



IMI TA



IMI HEIMEIER

U vytápěcích, větracích a klimatizačních soustav lze dosáhnout významných a okamžitých úspor

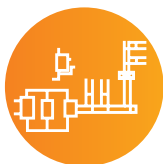
Až 50% spotřeby energie v budovách připadá
na vytápěcí a klimatizační soustavy.

Klíčem k dosažení úspor je zvýšení energetické
účinnosti. Překvapivých výsledků lze dosáhnout
i při minimálních investičních nákladech.



Infrastruktura budovy

Energetickou spotřebu soustavy lze snížit zlepšením infrastruktury konkrétní budovy pomocí nové izolace, oken a podobně. Takové změny sice mají velký vliv, ale jsou s nimi spojeny značné investice s dlouhou dobou návratnosti. Navíc po dokončení takové práce se bude muset celá vytápěcí, větrací a klimatizační soustava přenastavit.



Vytápěcí, větrací a klimatizační soustava

Optimalizace hydronických poměrů ve vytápěcí, větrací a klimatizační soustavě sníží spotřebu energie a zlepší regulaci i poskytovaný komfort. Jde o nákladově nejefektivnější řešení a jeho účinky jsou okamžité a značné. Optimální hydronické vyvážení stávající soustavy může ve skutečnosti snížit její spotřebu energie v průměru až o 30 %.



Chování uživatelů

Můžete změnit způsob, jímž lidé danou budovu využívají – je to však obtížné a nepředvídatelné. Pokud soustava neposkytuje komfort, který uživatelé vyžadují, nastaví si ji podle sebe. To je ve většině případů spojeno s rychlými a drastickými výkyvy směrem nahoru a dolů ve vytápění či chlazení, což vede ke zbytečným energetickým ztrátám. Pokud je soustava správně nastavená již od počátku, pozitivně to ovlivní způsob, jímž lidé svou vytápěcí, větrací a klimatizační soustavu ovládají, a v důsledku toho klesne spotřeba energie.

Optimalizujte účinnost hydronických soustav pomocí opatření ve 3 klíčových oblastech

Výstupní teplota °C

Výroba



Účinnost kotle/chladicí jednotky přímo ovlivňuje teplota vratné vody v soustavě a jakékoli částice nečistot či vzduchové bublinky, které voda obsahuje.

IMI Hydronic Engineering tyto problémy řeší tím, že umožní účinné fungování soustavy při ideální teplotě. Naše řešení v oblasti udržování tlaku a čistoty vody zajišťují, že se ve výměnících tepla neusazují žádné nečistoty a že lze dosáhnout optimálního tepelného přenosu.

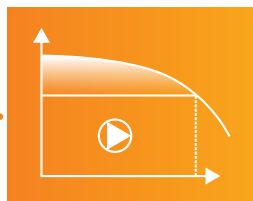
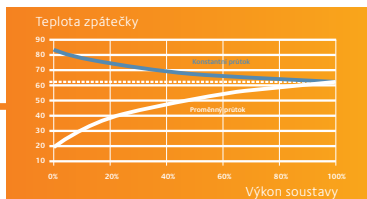
Distribuce



Většina čerpadel pracuje s nadměrným průtokem a příliš vysokou výtlačnou výškou. Pokud navíc v soustavě není správný tlak, je zde velké riziko kavitace čerpadla.

IMI Hydronic Engineering nabízí řešení obou těchto problémů. Naše možnosti nastavení soustav a řešení tlakové difference umožňují optimalizaci nastavení čerpadel a naše zařízení pro udržování tlaku chrání čerpadlo před kavitací. Tato řešení mohou snížit energetickou spotřebu čerpadla až o 40 %.

Teplota zpátečky °C



Způsob jakým jsou řízeny dvoucestné či třícestné ventily přímo ovlivňuje teplotu zpátečky pro zdroj tepla/chlada.

Projektovaný průtok

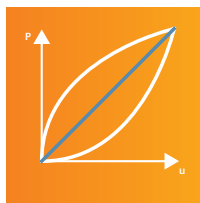
Spotřeba



I sebemenší výkyvy prostorové teploty mohou mít obrovský dopad na energetickou účinnost. Pokud je prostorová teplota ve vytápěcí soustavě o 1 °C vyšší, než by měla, může to způsobit zbytečnou ztrátu 6 % až 11 % energie. Pokud je o 1 °C nižší v chladicí soustavě, může to vést ke zbytečné energetické ztrátě dosahující 12 % až 18 %.

Hydronické vyvážení a přesné regulační ventily od IMI Hydronic Engineering nastaví správně průtoky v celé soustavě a vytvoří podmínky pro přesnou regulaci teploty.

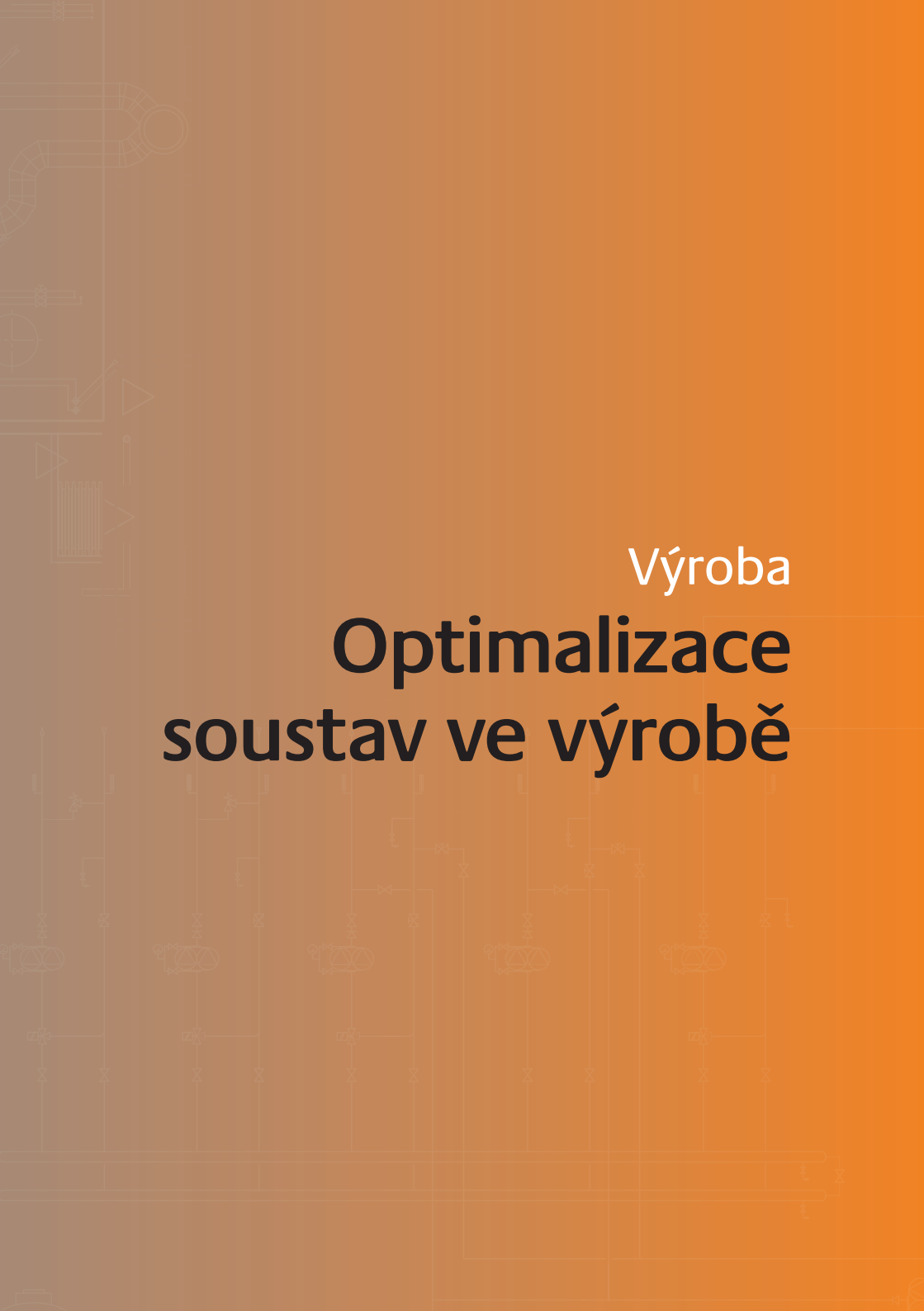
Prostorová teplota



Výstupní výkon

Typ regulace a postup vyvážení přímo ovlivňují celkový průtok a výtlačnou výšku čerpadla.

20 poznatků,
které vytvářejí
bezpočet možností

The background of the entire page is a solid orange color. Overlaid on this background are faint, light-colored technical drawings. In the top left corner, there is a detailed drawing of a mechanical part, possibly a valve or a pipe fitting, with various lines and dimensions. In the bottom left corner, there is a drawing of a mechanical component, possibly a pump or a motor, with a circular base and a vertical shaft. In the bottom right corner, there is a drawing of a mechanical component, possibly a valve or a pipe fitting, with a circular base and a vertical shaft. The text is centered on the right side of the page.

Výroba

Optimalizace soustav ve výrobě

Fakt

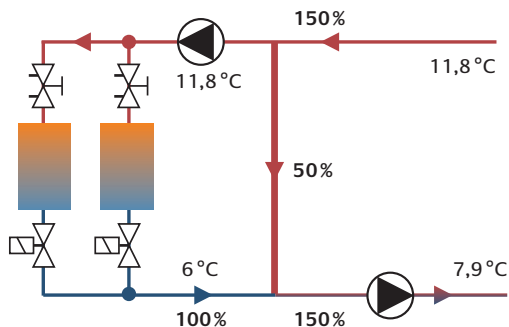
Č.1

Snížením teploty výstupní vody z chladicí jednotky o **1 °C** se účinnost sníží o **4 %**.

Když je distribuční čerpadlo předimenzované a soustava je nevyvážená, vyžaduje distribuce větší průtok, než okruh zdrojů tepla/chladu dokáže dodat. Tím vzniká bod mísení mezi vratnou vodou a výstupní vodou v místě napojení zkratovacího potrubí mezi stranou výroby a stranou distribuce.

U chlazení je v důsledku této průtokové nekompatibility teplota výstupní vody vyšší, než se předpokládalo v projektu, a koncová zařízení nemohou využít celou kapacitu svého výkonu; pro uživatele budovy to znamená tepelnou nepohodu.

Snížení teploty vody vystupující ze zdroje chladu může tuto nekompatibilitu kompenzovat, avšak za cenu vyšší spotřeby energie. Technická literatura výrobců chladicích jednotek uvádí nadměrnou energetickou spotřebu ve výši přibližně 4 % na každý 1 °C, o který se sníží teplota výstupní chlazené vody.



Reference: Administrativní komplex Citate Administrativa v Minas Gerais (vyvážení soustavy umožnilo zvýšit teplotu chladicí vody ze zdroje chladu o 1,5 °C = zvýšení účinnosti o 6 %) BRAŽÍLIE

Fakt

Č.2

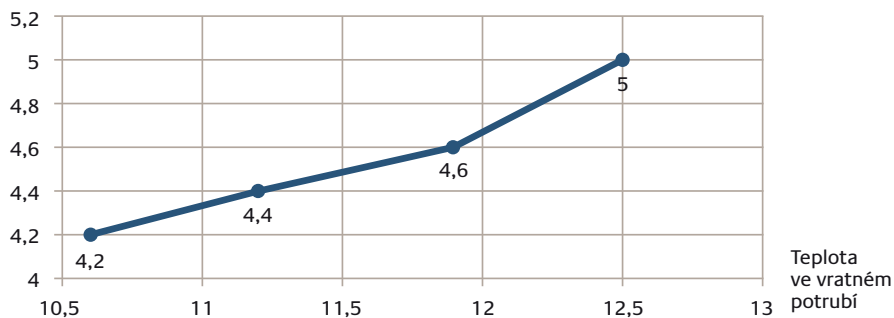
Nižší teplota ve vratném potrubí na vstupu do chladicí jednotky může mít významný dopad na koeficient výkonnosti – sníží jej až o **15 %**.

Nižší teplota ve vratném potrubí, než předpokládá projekt, může být výsledkem různých hydronických nedostatků, například:

- Neregulovaný průtok zkratovacím potrubím, v jehož důsledku se smísí studená voda z přívodu a teplá voda vystupující ze zařízení.
- Použití třicestných regulačních ventilů namísto dvoucestných, když je možné použít dvoucestné.
- Nevyvážená soustava; důsledkem je, že koncové jednotky pracují s celkovým nadprůtokem.
- Nesprávné nastavení výtláčné výšky čerpadla.

Nižší teplota ve vratném potrubí sníží teplotní rozdíl $\Delta T = T_s - T_r$ (T_s : Výstupní teplota; T_r : vratná teplota), a dále střední logaritmicou teplotní diferenci mezi tekutinou a chladicím médiem, což významně ovlivní koeficient výkonnosti (COP), až o 15 %.

Vliv teploty ve vratném potrubí na COP chladicích jednotek (*)



(*) Softwarová simulace výrobce chladicích jednotek

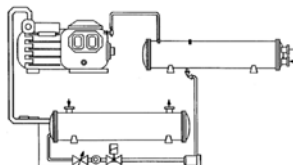
Fakt

Č.3

V chladicích soustavách může tzv. faktor zanášení (usazování nečistot) ovlivnit účinnost chladicích jednotek až o **5 %** a tlakovou ztrátu až o **10 %**.

V aplikacích s tepelnými výměníky fungují nánosy nečistot na vnitřním povrchu potrubí jako izolace a ovlivňují přenos tepla a tlakovou ztrátu. Toto zvýšení tlakové ztráty pak ovlivní spotřebu elektrického čerpadla.

Tepelný vliv zanášení se často vyjadřuje jako odpor vlivem zanesení (fouling resistance, R_f), který lze přibližně stanovit jako: $R_f = \delta / \lambda f$, přičemž δ je tloušťka a λf je tepelná vodivost (*).



Simulace výrobce softwaru pro chladicí jednotky

Tloušťka vrstvy zanesení (mm)	0	0,17	0,35
COP	2,84	-2,5 %	-5,3 %
Tlaková ztráta výparníku (při ekvivalentním výkonu chladicí jednotky)	53 kPa	+3,1 %	+8,7 %

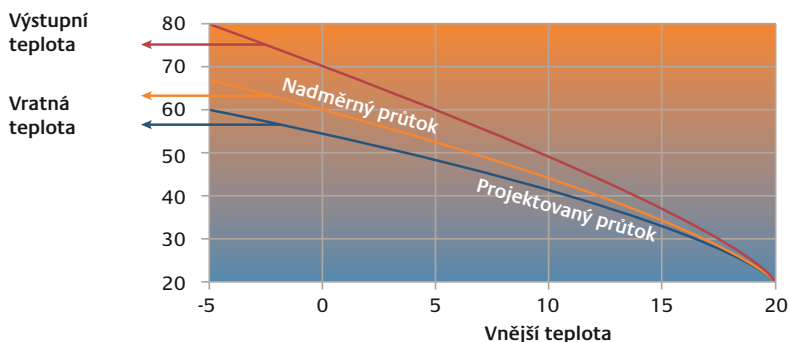
(*) Publikace: Online „Heatexchanger-fouling.com“

Reference: Centralizovaná chladicí soustava pro obytnou budovu ve městě Nanjing (Čína). Veliký vliv nánosů nečistot na chladicí kapacitu (14% snížení spotřeby energie po vyčištění výparníku)

Fakt

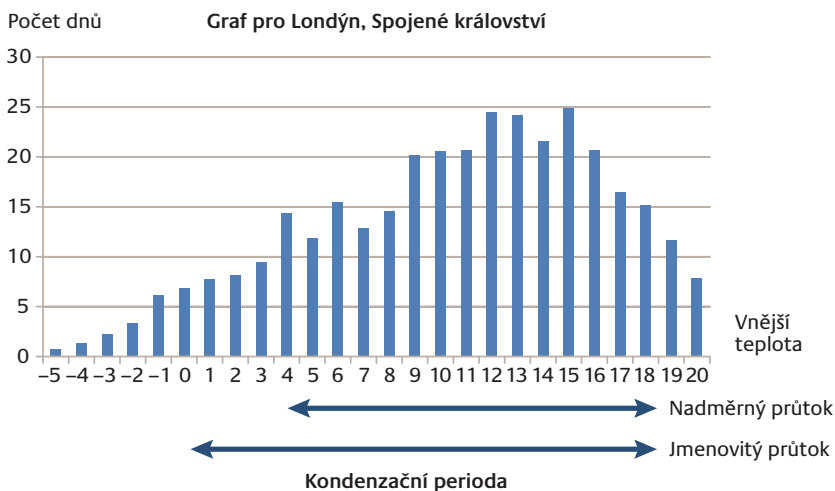
Č.4

Nadměrný průtok může zkrátit kondenzační periodu až o **20 %**, a má tak významný dopad na účinnost kondenzačního kotle.



Aby se u kondenzačních kotlů dosáhlo vysoké účinnosti, je potřeba udržet teplotu vratné vody pod kondenzačním bodem spalin; proto je nutné udržovat vysokou hodnotu ΔT . Toho lze dosáhnout pouze udržováním stabilní a přesné plynulé regulace proměnného průtoku v koncových jednotkách a vyvarováním se nadměrných průtoků kvůli nevyváženosti soustavy.

V soustavách pracujících s nadprůtokem je teplota ve vratném potrubí vyšší než normálně. Počet dní kondenzační kapacity je pak snížen až o 20 %. Při zvážení 15 % úspory energie díky kondenzační technologii se dopad nadměrného průtoku odhaduje na 3 % energetické potřeby kotle.



Reference: Empalot France (12,3% zvýšení účinnosti kondenzačního kotle a lepší regulace teploty místností)

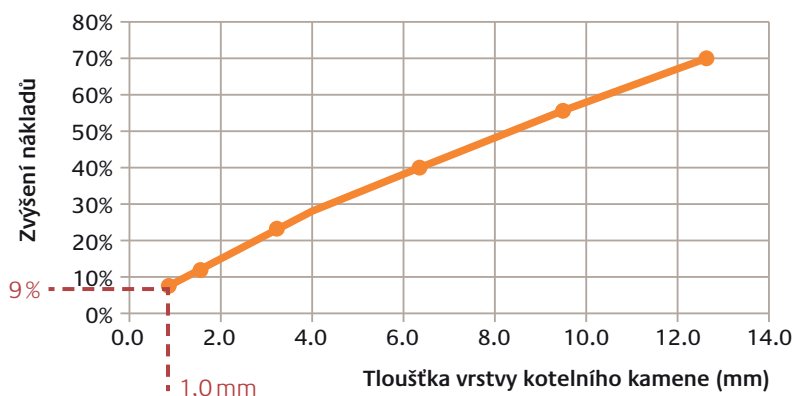
Fakt

Č.5

1 mm nánosů kotelního kamene způsobí nadměrnou energetickou potřebu kotle dosahující až **9 % (*)**.

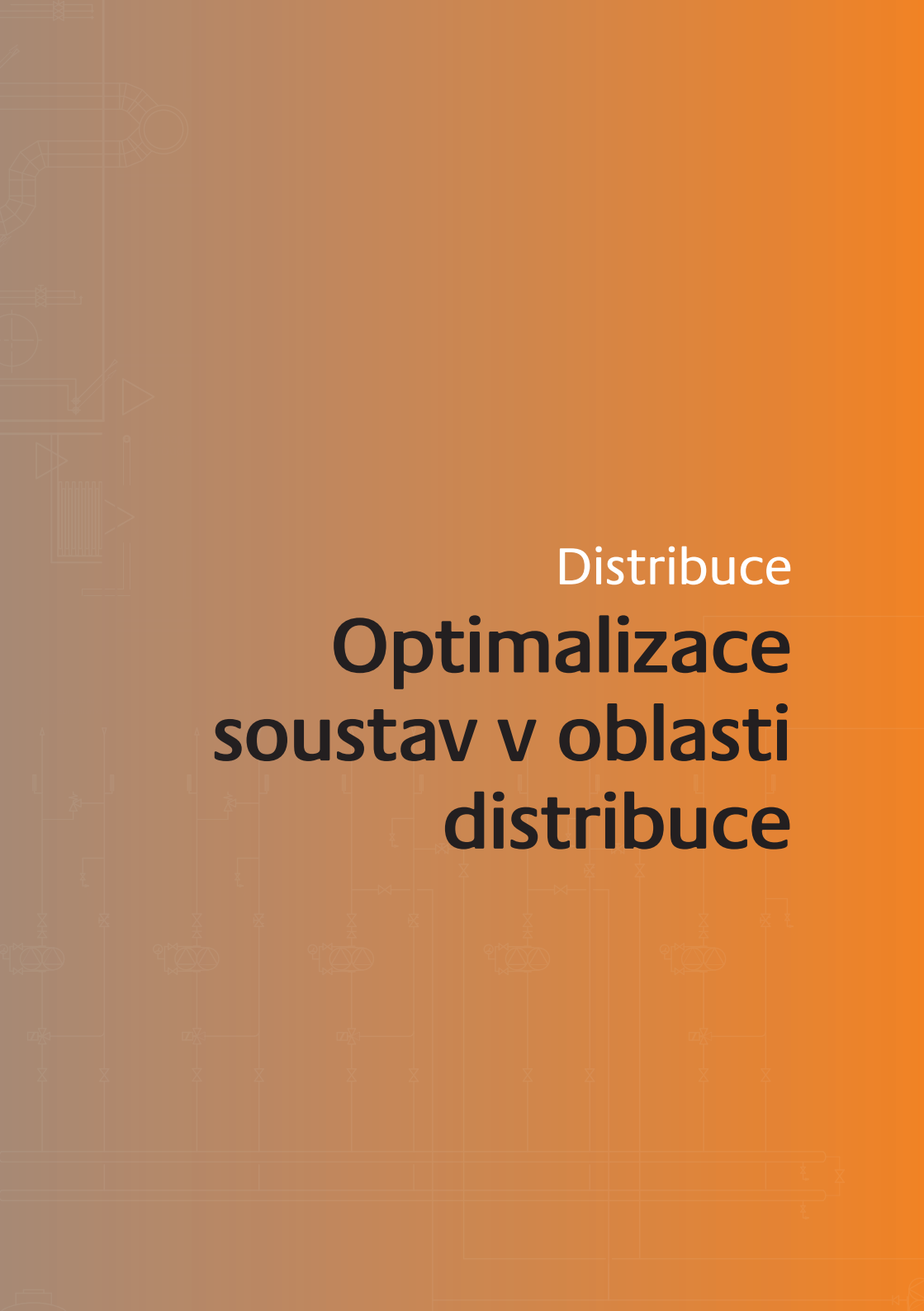
Špatný systém pro udržování tlaku (poddimenzované zařízení, problémy s kvalitou apod.) po většinu času doplňuje do soustavy čerstvou vodu, aby kompenzoval úkapy přes pojistné ventily (v důsledku nadměrného tlaku). Tato čerstvá voda obsahuje kotelní kámen, který se usazuje zejména na nejteplejších površích (výměníku kotle) vytápěcí soustavy.

Tento nános funguje jako izolace a ovlivňuje tepelný přenos i tlakovou ztrátu. To vede ke ztrátě účinnosti kotle a poté k vyšší energetické spotřebě. Kvůli nánosu kotelního kamene navíc lokálně dochází k tepelné kavitaci, což způsobuje významné poškození kotle. Vedle zanesení kotelním kamenem obsahuje čerstvá voda kyslík, který způsobuje korozi – a tudíž i nánosy magnetitových nečistot – v celé vytápěcí soustavě.



(*) Výsledky testů provedených Illinoiskou univerzitou a Úřadem pro standardizaci, USA.



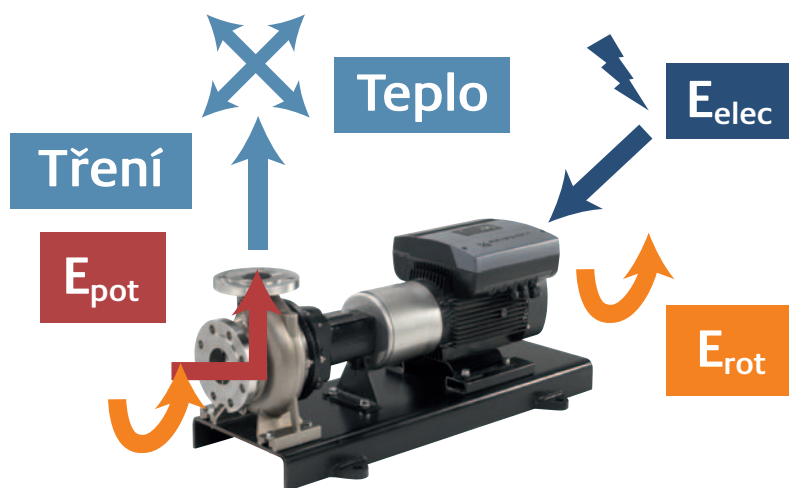
The background of the slide is a solid orange color. Overlaid on this background is a faint, light-colored technical drawing. This drawing includes various mechanical components such as pipes, valves, and structural frames, as well as a grid of lines and some circular symbols, suggesting a schematic or blueprint related to engineering or infrastructure.

Distribuce **Optimalizace soustav v oblasti distribuce**

Fakt

Č.6

V chladicích soustavách představují náklady na elektrické čerpání (distribuce při konstantním průtoku) **7 % až 17 %** celkové potřeby energie na chlazení.



Potřeba energie na čerpání je přímo úměrná průtoku vody, výtlačné výšce a účinnosti čerpadla a motoru. U chlazení musí být energie dodávána do samotného čerpadla a přenášena na vodu kompenzovaná chladicími jednotkami. Energii na čerpání je tedy u chlazení zapotřebí vynaložit dvakrát: v čerpadle a v chladicí jednotce!

$$\text{Spotřeba elektrického čerpadla} \approx C_0 + \frac{\text{Výtlačná výška} \times \text{Průtok}}{\text{Celková účinnost čerpadla}}$$

Odhad spotřeby elektrického čerpadla, v porovnání se sezónní energetickou spotřebou zařízení pracujícího při konstantním průtoku, je uveden pomocí následujícího vzorce:

$$C_{pr} = \frac{H}{\Delta T_c} \times \frac{0,235}{S_c \times \eta_p \times \eta_m} \times (\text{COP} + \eta_m) \approx 3,34 \times \frac{H}{\Delta T_c}$$

Příčemž

C_{pr} : Náklady na čerpání v % celkové potřeby energie na chlazení

H : Výtlačná výška (m v. sl.)

η_p : Účinnost čerpadla

η_m : Účinnost motoru

S_c : Poměr mezi průměrným sezónním chladicím výkonem a maximálním potřebným výkonem

ΔT_c : Jmenovitý rozdíl v teplotě vody

Příklad:

Pro $H=25$ m v. sl. (250 kPa) a $\Delta T_c = 5,5$ °C představují náklady na čerpání 15,2 % celkové potřeby energie na chlazení ($S_c=0,4$; $\eta_p=0,75$; $\eta_m=0,92$;
Sezónní COP=3)

Poznámka: U vytápění nedávné výzkumy ukazují, že ve Švédsku představuje spotřeba čerpadel 1,5 % spotřeby energie v budovách, jako jsou kanceláře, školy, nemocnice. „Účinnost provozu čerpadel a ventilátorů souvisejícího s budovami“, Ph.D. disertační práce Caroline Markussonové, Chalmerská technická univerzita, květen 2009.

Fakt

Č.7

Z porovnání nevyvážené soustavy se soustavou vyváženou vyplývá, že náklady na elektrickou energii pro čerpadlo lze snížit o **40 %**.

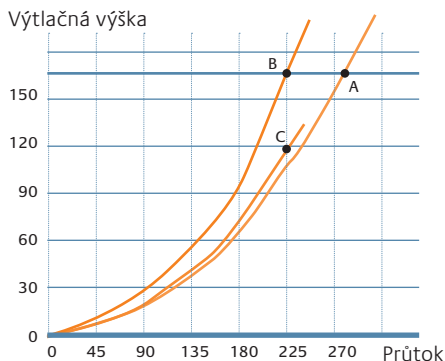
Náklady na čerpání jsou úměrné součinu výtlačné výšky a průtoku. Nevyvážené soustavy většinou pracují s vyšším celkovým průtokem, než je zapotřebí, aby se kompenzovaly místní podprůtoky. Celkem běžně lze pozorovat, že průtok v distribuci je o 50 % vyšší než projektovaná hodnota (*).

Řádné vyvážení také umožní optimalizovat výchozí nastavení otáček čerpadla (úspory na výtlačné výšce velmi závisejí na projektech, avšak čerpadla jsou vždy předimenzovaná alespoň o 10 % bezpečnostní faktor používaný projektanty).

Vezmeme-li v úvahu zařízení pracující s 30 % nadprůtokem a s výtlačnou výškou větší pouze o 10 %, pak vyvážením soustavy dosáhneme úspor energie na čerpání ve výši 40 %.

Příklad:

- A. Nevyvážená soustava: příkon čerpadla 12,8 kW
- B. Vyvážená soustava: příkon čerpadla 10,2 kW (–20 %)
- C. Vyvážená soustava a upravení výtlačné výšky: příkon čerpadla: 7,31 kW (–43 %)



Reference: Hammarplast Consumer factory (61 %) SWEDEN, Citate Administrativa in Minas Gerais (21 %) BRAŽÍLIE, Pfizer (31 %) FRANCIE.

(*) Zdroj: Výzkum provedený společností Costic (Francouzské výzkumné a tréninkové centrum HVAC), publikováno v CFP žurnálu duben–květen 2002.

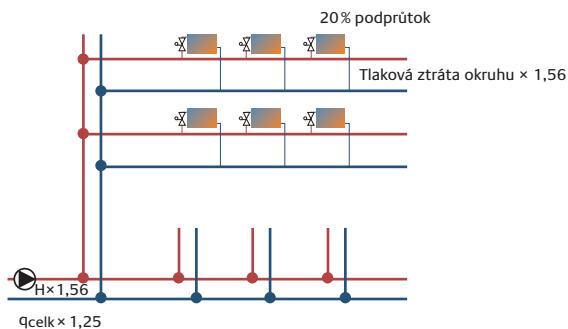
Fakt

Č.8

Zvýšení celkové výtlačné výšky
za účelem kompenzace **20%**
podprůtoku u některých
koncových jednotek vede k **95%**
zvýšení celkové potřeby
elektrické energie pro čerpadlo
v dané soustavě.

Je celkem běžné, že lidé zvyšují celkovou výtlačnou výšku čerpadel, aby kompenzovali podprůtok v některých částech soustavy. Má-li se kompenzovat 20 % podprůtok v některých koncových jednotkách, celkový průtok by se měl zvýšit o 25 % ($0,8 \times 1,25 = 1$). Protože se tlaková ztráta soustavy zvyšuje s druhou mocninou průtoku, musí se výtlačná výška kvůli zajištění požadovaného zvýšení průtoku zvýšit o 56 % ($1,25 \times 1,25$).

Takového zvýšení výtlačné výšky se zpravidla dosáhne výměnou oběžného kola čerpadla či instalací výkonnějšího čerpadla. Uvážíme-li, že účinnost čerpadla a motoru zůstane stejná, neboť náklady na elektrické čerpání jsou úměrné součinu výtlačné výšky a průtoku, povede tato situace k nadměrné spotřebě $1,25 \times 1,56 = 1,95$, tedy o 95 % vyšší než normální spotřeba.



Poznámka: Namísto výměny čerpadla někteří lidé používají záložní čerpadlo, které běží paralelně s čerpadlem používaným normálně. I to vede k nadměrné spotřebě.

Fakt

Č.9

Dobře vyvážená vytápěcí nebo chladicí soustava může přinést úspory energie ve výši až **35 %**.



Koncové jednotky (fan-coily, otopná tělesa, vzduchotechnické jednotky) v blízkosti čerpadla přirozeně pracují s nadměrným průtokem, čímž vznikají podprůtoky v ostatních koncových jednotkách. Například ve vytápěcích soustavách je běžné, že místnosti v blízkosti té, v níž je umístěn kotel (tedy blízko čerpadla), se vyznačují nadměrným průtokem, a jsou tedy i nadměrně vytápěné, zatímco místnosti vzdálenější dosahují této teploty obtížně.

Odchylka v prostorové teplotě může snadno dosáhnout 2 až 4 °C. Tato situace také vede k vyššímu celkovému průtoku, než je žádoucí, v důsledku čehož roste spotřeba elektrického čerpadla a dochází ke špatnému přenosu výkonu na rozhraních.

To pak zpravidla vede k tomu, že se do provozu uvádí více výrobních jednotek (kotlů, chladicích jednotek), než by normálně bylo potřeba, a ovlivňuje se účinnost kondenzačních kotlů nebo COP chladicích jednotky.

Dohromady mohou tyto jednotlivé účinky vytvořit nadměrnou spotřebu od 10 až do 35 %!

Příklad výpočtu u vytápění

Průměrná odchylka v prostorové teplotě:	2 °C	Energetický dopad:	12 % až 22 % (Fakt č. 12)
Nadměrná spotřeba energie čerpadlem:	40 % (Fakt č. 7)	Energetický dopad:	0,2 % až 0,6 %
Nížeší účinnost kondenzačního kotle:		Energetický dopad:	1 % až 3 % (Fakt č. 4)
		Kombinovaný dopad:	13,1 % až 24,8 %

Příklad výpočtu u chlazení

Průměrná odchylka v prostorové teplotě:	1 °C	Energetický dopad:	12 % až 18 % (Fakt č. 13)
Spotřeba energie čerpadlem:	40 % (Fakt č. 7)	Energetický dopad:	2,8 % až 6,8 % (Fakt č. 6)
Nížeší průměrná účinnost chladicích jednotky (COP):		Energetický dopad:	5 % až 15 % (Fakt č. 1)
		Kombinovaný dopad:	18,7 % až 35,0 %

Reference: Hotel Saixiang v Tchien-ťinu (31 %) ČÍNA, Sundsvall (15 %) ŠVÉDSKO, Empalot (12,3 %) FRANCIE, různé kancelářské budovy nizozemské vlády (10 %).

Fakt

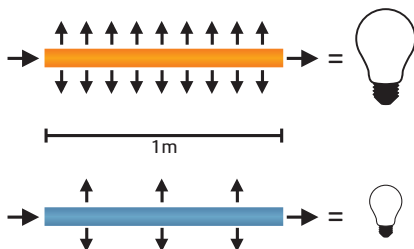
Č.10

Zvýšením teploty vody o **1 °C**
vzrostou tepelné ztráty potrubí
o **3 %**.

Kvůli kompenzaci hydronických problémů a příliš nízké či příliš vysoké prostorové teploty se celkem běžně teplota výstupní vody ve vytápěcí, větrací či klimatizační soustavě zvýší (u vytápění) či sníží (u chlazení). Důsledkem jsou přetopené či nadměrně ochlazované místnosti v těch nejvyužívanějších částech budovy.

Bude to mít dopad také na tepelné ztráty či tepelné zisky potrubí, což sníží celkovou účinnost dané vytápěcí, větrací nebo klimatizační soustavy. U vytápění, uvážíme-li průměrnou teplotu vody 50 stupňů Celsia a teplotu prostředí kolem potrubí 20 stupňů Celsia, zvýší se tepelné ztráty o 3 % s každým stupněm Celsia navíc oproti projektu. Aby se kompenzovala prostorová teplota o 1 °C nižší, než by měla být, musí se teplota vody zvýšit o přibližně 4 °C (podle podmínek daného projektu), což znamená, že tepelné ztráty potrubí vzrostou o **12 %**!

$$P_m = \frac{\Delta T}{40} \times \left(3 + 5 \times \frac{de}{3,5 + 0,0036 \times \frac{l}{\lambda}} \right)$$



Zjednodušený vzorec pro výpočet tepelné ztráty potrubí

Příčemž:

P_m : Tepelné ztráty potrubí na metr (W/m)

ΔT : Teplotní rozdíl mezi teplotou vody a okolního vzduchu

de : Vnější průměr potrubí (mm)

l : Tloušťka izolace (mm)

λ : Součinitel tepelné vodivosti izolace (W/m·K)

Fakt

Č.11

V důsledku koroze a nánosů nečistot v potrubí se náklady na čerpací práci během prvních let provozu vytápěcí nebo chladicí soustavy zvyšují až o **35 % (*)**.

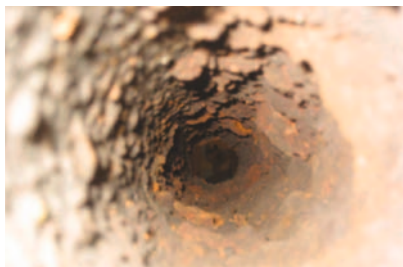
Tlakové ztráty potrubí (často nazývané lineární tlakové ztráty) závisí na:

- vnitřním průměru potrubí
- drsnosti potrubí
- hustotě a viskozitě vody (teplonosného média)
- průtoku

Přítomnost kyslíku v důsledku špatného udržování tlaku způsobuje korozi.

Nánosy nečistot (kvůli nevyhovující kvalitě vody a příliš nízké rychlosti průtoku vody v některých částech zařízení) soustavně mění drsnost vnitřního povrchu trubky o 15 až 70 % během prvních let a o 150 % až 2400 % (**) po 20 až 50 letech. Má-li se tento nárůst tlakové ztráty kompenzovat, výtlačnou výšku je zapotřebí zvýšit, což způsobí nárůst příkonu elektrického čerpadla.

Například: (*) Při uvážení tlakové ztráty potrubí představující 50 % celkové tlakové ztráty soustavy bude mít 70 % zvýšení tlakové ztráty potrubí přímý vliv na spotřebu elektrické energie pro čerpadlo ve výši 35 %, aby se dosáhlo stejného průtoku.



Vnitřní pohled do trubky DN 100, následek koroze

(**) **Zdroj:** Výsledky publikované Státní univerzitou v Utahu, prof. Rahmeyer

The background of the entire page is a solid orange color. Overlaid on this background is a faint, light-colored technical drawing or schematic. This drawing includes various geometric shapes, lines, and symbols, such as circles, rectangles, and arrows, which are typical of engineering or architectural plans. The drawing is positioned on the left side of the page, with its elements extending towards the center.

Spotřeba

Optimalizace soustav v místě spotřeby energií

Fakt

Č.12

To, že je prostorová teplota v případě vytápěcích soustav o 1 °C vyšší, než by měla, stojí **6 % až 11 %** z celkové roční energetické potřeby na vytápění.

V případě vytápění nadměrná spotřeba budovy přímo souvisí s teplotním rozdílem mezi prostorovou teplotou a venkovní teplotou.

Tuto nadměrnou spotřebu lze odhadnout pomocí následujícího vzorce:

$$S\% = \frac{100}{S_c \times (t_{ic} - t_{ec} - a_i)}$$

S%: Nadměrná spotřeba energie vyjádřená v % pro zvýšení prostorové teploty o 1 °C

S_c : Poměr mezi průměrným sezónním vytápěcím výkonem a maximálním potřebným výkonem

t_{ic} : Projektovaná prostorová teplota

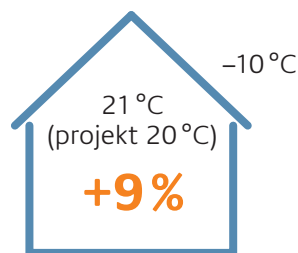
t_{ec} : Projektovaná venkovní teplota

a_i : Vnitřní tepelný zisk vyjádřený ve stupních vlivu na prostorovou teplotu

Příklad:

Pro $t_{ic} = +20\text{ °C}$, $t_{ec} = -10\text{ °C}$, $a_i = 2\text{ °C}$ a $S_c = 0,4$

Nadměrná spotřeba energie $S = 9\%$



Stabilní a přesná regulace prostorové teploty poskytuje komfort uživatelům a představuje jeden z nejúčinnějších způsobů, jak snížit energetickou spotřebu budovy.

Fakt

Č.13

U chladicích soustav nás prostorová teplota o 1 °C nižší, než by měla, stojí **12 %** až **18 %** z celkové roční energetické potřeby na chlazení.

Pokud je prostorová teplota v případě chladicích soustav například 23 °C namísto 24 °C (o 1 °C nižší, než by měla), vznikne tím nadměrná spotřeba přímo spojená se zátěží budovy (vnitřní i vnější tepelný zisk).

Tuto nadměrnou spotřebu lze odhadnout pomocí následujícího vzorce:

$$S\% = \frac{100}{S_c \times (t_{ec} - t_{ic} + a_i)}$$

S%: Nadměrná spotřeba energie vyjádřená v % pro snížení prostorové teploty o 1 °C

S_c: Poměr mezi průměrným sezónním chladicím výkonem a maximálním potřebným výkonem

t_{ic}: Projektovaná prostorová teplota

t_{ec}: Projektovaná venkovní teplota

a_i: Vnitřní tepelný zisk vyjádřený ve stupních vlivu na prostorovou teplotu

Příklad:

Pro t_{ic} = +23 °C, t_{ec} = 35 °C, a_i = 4 °C a S_c = 0,4

Nadměrná spotřeba energie S = 16 %

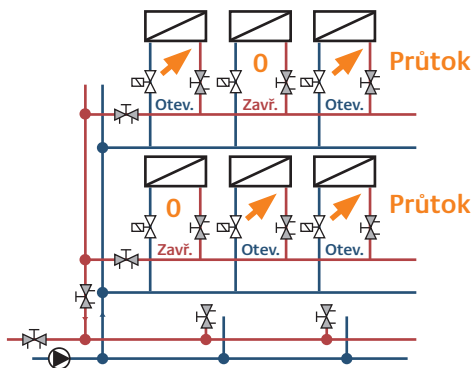
Stabilní a přesná regulace prostorové teploty poskytuje komfort uživatelům a představuje jeden z nejúčinnějších způsobů, jak snížit energetickou spotřebu budovy.

Fakt

Č.14

Interaktivní systémy on-off regulace vytvářejí nadměrnou spotřebu dosahující až **7 %**.

Když jsou v soustavách s proměnným průtokem používajících dvoucestné regulační ventily v on-off regulačním režimu některé ventily uzavřené, tlaková ztráta potrubí se sníží a v důsledku toho se významně zvýší tlaková diference, která zůstává k dispozici pro stále otevřené okruhy. Tím vznikne nadprůtok, což má dopad na příkon elektrického čerpadla a teplotu ve vratném potrubí do chladicích jednotek nebo kondenzačních kotlů. Při 50 % zátěži může on-off systém vyvolat nadprůtok až o 50 % (*) vyšší oproti normálnímu průtoku. V průběhu chladicí sezóny tak vznikne nadměrná spotřeba čerpadla ve výši až 3 % (*) celkových nákladů na energii pro chlazení. Při 50 % zátěži je ovlivněna i teplota ve vratném potrubí, a to o 1,5 °C až 2 °C, což vede k poklesu COP chladicí jednotky až o 4 % (Fakt 2). Tyto dva aspekty způsobují, že interaktivní systém on-off regulace vytváří až 7 % nárůsty energetické spotřeby, k čemuž lze přičíst nadměrnou spotřebu v důsledku odchylky v prostorové teplotě. Za účelem dosažení správného průtoku pro všechny koncové jednotky a zabránění hydropneumatické interaktivitě by se měl aplikovat upravený vyvažovací postup.



(*) Matematický model (Hydronic College, Jean Christophe Carette)

Reference: renovace univerzitní budovy (Hongkong, Čína) 21 % zlepšení COP

Fakt

Č.15

Kombinací centralizovaných
útlumových programů
s lokálními zařízeními
s možností útlumového režimu
lze dosáhnout úspor energie
ve výši až **20 %**.

Energii lze uspořit snížením (u vytápění) či zvýšením (u chlazení) prostorové teploty během období, kdy se místnosti nevyužívají, či během noci. Čím delší je doba útlumu, tím vyšší je úspora energie. Energetické úspory získané díky útlumové teplotě bychom mohli odhadnout pomocí vzorce:

$$E_{\text{úspora}} \% = 100 - \frac{t_{\text{útlum}} \times (100 - (T_{\text{nastavená}} - T_{\text{útlum}}) \times E_{\text{úspora}} (1^{\circ}\text{C})) + t_{\text{nastavená}} \times 100}{24}$$

$t_{\text{útlum}}$ (hodin): Teplota během doby útlumu

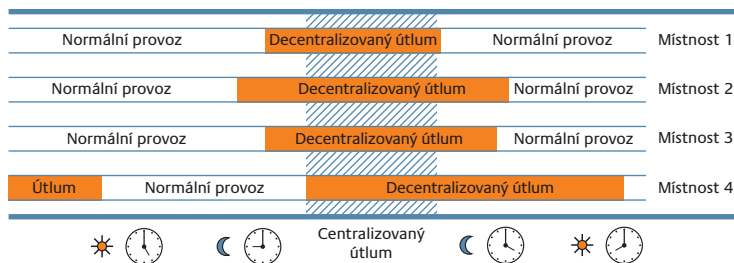
$t_{\text{nastavená}}$ (hodin): Doba nastavené teploty

$t_{\text{útlum}}$ (°C): Útlumová teplota

$t_{\text{nastavená}}$ (°C): Nastavená jmenovitá prostorová teplota

$t_{\text{úspora}}$ (1°C) (%): Úspora energie při snížení prostorové teploty o 1 °C

Vezmeme-li v úvahu místnost udržovanou při 20 °C od 8 hodin ráno do 18 hodin večer a útlumovou teplotu o 3 °C nižší (17 °C) během zbytku dne (14 hodin) a počítáme-li, že každý stupeň představuje úsporu 10 % (Fakt č. 12), lze úsporu energie odhadnout v % na: **17,5 % (*)**



(*) Poznámka: V tomto procentním podílu není zohledněn dopad na účinnost výrobní jednotky (kotel, tepelné čerpadlo...) pracující při plné zátěži po době útlumu, aby dosáhla nastavené teploty.

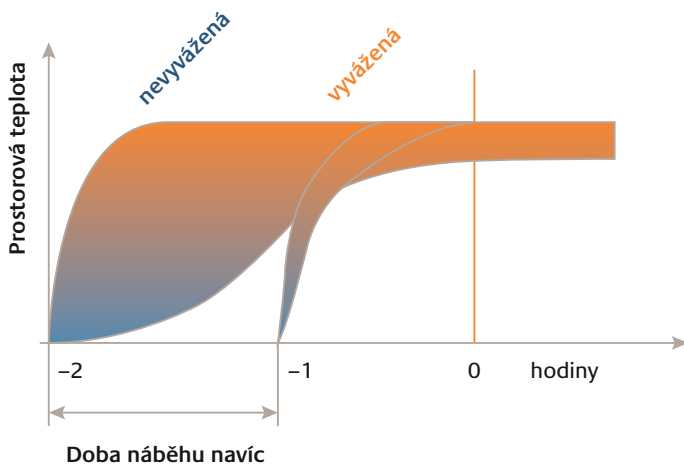
Publikace: „Potenciál úspory energie adaptéru E-Pro“ (Heimeier)

Fakt

Č.16

Každá hodina náběhové doby navíc, spouští-li se provoz dříve, než je nezbytné, zvýší celkovou potřebu energie na vytápění o **1,25 %**.

V nevyvážené soustavě jsou náběhy obtížné, přičemž u některých místností trvá dosažení cílové teploty z útlumové úrovně výrazně déle. Tato situace nutí uživatele spustit soustavu dříve, než je nutné, čímž se zvyšuje potřeba energie. Potřebuje-li v případě některých hydronických nedostatků náběh začít o hodinu dříve než normálně, přidaná potřeba energie bude: **1,25 % (*)**



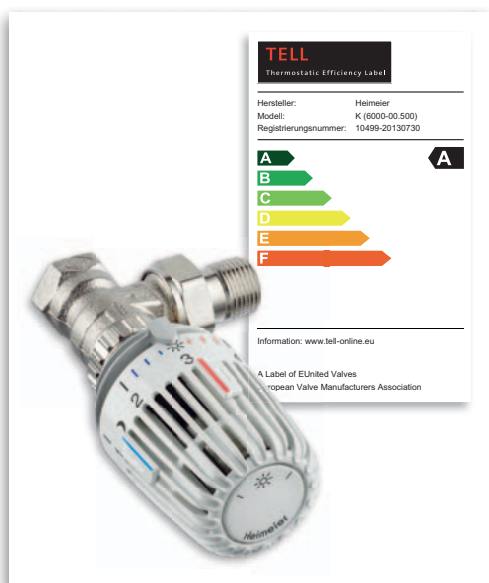
V některých budovách je v důsledku obtíží s dosahováním komfortní prostorové teploty po době útlumové teploty často rozhodnuto o zrušení programovací funkce regulátoru – což vede k až **20%** energetické ztrátě!

(*) Při uvážení vzorce z faktů č. 15

Fakt

Č.17

V porovnání s ručně ovládanými ventily mohou přesné termostatické ventily otopných těles přinést úspory energie dosahující až **28 %**.



Při zohlednění termálního chování konkrétní budovy, vnějších povětrnostních podmínek během topné sezóny, typu kotle a chování uživatelů provedla Univerzita v Drážďanech studii demonstrující vliv používání termostatických ventilů otopných těles od společnosti Heimeier v porovnání s ventily ručně ovládanými.

Při uvážení:

- Projektu vytápěcí soustavy 90 °C / 70 °C
 - Zaizolované budovy v souladu s německou normou z roku 1982
 - Kondenzační kotle
- se úspora energie při porovnání termostatických ventilů s manuálně ovládanými odhaduje na 28 %.
- Při projektu soustavy s teplotami 70 °C / 55 °C činí úspora 19 %.

Energetická úspora soustavy	Kotel				Norma pro tepelnou izolaci
	nízkoteplotní	kondenzační	nízkoteplotní	kondenzační	
%	8,08	9,54	13,08	15,53	1977
	15,98	19,01	21,26	28,38	1982
	70 °C / 55 °C		90 °C / 70 °C		
	Teplota				

Založeno na dynamické softwarové simulaci

Fakt

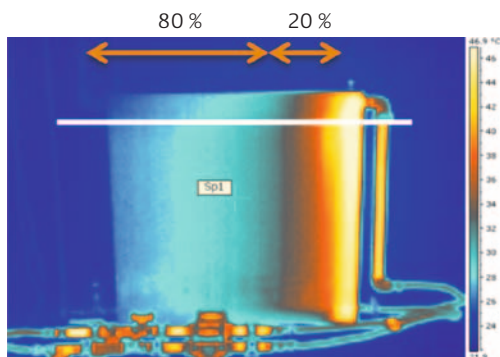
Č.18

Hromadění vzduchu v otopných tělesech může dramaticky snížit výsledný výkon jednotky – až o **80%**.

Hromadění vzduchu ve vodě se musí minimalizovat nejen kvůli snížení koroze a hlučnosti; přítomnost vzduchu také snižuje sálání tepla z koncových jednotek.

Termovizní snímek (viz příklad na obrázku) ukazuje, že vytváření vzduchových kapes brání cirkulaci vody v otopném tělese a dramaticky ovlivňuje výkon tělesa.

Aby kompenzovali nepohodu způsobenou slabým sáláním tepla z otopných těles, zvyšují uživatelé výstupní teplotu na kotli a rychlost čerpadla. To má výrazný dopad na energetickou spotřebu vytápěcí soustavy (fakta č. 4, 8 a 12).



Vliv vzduchu na výkon otopného tělesa (*)

(*) Termální měření provedené institutem „Karel de Grote Hogeschool“, BELGIE

Fakt

Č.19

Nahrazením starých
termostatických hlavic
(z období do roku 1988)
hlavicemi moderními lze
dosáhnout až **7%** energetických
úspor.

Drážďanská univerzita (Německo) provedla výzkum s cílem probádat potenciál energetických úspor díky nahrazení termostatických ventilů otopných těles pořízených do roku 1988 „novými“ termostatickými ventily. Na základě výsledků těchto výzkumů lze konstatovat, že snížení prostorové teploty lze dosáhnout nahrazením stávajících termostatických ventilů novými (žádné nežádoucí poklesy cílové prostorové teploty, méně přetápění, větší dodržování cílových hodnot). Toto zlepšení regulace prostorové teploty přináší úspory energie v závislosti na podmínce projektované teploty, jak ukazuje tabulka níže:

Projektovaná teplota	Úspora energie
90 °C / 70 °C / 20 °C	7 %
70 °C / 55 °C / 20 °C	5 %

Fakt

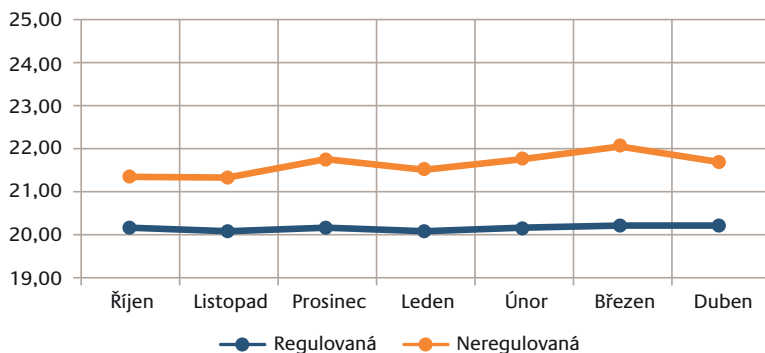
Č.20

Instalací samostatné regulace prostorové teploty pro podlahové vytápěcí soustavy lze dosáhnout energetických úspor ve výši až **20 %**.

Křivky na obrázku ukazují, že jmenovité hodnoty provozních prostorových teplot jsou v případě samostatné regulace prostorové teploty velmi blízko 20 °C bodu nastavení.

Hodnoty v případech, kdy soustava není vybavena nezávislým lokálním regulačním zařízením, ukazují provozní prostorovou teplotu, která je přibližně o 1,5–2 K vyšší. *(citát z níže uvedené studie).*

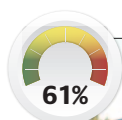
Tato odchylka v prostorové teplotě má až **20%** dopad na spotřebu energie! (Fakt č. 12)



Studie: Úspory energie a nákladů prostřednictvím renovace samostatných soustav regulace prostorové teploty pro podlahové vytápění, autor: Joachim Plate (výkonný ředitel Asociace pro povrchové vytápění a povrchové chlazení v Německu).

Úspor lze dosáhnout u téměř každé vytápěcí, nebo klimatizační soustavy

IMI Hydronic Engineering využívá svých odborných znalostí v oblasti hydronického vyvažování a regulace, aby snižovala spotřebu energie v jakémkoli typu budov.



61%

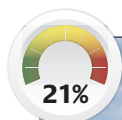


Hammarplast Consumer AB, Švédsko

Průmyslová chladicí soustava

Úspora energie 61 %

Vyvážením chladicí soustavy se snížily náklady na čerpací práci o 60%, cyklování regulačních ventilů a zvýšila se produktivita výroby.



21%

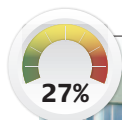


Cidade Administrativa, Brazílie

Chlazení kanceláří

Úspora energie 21 %

S pomocí odborného know-how IMI Hydronic Engineering ve vyvažování soustav a plnění cílů v oblasti účinnosti byla brazilská vláda schopna snížit spotřebu energie na čerpání o působivých 21 %.



27%



Maďarský ropný a plynárenský koncern MOL, Maďarsko

Kancelářská vytápěcí, větrací a klimatizační soustava

Úspora energie 27 %

Při úzké spolupráci s projektantem vytápěcí, větrací a klimatizační soustavy od samého počátku poskytovala IMI Hydronic Engineering technické poradenství a asistenční služby již od fáze původního projektu až po proces vyvážení soustavy – výsledkem je renovovaná soustava, která přinesla 27 % energetické úspory.

Váš silný partner s globálními zkušenostmi

IMI Hydronic
Engineering

Maracana Stadium, Rio de Janeiro

Naše regulační a vyvažovací ventily poskytují energeticky úsporné vnitřní klima v největším stadionu v Brazílii s kapacitou chlazení 10,6 MW.

Gardens by the bay, Singapore

Ventily IMI TA zajišťují přesnou teplotní regulaci bez kompromisů v oblasti energetické účinnosti pro více než 93 000 rostlin 1 160 druhů.



Burj Khalifa Tower, Dubai

Nejvyšší budova světa, 828 metrů a 160 pater, objednala 8 000 ventilů IMI TA od IMI Hydronic Engineering.

ČSOB, Praha

Naše hydronické řešení a kompletní vyvážení vytápěcí a chladicí soustavy vytváří dokonalé klima na ploše 83 000 m². Budova získala zlatý certifikát LEED.



Hydronic Engineering

IMI Hydronic Engineering
CTPark Humpolec 1573
CZ – 396 01 Humpolec

www.imi-hydronic.cz

Engineering
GREAT Solutions



 IMI PNEUMATEX

 IMI TA

 IMI HEIMEIER