

Výpočet optimální akumulace při vytápění dřevem

Miloš Bajgar

Jak autor v článku správně upozorňuje, výpočet akumulace při vytápění pevnými palivy je stále záležitostí velice podceňovanou. Vedou se více či méně fundované diskuze o tom, zda akumulace ano či ne, ale málokdo dovede svoje argumenty podložit také výpočtem. Z tohoto pohledu je článek velice přínosný. Mimo jiné z něj vyplývá, že často podceňovaným faktorem při volbě vhodného zdroje je velikost příkladacího prostoru kotle. Pokud má mít nově instalovaný zdroj tepla s akumulčním provozem význam, mělo by se jednat o kotel moderní konstrukce. U kotlů spalujících kusové dřevo je takovýmto zdrojem zplyňovací kotel s řízeným přívodem spalovacího vzduchu ventilátorem, který zaručuje stabilní a vysokou provozní účinnost i při rozdílných provozních podmínkách, zejména pak kolísání komínového tahu v průběhu topné sezony.

Recenzent: Zdeněk Lyčka

Účelem akumulace tepla je zajištění správné funkce kotle i v době, kdy je energetická potřeba otopné soustavy nízká. Přebytky tepla, které vyrábí kotel, jsou pak ukládány do vyrovnávací nádoby.

Je možné naplnit příkladací prostor kotle dřevem dříve, než bude vyrovnávací nádoba zcela vybita, například večer před spaním. Množství dřeva musí ale odpovídat potřebě tepla na dobití nádoby.

Kotel končí svou činnost v okamžiku, kdy je teplota vody v nádobě, od vrcholu k dolní části, 80 až 90 °C. Kotel obvykle obnovuje svou činnost v okamžiku, kdy teplota v nádobě klesne pod 30 až 40 °C.

Tento systém umožňuje kotli pracovat v nejlepších podmínkách, s nejvyšší dosažitelnou účinností. Vyhnete se tím stavu, kdy je příkladací prostor kotle naplněn palivem a odebírá se jen minimální množství energie. Dochází přitom k neekonomickému spalování, k velkému znečištění kotle, předčasnému opotřebení a nízkoteplotní korozi. Ke stejnému stavu může docházet v případě, kdy se snaží kotel dodat energii do nabitě vyrovnávací nádoby.

S vyrovnávací nádobou zajišťuje vytápění dřevem srovnatelný kom-

fort jako při vytápění plynem, protože odděluje produkci tepla od jeho spotřeby.

Jaké jsou výhody a nevýhody akumulace tepla

Výhod je více, jako například:

- Regulovaná teplota vody do otopné soustavy
- Kotel na dřevo pracuje při jmenovitém výkonu i uprostřed topné sezony
- Systém umožňuje ukládat přebytky tepla kotle během topné sezony, kdy by jinak kotel dodával mnohem víc tepla, než by bylo zapotřebí
- Snižuje se zanášení kotle, které snižuje jeho účinnost
- Zvyšuje dobu mezi příkládáním paliva do kotle

Environmentální a ekonomické přínosy jsou tak významné, že některé země zavedly akumulaci tepla u kotlů na pevná paliva jako povinnost.

Instalace vyrovnávací nádoby je technicky nutná také v případech, kdy se budou provozovat dvě otopné soustavy při různých teplotách. Například podlahové vytápění a vytápění klasickými otopnými tělesy. Obdobné to bude například u stavby domku, která se od původní stavby liší tepelně-technickými vlastnostmi nebo dobou provozu.

Nevýhody akumulace tepla?

- Vysoké náklady na instalaci
- Rozměrnost zařízení

Návrh instalace s kotlem na dřevo

Topenářské instalace s kotlem na dřevo mohou zajistit celkovou potřebu tepla pro vytápění i pro přípravu teplé vody.

Nejprve je potřeba stanovit tepelné ztráty objektu a potřebu tepla pro přípravu teplé vody, pokud tato není zajišťována jiným způsobem, například elektricky. Přípojná hodnota zdroje tepla je podkladem pro volbu výkonu kotle.

Obvyklá délka hoření jedné náplně příkladacího prostoru kotle je cca 3 až 6 hodin, což odpovídá zásahu obsluhy 4× až 8× za den. U předimenzovaného kotle mohou být zásahy obsluhy méně časté. Pro většinu uživatelů kotlů na dřevo by mohlo být přijatelným limitem přiložení paliva do kotle 2× až 3× za den.

Uvedme konkrétní příklad výpočtu pro tepelnou potřebu domku 45 kW s kotlem o výkonu 45 kW a obsahem násypky (spalovacího prostoru kotle) 180 dm³. Výhřevnost paliva předpokládáme 4 kWh · kg⁻¹, účinnost kotle 0,85, měrný objem dřeva ve spalovacím prostoru kotle 0,35 kg · dm⁻³.

Předpokládáme, že část energie bude procházet přímo do topných okruhů otopné soustavy, zbývajících cca 66 % bude procházet do vyrovnávací nádoby.

Výhřevnost suchého dřeva je zhruba stejná pro všechny druhy dřeva (4 kWh · kg⁻¹ při 20 % vlhkosti), liší se jen jejich měrná hmotnost a tím množství energie na jednotku objemu. Velmi často je spalováno dřevo s vyšší vlhkostí než optimálních 15 až 20 %. Pak ke stejnému množství vydané energie je potřeba větší objem dřeva.

Ze zadávaných údajů je potřeba vypočítat:

- Hmotnost jedné nákladky dřeva
- Minimálně potřebný objem spalovacího prostoru kotle

- Energii uvolněnou při jedné naložce dřeva
- Objem vyrovnávací nádoby

Aby zařízení bylo schopné spolehlivě fungovat, musí být využitelný objem příkladacího prostoru kotle vyšší, než je objem stanovený výpočtem. V případě, že bude skutečný objem příkladacího prostoru kotle menší než objem vypočtený, musíme zvolit jiný kotel s větším objemem příkladacího prostoru (a patrně i s větším výkonem, což nemusí být výhodné), nebo připustit větší počet plnění příkladacího prostoru během 24 hodin.

Výpočtové vztahy

Hmotnost jedné naložky dřeva:

$$G = \frac{Qp \cdot 24}{N \cdot H \cdot \eta} = 45 \cdot \frac{24}{3 \cdot 4 \cdot 0,85} = 105,9 \text{ kg}$$

kde je:

G [kg] hmotnost jedné naložky dřeva

Qp [kW] výkon kotle

N [-] požadovaný počet naplnění příkladacího prostoru kotle

H [kWh · kg⁻¹] výhřevnost paliva

η [-] provozní účinnost kotle

Minimálně potřebný objem spalovacího prostoru kotle

$$Vk = \frac{G}{O} = \frac{105,9}{0,35} = 302,5 \text{ dm}^3$$

Vk [dm³] minimálně potřebný objem spalovacího prostoru kotle

O [kg · dm⁻³] měrná hmotnost dřeva ve spalovacím prostoru kotle

Energie uvolněná při jedné naložce dřeva

$$Qe = \frac{Qp \cdot 24}{N} = 45 \cdot \frac{24}{3} = 360 \text{ kWh}$$

Qe [kWh] energie uvolněná při 1 naložce dřeva

Objem vyrovnávací nádoby

$$Vv = \frac{Qe \cdot 1000}{1,163 \cdot \Delta t} \cdot k = \frac{360 \cdot 1000 \cdot 0,66}{1,163 \cdot 50} = 4086 \text{ l}$$

Vv [l] objem vyrovnávací nádoby

Δt [K] zvolený teplotní rozdíl min. – max. ve vyrovnávací nádrži

K [-] podíl energie, která bude přiváděna do vyrovnávací nádoby

Vstupní údaje		Jednotky	
Potřeba tepla objektu (výkon kotle)	Qp	kW	45
Celkový objem příkladacího prostoru		dm ³	180
Využitelný objem příkladacího prostoru		dm ³	144
Požadovaný počet naplnění příkladacího prostoru kotle	N	den ⁻¹	3
Provozní účinnost kotle	η	–	0,85
Výhřevnost dřeva	H	kWh · kg ⁻¹	4
Měrná hmotnost dřeva ve spalovacím prostoru kotle	O	kg · dm ⁻³	0,35
Zvolený teplotní rozdíl min. – max. ve vyrovnávací nádrži	Δt	K	50
Podíl energie, která bude přiváděna do vyrovnávací nádoby	k	% · 100 ⁻¹	0,66
Výpočty		Jednotky	
Hmotnost jedné naložky dřeva	G	kg	105,9
Minimálně potřebný objem spalovacího prostoru kotle	Vk	dm ³	302,5
Energie uvolněná při 1 naložce dřeva	Qe	kWh	360
Objem vyrovnávací nádoby	Vv	l	4086

▲ Tab. 1 ●

Vstupní údaje		Jednotky	
Potřeba tepla objektu (výkon kotle)	Qp	kW	45
Celkový objem příkladacího prostoru		dm ³	180
Využitelný objem příkladacího prostoru		dm ³	144
Požadovaný počet naplnění příkladacího prostoru kotle	N	den ⁻¹	6
Provozní účinnost kotle	η	–	0,85
Výhřevnost dřeva	H	kWh · kg ⁻¹	4
Měrná hmotnost dřeva ve spalovacím prostoru kotle	O	kg · dm ⁻³	0,35
Zvolený teplotní rozdíl min. – max. ve vyrovnávací nádrži	Δt	K	50
Podíl energie, která bude přiváděna do vyrovnávací nádoby	k	% · 100 ⁻¹	0,66
Výpočty		Jednotky	
Hmotnost jedné naložky dřeva	G	kg	52,9
Minimálně potřebný objem spalovacího prostoru kotle	Vk	dm ³	151,3
Energie uvolněná při 1 naložce dřeva	Qe	kWh	180
Objem vyrovnávací nádoby	Vv	l	2043

▲ Tab. 2 ●

Vstupní údaje, včetně výpočtu v tabulkovém uspořádání, jsou v tab. 1.

Jaké informace tabulka přináší? Minimálně potřebný objem spalovacího prostoru kotle (302,5 dm³) je podstatně větší, než je využitelný objem příkladacího prostoru (144 dm³).

Pokud nebudeme zvětšovat výkon kotle (který by mohl mít větší využitelný objem příkladacího prostoru, zbývá jen zvýšit počet naplnění příkladacího prostoru kotle. V tabulkovém provedení měníme červeně vyznačený počet tak dlouho, až dosáhneme potřebné shody. Výsledek je v tab. 2.

Při počtu naplnění kotle 6× za 24 hodin (tedy každé 4 hodiny) je minimálně potřebný objem spalovacího prostoru kotle přibližně stejný, jako je skutečně využitelný objem. Objem vyrovnávací nádoby se přitom zmenšil na polovinu.

Objem vyrovnávací nádoby můžeme snížit častějším příkládáním paliva do kotle, nižším podílem energie, která bude přiváděna do vyrovnávací nádoby nebo nevyužíváním akumulacího prostoru až do venkovní výpočtové teploty.

Vyrovnávací nádobu lze s výhodou volit takovou, která podporuje

stratifikaci, tj. teplotní rozvrstvení akumulované vody. Opakem stratifikace je dokonalé promíchání vody v zásobníku. Otopná voda v horní části nádoby je u stratifikačních zásobníků, v případě potřeby, okamžitě k dispozici. S výhodou se používá svislých, dokonale izolovaných zásobníků. Aby se dosáhl nejlepšího kompromisu mezi teplotními ztrátami a fenoménem stratifikace je potřeba, aby výška nádoby byla přibližně dvojnásobkem jejího průměru.

Nádoba musí být vybavena 3 teploměry, v horní, střední a spodní části. Je potřeba vyloučit turbulence na vstupu do a na výstupu z nádoby. Rychlost proudění by v hrdlech nádoby měla být menší jak $0,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Po zátoku funguje kotel na maximální výkon a nabíjí akumulaci na požadovanou teplotu, přibližně 85 až 90 °C. Na konci cyklu, po plném nabití nádoby je kotel uveden do útlumu, a akumulovaná energie z nádrže může být distribuována.

Závěr

Výpočet akumulace při vytápění dřevem bývá často podceňován. Některé firmy montují takové systémy bez potřebných znalostí, bez výpočtů a bez projektu. Výsledky bývají někdy nedobré, jak pro uživatele, tak i pro jeho dodavatele.

Může trvat hodinu i více, než se kotel nahřeje na teplotu, kdy se otevře ventil hlídající teplotu zpátečky a otopná voda začne proudit do otopné soustavy a do akumulaci nádoby. To může být někdy jen začátek problému.

Studená voda vracující se z otopné soustavy uvede do činnosti armaturu hlídající teplotu zpátečky, průtok vody nějakou dobu cirkuluje jen ve vnitřním okruhu kotle, aniž by dodával teplo do otopné soustavy. Celý cyklus se několikrát opakuje. Při takovém cyklování nemusí být snadné odhalit, co je ještě normální projev regulace teploty zpátečky kotle a co je již chyba termo-

staticky ovládané armatury. Vyšší spolehlivost se dá očekávat od armatury ovládané elektropohonem.

Autor: **Ing. Miloš Bajgar,**
Vytápění – znalecká a projektová kancelář, Praha;
člen redakční rady Topenářství instalace

Recenzent: **Ing. Zdeněk Lyčka,**
LING Krnov, s.r.o.;
člen redakční rady Topenářství instalace

Calculating optimum heat storage in heating with wood

The purpose of the accumulation of heat is to ensure proper operation of the boiler and when the energy needs of the heating system is low. The surplus heat produced by the boiler, are then stored in a storage tank. It is necessary to determine optimally size of the boiler and the volume of the storage tank.



Veletrhy energeticky úsporného bydlení DŘEVOSTAVBY, MODERNÍ VYTÁPĚNÍ, KRBY A KAMNA

Brány pražského Holešovického výstaviště se ve čtvrtek 4. února 2016 otevřely pro souběh veletrhů energeticky úsporného bydlení – DŘEVOSTAVBY, MODERNÍ VYTÁPĚNÍ. Tyto veletrhy jsou určeny všem návštěvníkům, kteří řeší stavbu či rekonstrukci domu, snižování energetické náročnosti svých domů a také odborníkům pro navázání obchodních kontraktů. V celém souběhu veletrhů se prezentovalo 356 subjektů na celkové ploše výstavních hal 12 900 m².

Veletrh MODERNÍ VYTÁPĚNÍ, zaměřený na moderní trendy v oblasti vytápění, úspory energie a efektivní využívání obnovitelných zdrojů energie v oblasti vytápění, nabídnul novinky a inovované technologie ve vytápění. K vidění byly firmy se zaměřením na tepelná čerpadla a podlahové vytápění, solární systémy, rekuperaci, kotle, kamna, krby nebo komínové systémy, které jsou určeny pro

všechny druhy paliv, která dodržují přísné evropské emisní normy a především se zaměřují na vytápění ekologickým palivem, což je dřevo a pelety. V sekci KRBY A KAMNA vystavovatelé ukázali, jaké trendy dnes vládou designu krbů a kamen a jejich využití pro praktické bydlení, například firma ROMOTOP spol. s r.o., Rubivia a.s. nebo ABX s.r.o. Návštěvníci viděli novinky od prestižních výrobců, dovozců a prodejců krbů a kamen. Všichni vystavovatelé byli připraveni odborně poradit a odpovědět na dotazy. Veletrh byl určen všem, kteří řeší snižování energetické náročnosti svých domů a měli zájem se dozvědět o novinkách v tomto oboru.

Ve střední části haly byly k nalezení žhavé novinky. Kompaktní větrací jednotka s rekuperací 5. generace, automatický kotel pro spalování dřevních pelet a obilí, pyrolytický kotel na hnědé uhlí, nebo tepelné čerpadlo ECOHEAT 410, které se řadí mezi světovou špičku ve své třídě. Dále byla k vidění špičková česká krbová kamna, kde byly použity jen ty nejvyšší kvality materiálu, které se pro výrobu krbových kamen dají použít. Představila se i nová kolekce luxusních solitérních krbů francouzské značky ARKIANE. Jedná se o nástěnné nebo samostatně stojící krby, některé s možností odvodu spalín do komína spodem v podlahovém kanálu.

V rámci veletrhu MODERNÍ VYTÁPĚNÍ nesměla chybět ani atraktivní soutěž, ve které bylo možno vyhrát hodnotné ceny – s hlavní cenou – dvouplášťovými krbovými kamny Morso 3142.



□ firemní