

Ing. Roman VAVŘIČKA, Ph.D.
ČVUT Praha, Fakulta strojní,
Ústav techniky prostředí

Metody návrhu zásobníku teplé vody – (2. část)



Ústav techniky prostředí

Methods for Design of WSW Reservoir – (2nd Part)

Recenzent

Doc. Ing. Antonín POKORNÝ, CSc.

První část příspěvku „Metody návrhu zásobníku teplé vody – (1. část)“ byla otištěna ve 3. čísle časopisu VVI, 2011.

Byly v ní popsány návrhy zásobníku TV podle ČSN 06 0320 resp. DIN 4708.

Druhá část příspěvku se věnuje podrobně návrhu zásobníku TV podle ČSN EN 15316–3. Jedná se komplexní, náročnou problematiku, která úzce souvisí s energetickou náročností budovy a nelze ji vtěsnat do náplně jednoho příspěvku. Proto byl rozdělen do tří částí.

S pozorností budeme očekávat třetí, finální část příspěvku, ve které autor vyhodnotí a porovná jednotlivé metody výpočtu v aplikaci na rodinný a bytový dům.

Klíčová slova: potřeba teplé vody, ohřev teplé vody, akumulací zásobník, potřeba tepla pro přípravu teplé vody, tepelná ztráta rozvodů, křivky odběru a dodávky tepla

First part of the contribution "Methods for Design of WSW Reservoir was published in Magazine VVI, 2011, No. 3.

There were described designs of the WSW reservoir pursuant to CSN 06 0320 or DIN 4708.

The second part of the contribution deals with the detailed design of the WSW reservoir pursuant to ČSN EN 15316–3. It concerns of the comprehensive and exacting issues tightly connected with the building energy demand, which cannot be pressed in the content of one contribution. Therefore, it was divided in three parts.

We shall expect with interest the third, i.e. the final part of the contribution in which the author shall assess and compare individual calculation methods with the application to family and dwelling houses.

Key words: WSW demand, WSW heating, accumulative reservoir, demand of heat for WSW preparation, distribution heat loss, heat consumption and heat supply

ÚVOD

V předchozí části byly shrnuty metodiky návrhu velikosti zásobníku TV. Jak bylo uvedeno v předchozím díle, lze pro návrh objemu zásobníku TV využít metodiky podle ČSN 06 0320 nebo DIN 4708. Dalším způsobem jak navrhnout velikost zásobníku TV je možnost využití regulace zdroje tepla s ohledem na přednostní ohřev teplé vody. Všechny tyto metody mají jako hlavní vstupní okrajovou podmínku výpočtu definovanou potřebu teplé vody V_{2P} [l/os.perioda]. Obvyklou periodou časového odběru TV pak bývá 24 hodin, tj. 1 den. Následně se pak ve výpočtech stanoví potřeba tepla pro ohřev TV Q_{2P} [kWh].

Z pohledu stanovení potřeby tepla pro ohřev TV, resp. průběhu odběru TV, lze také využít normu ČSN EN 15 316–3 – Tepelné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro stanovení potřeb energie a účinnosti soustav. Tato evropská norma, která byla převzata v českém jazyce v červenci 2010, má celkem tři části. ČSN EN 15 316–3–1 se zabývá požadavky na odběr TV. ČSN EN 15 316–3–2 řeší soustavy TV, zejména pak rozvody TV (tj. tepelné ztráty potrubí, potřebu pomocné energie pro cirkulační čerpadlo, atd.). Poslední díl normy ČSN EN 15 316–3–3 je pak věnován zjednodušenému výpočtu ročního provozu systému přípravy TV z pohledu potřeby stanovení roční dodané energie pro přípravu TV. Ačkoli by se tedy mohlo zdát, že tato norma je primárně určena k energetickému hodnocení systémů přípravy teplé vody z hlediska budovy jako celku, lze hodnoty potřeby tepla, stanovené dle této normy, dále využít právě při návrhu velikosti zásobníku TV, resp. dimenzování velikosti zdroje tepla pro přípravu TV.

Pro určení potřeby teplé vody v dané periodě (tj. 24 hod) lze využít vztah

$$\dot{V}_{W,day} = \dot{V}_{W,f,day} \cdot f, \quad (1)$$

kde

$\dot{V}_{W,day}$ – potřeba teplé vody, při výstupní teplotě TV ($t_{W,del} = 60^\circ\text{C}$) [m^3/den],

$\dot{V}_{W,f,day}$ – specifická potřeba teplé vody ($t_{W,del} = 60^\circ\text{C}$) [$\text{m}^3/\text{měrná jednotka.den}$],

f – počet měrných jednotek [-].

Měrnou jednotkou se většinou rozumí počet osob (např. pro rodinné a bytové domy, kancelářské a školní budovy), počet lůžek (pro ubytovací zařízení, nemocnice apod.) nebo počet odběrů TV (např. u průmyslových provozů). U sportovních zařízení je za měrnou jednotku považován počet instalovaných odběrných zařízení, nejčastěji sprch apod. Hodnoty potřeby teplé vody pro budovy jsou uvedeny v příloze B1 normy ČSN EN 15316–3–1, výběr z normy je uveden v tab. 1.

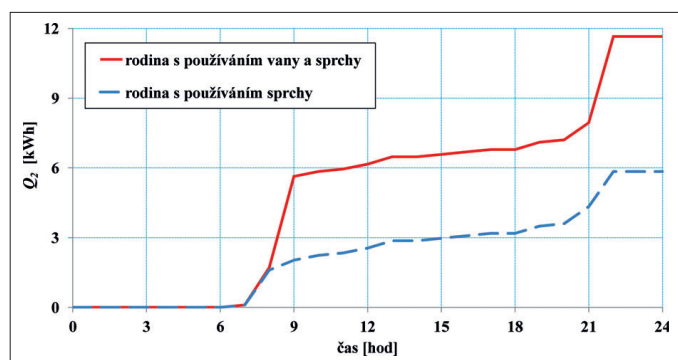
Tab. 1 Modifikované specifické potřeby teplé vody o teplotě $t_{W,del} = 60^\circ\text{C}$ (výběr z normy ČSN EN 15316–3–1)

Druh budovy	$\dot{V}_{W,f,day}$ [$\text{m}^3/\text{měrná jednotka.den}$]	Měrná jednotka
Rodinný dům	0,04 až 0,05	Osoba
Bytový dům	0,04	Osoba
Ubytovací zařízení	0,028	Lůžko
Čtyřhvězdičkový hotel s prádelnou	0,132	Lůžko
Restaurace	0,01 až 0,02	Jídlo
Nemocnice s prádelnou	0,088	Lůžko
Administrativní budova	0,01 až 0,015	Osoba
Sportovní zařízení	0,1	Instalovaná sprcha
Průmyslový závod	0,03	Sprchová koupel

Hodnoty uvedené v tabulce pro bytový dům a sportovní zařízení jsou stanoveny pro tzv. vysoký komfort. Pro bytové domy je obvyklejší počítat s hodnotou v rozmezí od 0,02 do 0,04 [$\text{m}^3/\text{osobu.den}$] a pro střední standard u sportovních zařízení s hodnotou 0,06 [$\text{m}^3/\text{sprchu.den}$].

Pro stanovení specifické potřeby TV pro rodinné domy s jednou rodinou a podlahovou plochou větší než 20 m^2 norma dále nabízí využít vztah

$$\dot{V}_{W,f,day} = \left(\frac{39,5 \cdot \ln f - 90,2}{f} \right) \cdot 10^{-3}. \quad (2)$$



Obr. 1 Profil křivek odběru tepla v TV podle ČSN EN 15316-3-1

Nicméně např. pro rodinný dům o podlahové ploše 160 m², by specifická potřeba TV podle vzorce (2) byla $V_{W,1,day} = 0,00069$ [m³/m².den] a potřeba TV podle vzorce (1) pak $V_{W,day} = 0,11$ [m³/den]. Pokud bychom pro stejný dům uvažovali 4-členou domácnost (tj. měrnou jednotkou by byl počet osob), podle tab. 1 je specifická potřeba TV 0,04 [m³/osobu.den]. Celková potřeba TV by pak byla pro stejný dům $\dot{V}_{W,day} = 0,16$ [m³/den]. Jak je tedy patrné, metody pro stanovení potřeby TV se značně liší. Doporučení lze hledat spíše v tab. 1 a vzorcích (1), kde je zohledněno, jaký typ budovy navrhujeme a ve výpočtech poté pracovat se správnou měrnou jednotkou.

Potřebu tepla pro ohřev TV lze pak vyjádřit jako

$$Q_W = \frac{\dot{V}_{W,day} \cdot c_W \cdot \rho_W (t_{W,del} - t_{W,0})}{10^6} \approx 4,182 \cdot \dot{V}_{W,day} \cdot (t_{W,del} - t_{W,0}), \quad (3)$$

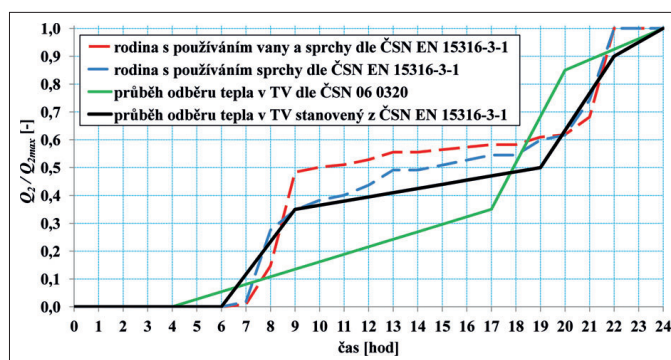
kde

- Q_W – potřeba tepla na ohřev TV [MJ/den],
- $\dot{V}_{W,day}$ – objem dodané TV za den při stanovených teplotách (1) [m³/den],
- c_W – měrná tepelná kapacita vody [J/kg.K],
- ρ_W – hustota vody [kg/m³],
- $t_{W,del}$ – výstupní teplota TV z ohřívače [°C],
- $t_{W,0}$ – vstupní teplota studené vody [°C].

Pro výstupní teplotu TV z ohřívače $t_{W,del} = 60$ °C a při průměrné vstupní teplotě studené vody $t_{W,0} = 13,5$ °C norma ČSN 15316-3-1 v příloze A uvádí tabulky charakteristického průběhu odběru TV. Pro další porovnání jsem tabulky převedl do grafické podoby (obr. 1). Tabulka A2 normy uvádí hodnoty denního odběru tepla v TV pro rodinu s používáním sprchy a je charakteristická pro používání v Evropě, celkový odběr TV je $V_{2P} = 100$ l, při $t_{W,del} = 60$ °C (obr. 1 – modrá křivka). Tabulka A3 normy popisuje profil denního odběru tepla v TV pro tříčlennou rodinu s používáním vany a sprchy, s celkovým odběrem TV $V_{2P} = 200$ l, při $t_{W,del} = 60$ °C (obr. 1 – červená křivka).

Charakter průběhu denního odběru tepla v TV je pro oba případy velmi podobný. V obou příkladech můžeme vidět výraznou odběrovou špičku v ranních (6 až 9 hod) a ve večerních hodinách (19 až 22 hod). Pro lepší porovnání obou odběrů je vhodnější převést křivky odběru tepla v TV do bezrozměrného tvaru (obr. 2). Na obr. 2 můžeme odečíst, že u odběru s využíváním sprchy a vany je mezi 6 a 9 hodinou odebráno cca 50 % z celkového denního odběru tepla pro TV. Dále pak mezi 9 a 19 hodinou je odběr TV minimální a odpovídá pouze 10 % z celkového denního odběru. Ve večerních hodinách, tj. mezi 19 až 22 hodinou, je odebráno zbývajících 40 % tepla pro TV. Pro rodinu s využíváním pouze sprchy je průběh odběru tepla v TV rozdělen na cca 35 % v ranní špičce, 25 % se spotřebuje během dne a 40 % ve večerní špičce.

Rozdíly v časovém rozdělení odběru tepla pro TV podle ČSN EN 15316-3 a ČSN 06 0320 lze hledat ve způsobu využívání odběru TV během dne. Dá se říci, že v západní Evropě je obvyklejší využívat sprchu či vanu spíše v ranních hodinách. Naopak v ČR je obvyklejší využívat koupel převážně



Obr. 2 Křivky odběru tepla pro TV podle ČSN EN 15316-3-1 a ČSN 06 0320

ve večerních hodinách. Podle ČSN 06 0320 je obvyklé časové rozdělení odběru tepla v TV takovéto (obr. 2 – zelená křivka)

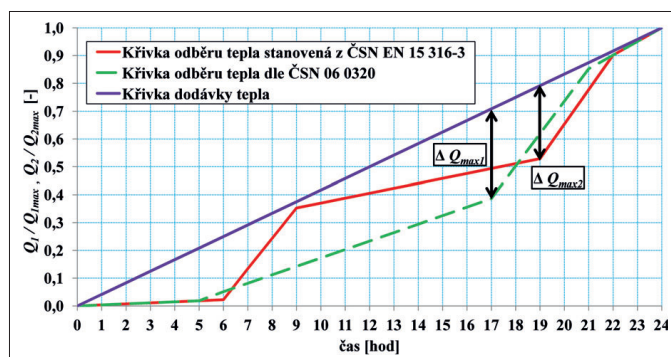
- od 5 do 17 hodin = 35 % z celkového množství,
- od 17 do 20 hodin = 50 % z celkového množství,
- od 20 do 24 hodin = 15 % z celkového množství.

Jak je, ale z projekční praxe známo u rodinných domů a menších bytových domů je takto stanovené rozdělení odběru TV nevhodné a dochází k předimenzování objemu akumulačního zásobníku. Rozdělení časového odběru TV podle ČSN 06 0320 je vhodné použít u větších bytových domů.

Hranice použitelnosti v praxi je cca 45 bytů a více, kdy do výpočtu hodnoty potřeby tepla v TV výrazně vstupuje součinitel současnosti odběru s (např. pro 10 bytů je $s = 0,85$, pro 45 bytů je $s = 0,46$, pro 150 bytů $s = 0,24$). Pokud bychom tedy měli zohlednit i ranní odběry TV ve formě sprchy nebo koupele, je možné z průběhů odběru TV podle ČSN EN 15316-3-1 stanovit pro menší bytové domy a rodinné domy následující rozdělení (obr. 2 – černá křivka)

- od 6 do 9 hodin = 35 % z celkového množství,
- od 9 do 19 hodin = 15 % z celkového množství,
- od 19 do 22 hodin = 40 % z celkového množství,
- od 22 do 24 hodin = 10 % z celkového množství.

Pokud bude křivka dodávky tepla přímka, která leží vždy nad křivkou odběru, je pro výpočet velikosti zásobníku TV nejdůležitější parametr směrnice přímk křivek odběru v posuzovaném časovém úseku. Velikost objemu zásobníku TV tedy určuje maximální rozdíl mezi křivkami dodávky a odběru tepla. V případě ČSN EN 15316-3-1 budou pro návrh objemu zásobníku důležité přímk označující nárůst odběru v ranních a večerních hodinách (tj. od 6 do 9 hod. a od 19 do 22 hod.). V případě ČSN 060320 je nejvýznamnější nárůst odběru tepla pro TV zejména ve večerních hodinách (tj. od 17 do 20 hodin). U rozložení odběru tepla pro TV stanoveného z průběhů uvedených v ČSN 15316-3-1 se tedy dá předpokládat menší



Obr. 3 Porovnání průběhu pro křivky dodávky tepla a křivek odběru tepla v TV podle ČSN 06 0320 a průběhu stanoveného z tabulkových hodnot podle ČSN EN 15316-3-1

maximální rozdíly mezi křivkou dodávky a odběru tepla ve srovnání s průběhem podle ČSN 06 0320 (obr. 3).

Jak je z obr. 3 zřejmé maximální rozdíly mezi křivkou dodávky a odběru tepla v TV jsou u nového způsobu rozdělení odběru TV nižší. Poměrově se jedná o rozdíl cca 20 %, a proto i posléze navržený objem akumulčního zásobníku bude nižší a lépe odpovídat reálným potřebám TV.

V další části článku bych uvedl alespoň stručně přehled dalších dílů normy a jejich využití při návrhu TV. Základní rozdělení jednotlivých částí normy ČSN EN 15316–3 nabízí vzorec (4) pro stanovení energetického požadavku na zdroj tepla pro přípravu TV

$$Q_{W,gen,out} = Q_W + Q_{W,dis,ls} + Q_{W,st,ls} + Q_{W,p,ls} \quad (4)$$

kde

$Q_{W,gen,out}$ – celkový výkon zdroje tepla [MJ/den],
 Q_W – potřeba tepla na ohřev TV podle ČSN EN 15316–3–1 [MJ/den],
 $Q_{W,dis,ls}$ – ztráta tepla v rozvodu TV podle ČSN EN 15316–3–2 [MJ/den],
 $Q_{W,st,ls}$ – ztráta tepla v zásobníku TV podle ČSN EN 15316–3–3 [MJ/den],
 $Q_{W,p,ls}$ – ztráta v potrubním okruhu zdroje tepla podle ČSN EN 15316–3–3 (postup výpočtu je shodný jako v případě stanovení tepelné ztráty potrubí při cirkulaci vody (vzorec 9)) [MJ/den].

Ztráta tepla rozvodů TV je vyjádřena jako součet tepelných ztrát rozvodného potrubí soustavy TV a tepelných ztrát v cirkulačním okruhu TV (pokud je použit).

$$Q_{W,dis,ls} = \sum_i Q_{W,dis,ls,i} + Q_{W,dis,ls,col} \quad (5)$$

kde

$Q_{W,dis,ls}$ – celková tepelná ztráta rozvodů TV [MJ/den],
 $Q_{W,dis,ls,i}$ – tepelné ztráty jednotlivých úseků přívodního potrubí TV [MJ/den],
 $Q_{W,dis,ls,col}$ – tepelná ztráta cirkulačního okruhu TV (pokud je navržen) [MJ/den],

Tepelná ztráta úseků přívodního potrubí TV lze vyjádřit např. z kalorimetrické rovnice. Norma ČSN 15316–3–2 připouští stanovení tepelné ztráty úseku přívodního potrubí TV v závislosti na:

- délce potrubí a počtu odběrů za den,
- délce potrubí a účinnosti rozvodu,
- délce potrubí a profilu odběru TV,
- délce potrubí a průměrné teploty TV.

Výpočty jsou založeny na vyjádření tepelných ztrát jako podílu potřeby energie pro přípravu TV na výtokových armaturách. V návaznosti na profily odběru TV, které byly popsány v úvodu článku (obr. 1), bych podrobněji popsal metodiku určení tepelných ztrát přívodního potrubí TV v závislosti na délce potrubí a profilu odběru. Tepelnou ztrátu úseku přívodního potrubí TV lze zjednodušeně vyjádřit jako

$$Q_{W,dis,ls,i} = Q_W \cdot \alpha_{W,dis} \quad (6)$$

kde

$Q_{W,dis,ls,i}$ – tepelné ztráty jednotlivých úseků přívodního potrubí TV [MJ/den],
 Q_W – potřeba tepla na ohřev TV podle ČSN EN 15316–3–1 [MJ/den],
 $\alpha_{W,dis}$ – součinitel energetické ztráty [-].

Součinitel energetické ztráty je závislý na programu odběru podle ČSN EN 15316–3–1. Pro profily odběru tepla v TV uvedené na obr. 1, lze součinitel energetické ztráty vypočítat jako

$$\alpha_{W,dis2} = 0,10 + 0,005 \cdot (L_{W,dis,hs,avg} - 6) + 0,008 \cdot L_{W,dis,nhs,avg} \quad (7)$$

$$\alpha_{W,dis3} = 0,05 + 0,005 \cdot (L_{W,dis,hs,avg} - 6) + 0,008 \cdot L_{W,dis,nhs,avg} \quad (8)$$

kde

$\alpha_{W,dis2}$ – součinitel energetické ztráty, podle profilu odběru tepla v TV pro rodinu s používáním sprchy (obr. 1 – modrá křivka) [-],

$\alpha_{W,dis3}$ – součinitel energetické ztráty, podle profilu odběru tepla v TV pro rodinu s používáním sprchy a vany (obr. 1 – červená křivka) [-],

$L_{W,dis,hs,avg}$ – průměrná délka rozvodného potrubí TV ve vytápěném prostoru [m],

$L_{W,dis,nhs,avg}$ – průměrná délka rozvodného potrubí v nevytápěném prostoru (je-li vedeno) [m].

V případě zcela rozdílných průběhů odběru TV je možné pro stanovení součinitele energetické ztráty využít interpolaci (viz. ČSN EN 15316–1–2, příloha C). Pro rodinné domy bez cirkulačního potrubí TV se součinitel energetické ztráty pohybuje obvykle v rozmezí od 0,05 do 0,2. U bytových domů se může jednat o hodnoty od 0,3 do 0,8 (samozřejmě v závislosti na délce rozvodů TV).

Tepelné ztráty cirkulačního potrubí rozlišujeme v době, kdy je cirkulace využívána a v době bez cirkulace. **Tepelná ztráta potrubí v době provozu cirkulace** se stanovuje s ohledem na kvalitu tepelné izolace potrubí, teploty vody v potrubí, teploty okolního prostředí a samozřejmě doby provozu cirkulace. Vše lze vyjádřit jednoduše na základě principu prostupu tepla stěnou potrubí jako

$$Q_{W,dis,ls,col,on} = \frac{3600}{10^6} \cdot \sum_i U_{W,i} \cdot L_{W,i} \cdot (t_{W,dis,avg,i} - t_{amb,i}) \cdot \tau \quad (9)$$

kde

$Q_{W,dis,ls,col,on}$ – tepelná ztráta potrubního úseku v době provozu cirkulace [MJ/den],

$U_{W,i}$ – součinitel prostupu tepla potrubního úseku (tj. na 1 m délky potrubí) [W/m.K] (maximální hodnoty součinitelů prostupu tepla vnitřních rozvodů lze najít ve vyhlášce č. 193/2007 Sb.),

$L_{W,i}$ – délka posuzovaného úseku cirkulace včetně délkových přírážek (např. na přírubový spoj, armaturu apod., [L4]) [m],

$t_{dis,avg,i}$ – průměrná teplota TV v posuzovaném úseku cirkulace [°C],

$t_{amb,i}$ – průměrná teplota okolního prostředí posuzovaného úseku cirkulace [°C],

τ – doba provozu cirkulace [hod/den].

Tepelná ztráta potrubí v období bez provozu cirkulace lze stanovit na základě objemu vody v potrubí a počtu provozních cyklů oběhových čerpadel v průběhu dne. Výpočet je založen na kalorimetrické rovnici v podobě

$$Q_{W,dis,ls,col,off} = \frac{\sum_i V_{W,dis,i} \cdot \rho_W \cdot c_W \cdot (t_{W,dis,avg,i} - t_{amb,i}) \cdot n_{norm}}{10^6} \quad (10)$$

$$Q_{W,dis,ls,col,off} \approx \sum_i 4,182 \cdot V_{W,dis,i} \cdot (t_{W,dis,avg,i} - t_{amb,i}) \cdot n_{norm}$$

kde

$Q_{W,dis,ls,col,off}$ – tepelná ztráta potrubního úseku bez cirkulace [MJ/den],

$V_{W,dis,i}$ – objem vody obsažené v potrubním úseku [m³],

c_W – měrná tepelná kapacita vody [J/kg.K],

ρ_W – hustota vody [kg/m³],

$t_{dis,avg,i}$ – průměrná teplota TV v posuzovaném úseku cirkulace [°C],

$t_{amb,i}$ – průměrná teplota okolního prostředí posuzovaného úseku cirkulace [°C],

n_{norm} – počet provozních cyklů oběhových čerpadel [1/den].

Pro stanovení celkové tepelné ztráty cirkulačního okruhu TV se pak obě složky sčítají, tj.

$$Q_{W,dis,ls,col} = Q_{W,dis,ls,col,on} + Q_{W,dis,ls,col,off} \quad (11)$$

Tepelná ztráta zásobníku TV se vyjadřuje v závislosti na typu zásobníku, tedy jestli se jedná o přímo nebo nepřímo ohřívávaný zásobník TV. U nepřímo ohřívávaného zásobníku TV se hodnota tepelné ztráty zásobníku stanovuje z tepelné ztráty zásobníku v pohotovostním režimu. Tuto hodnotu by

měl uvádět výrobce zásobníku v souladu s ČSN EN 12897. Výpočet tepelné ztráty nepřímo ohříváného zásobníku TV lze napsat ve tvaru

$$Q_{W,st,ls} = \frac{(t_{W,st,avg} - t_{amb,avg})}{\Delta t_{W,st,sby}} \cdot Q_{W,st,sby} \quad (12)$$

kde

$Q_{W,st,sby}$ – tepelná ztráta nepřímo ohříváného zásobníku TV v pohotovostním stavu [MJ/den],

$t_{W,st,avg}$ – průměrná teplota vody v zásobníku TV [°C],

$t_{W,amb,avg}$ – průměrná teplota okolního prostředí [°C],

$\Delta t_{W,st,sby}$ – průměrný rozdíl teplot použitý při zkouškách tepelných ztrát zásobníku TV v pohotovostním stavu [K] (podle ČSN EN 12897 pro teplotu vody v zásobníku 65 °C a teplotu okolí 25 °C je $\Delta t_{W,st,sby} = 45$ K).

U přímo ohříváného zásobníku TV je důležitý konkrétní druh zásobníku. Norma rozlišuje výpočetní postupy pro zásobníkové ohřivače vody na plynná paliva a elektrické zásobníkové ohřivače vody (případně kombinaci s alternativními zdroji energie). U elektrických zásobníkových ohřivačů dále norma ČSN EN 15316–3–3 rozlišuje výpočet s nepřetržitou dodávkou energie a s přerušovanou dodávkou energie v závislosti na denních cyklech odběru TV.

ZÁVĚR

Hlavním cílem příspěvku bylo přiblížit čtenáři málo známý způsob sestavení časového rozdělení odběru TV podle ČSN EN 15316–3–1 (obr. 1 a 2). V porovnání s ČSN 06 0320 (obr. 3) tato nová evropská norma poskytuje vhodnější rozdělení odběru TV a to zejména pro rodinné domy a menší bytové domy.

V následujícím článku budou vyhodnoceny výsledky výpočtu uvedenými metodami a pro různé časové rozdělení odběru TV. Další díly normy ČSN EN 15316–3 jsou věnovány zejména energetickému hodnocení systémů TV. V souvislosti s tématem příspěvku byly vysvětleny metody stanovení tepelných ztrát rozvodů TV, cirkulace TV a zásobníků TV. Ke komplexnímu zhodnocení energetických požadavků na ohřev TV je ale nutné zohlednit ještě nároky na potřebu energie pro provoz cirkulačního čerpadla (v případě použití topných kabelů, energii na přehřívání rozvodného potrubí TV) a také tepelné ztráty zdroje tepla pro ohřev TV a tepelné ztráty výtakových armatur.

Metody výpočtu lze nalézt v jednotlivých dílech ČSN EN 15316–3.

Kontakt na autora: Roman.Vavricka@fs.cvut.cz

Použité zdroje:

- [1] Vrána, J., Potřeba vody a tepla pro přípravu teplé vody. TZB-Info. 11. 10. 2010, <<http://www.tzb-info.cz/hodnoceni-energeticke-narocnosti-budov/6839-potreba-vody-a-tepla-pro-pripravu-teple-vody>>
- [2] ČSN EN 15 316–3 Tepelné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro stanovení potřeb energie a účinností soustavy, ČNI 2010
díl 1 – Soustavy teplé vody, charakteristiky potřeb (požadavky na odběr vody)
díl 2 – Soustavy teplé vody, rozvody
díl 3 – Soustavy teplé vody, příprava
- [3] ČSN EN 12897 Zásobování vodou – Nepřímo ohříváné uzavřené zásobníkové ohřivače vody. ČNI 2007
- [4] ČSN 755455 Výpočet vnitřních vodovodů, ČNI 2007
- [5] DIN V 18599–8 Energy efficiency of buildings – Calculation of the net, final and primary energy demand for heating, cooling, ventilation, domestic hot water and lighting – Part 8: Net and final energy demand of domestic hot water systems. 2007

VĚTRACÍ JEDNOTKY OBČANSKÉ A PRŮMYSLOVÉ STAVBY

Vysoká účinnost, malá hmotnost
a rozměry, vysoká variabilita



DUPLEX-S



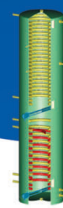
DUPLEX-N

SYSTÉMY VĚTRÁNÍ RODINNÉ DOMY, BYTY A BAZÉNY

Kompletní řešení pro nízkoenergetické
a pasivní objekty



DUPLEX-R



IZT



Tepelná čerpadla

VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE velko KUCHYNĚ

Větrací a osvětlovací stropy
a digestoře

Digestoře

SKV, TPV