

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

CZ.1.07/2.2.00/28.0301 Středoevropské centrum pro vytváření a realizaci inovovaných technicko-ekonomických studijních programů

# Vytápění

## BT01 – TZB II - cvičení

Cvičení | 8: **Ústřední příprava teplé vody**

### Zadání

Pro zvolenou budovu (dle pořadového čísla) stanovte velikost zásobníku teplé vody a potřebu tepelného výkonu k nepřímému ohřevu TV **akumulačním, průtočným a smíšeným způsobem**.

V závěru vyhodnoťte, která varianta přípravy je pro Váš typ budovy nejvhodnější.

#### Typ budovy dle pořadového čísla n:

|                  |                                                                   |
|------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1,6,11,16,21,26  | Stavba pro bydlení (vany, v bytě cca 4 osoby)                     |
| 2,7,12,17,22,27  | Stavba pro dočasné ubytování (kolej, 1sprcha pro pokoj - 2 osoby) |
| 3,8,13,18,23,28  | Domov důchodců (sprcha pro pokoj - 2 osoby)                       |
| 4,9,14,19,24,29  | Restaurace (menza, 4x dřez)                                       |
| 5,10,15,20,25,30 | Hygienické zázemí podniku (16 sprch)                              |

#### Počet spotřebních jednotek:

|                                            |                                  |                            |
|--------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| Stavba pro bydlení:                        | počet osob                       | 50+n;                      |
| Kolej (sprchy):                            | počet osob                       | 70+n, 600 m <sup>2</sup> ; |
| Domov důchodců:                            | počet osob                       | 30+n;                      |
| Menza:                                     | počet jídel                      | 500+n                      |
|                                            | úklid                            | 300 m <sup>2</sup> ;       |
| Hygienické zázemí podniku - směnný provoz: |                                  |                            |
|                                            | počet osob na směně (sprchování) | 50+n                       |
|                                            | úklid                            | 200 m <sup>2</sup>         |

### Řešení

*Potřeba teplé vody (tepla) za periodu (per) a její rozdělení v průběhu periody tvoří základní údaje pro návrh zařízení na přípravu teplé vody. Potřebu teplé vody vyjadřujeme v m<sup>3</sup>/per, potřebu tepla pro přípravu teplé vody v kWh/per. Při výpočtu vycházíme z počtu spotřebních jednotek (osob, lůžek, jídel,...) a ze specifických potřeb za periodu.*

Normové hodnoty specifických potřeb podle ČSN 06 0320 pro různé druhy budov a různé činnosti najdete v Příloze 1 – tab. 1.

Pro návrh průtokových ohřevů je důležité stanovit požadovaný průtok teplé vody. Při výpočtu vycházíme z předpokládaného počtu současně používaných výtokových armatur a přítoků teplé vody do těchto armatur. Normové hodnoty přítoků naleznete v Příloze 1 – tab. 4.

Smíšené ohřívání je případ, kdy průtokové ohřívání je doplněno zásobníkem teplé vody pro pokrytí krátkodobých odběrových špiček.

**Příklad:**

Hotel pro 80 osob - ubytování, 750 m<sup>2</sup> pro úklid dle požadavků - informace investora

|           |     |
|-----------|-----|
| 7-9 hod   | 20% |
| 9-11 hod  | 5%  |
| 16-18 hod | 30% |
| 19-23 hod | 45% |

**1. Návrh zásobníkového ohřevu teplé vody (dle ČSN 060320)**

Denní potřeba teplé vody 80 osob x 0,06 + 7,5 x 0,02 = **4,95 m<sup>3</sup>**

$$Q_{2t} = 1,163 \cdot V_{2p} \cdot (\theta_2 - \theta_1)$$

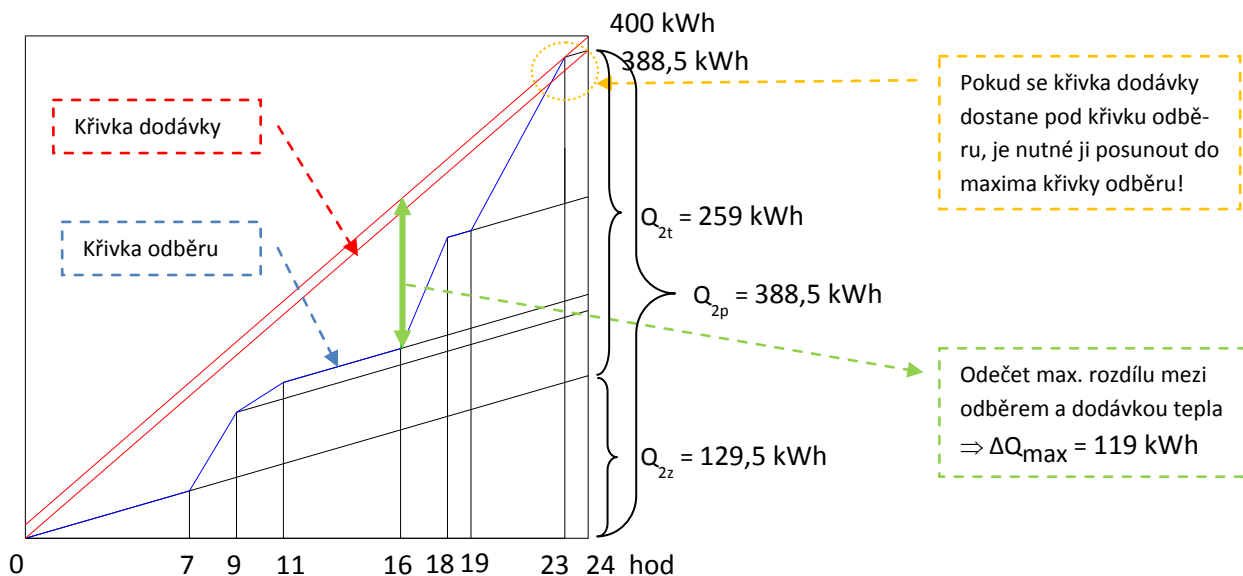
$$Q_{2t} = 1,163 \times 4,95 \times 45 = \mathbf{259 \text{ kWh}}$$

Teplu ztracené (24 hod. cirkulace)  $Q_{2z} = Q_{2t} \cdot z = 259 \times 0,5 = \mathbf{129,5 \text{ kWh}}$

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 259 + 129,5 = \mathbf{388,5 \text{ kWh}}$$

|           |     |                        |                     |
|-----------|-----|------------------------|---------------------|
| 7-9 hod   | 20% | 51,8 kWh (t. odebrané) | 77,7 kWh (t. celk.) |
| 9-11 hod  | 5%  | 12,95 kWh              | 19,4 kWh            |
| 16-18 hod | 30% | 77,7 kWh               | 116,55 kWh          |
| 19-23 hod | 45% | 116,55 kWh             | 174,8 kWh           |

**Odběrový diagram – křivka odběru tepla ze zásobníku a dodávky tepla do zásobníku (nutné sestavit v měřítku!)**



Velikost zásobníku :  $V_z = \Delta Q_{\max} / (1,163 \cdot \Delta \theta) = \mathbf{2,3 \text{ m}^3}$

Jmenovitý výkon ohřevu:  $Q_{1n} = (Q_1/t)_{\max} = 400 / 24 = \mathbf{17 \text{ kW}}$

Potřebná teplosměnná plocha (80/60)

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = (25 - 50) / -0,69 = \mathbf{36,2}$$

$$A = (Q_{1n} \cdot 10^3) / (U \cdot \Delta t) = 17000 / (420 \cdot 36,2) = \mathbf{1,1 \text{ m}^2}$$

## 2. Průtokový ohřev teplé vody

Počet sprch 40 (2 - lůžkové pokoje)

$$Q_{1n} = \Sigma (n_v \cdot q_v) \cdot s = 40 \cdot 12 \cdot 0,8 = 384 \text{ kW}$$

kde

$n_v$  počet výtokových zařízení

$q_v$  tepelný výkon přítoku do výtokového zařízení

$S$  součinitel současnosti

## 3. Smíšený ohřev teplé vody

Hodinová špička - odhad (Max. mezi 16 až 18 hod.)

$$(4,95 \times 0,3) / 2 = 0,74 \text{ m}^3$$

Požadavek výkonu (se zahrnutím ztraceného tepla)

$$116,55 / 2 = 58 \text{ kW}$$

Potřebná teplosměnná plocha (80/60)

$$A = (Q_{1n} \cdot 10^3) / (U \cdot \Delta t) = 58000 / (420 \cdot 36,2) = 3,8 \text{ m}^2$$

### **Vybraná varianta - návrh:**

*Smíšený ohřev teplé vody*

**OKC NTR 750 I, 3,7 m<sup>2</sup>** - (pozn. v době odběru teplé vody bude nižší ztráta cirkulací, než je předpokládáno, proto se jeví i plocha výměníku 3,7 m<sup>2</sup> dostatečnou).

## Příloha 1:

Tab. 1 Bilance potřeby TV a tepla

ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování (2006)

| Druh objektu                    | Měrná jednotka     | Činnost                        | Spotřeba                          | Teplo                             | Součinitel současnosti s                            |
|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------|
|                                 |                    |                                | $V_{zp}$<br>$m^3 \cdot per.^{-1}$ | $E_{zp}$<br>$kWh \cdot per.^{-1}$ |                                                     |
| Stavby pro bydlení              | 1 osoba            | umývání<br>vaření<br>úklid     | 0,082                             | 4,3                               | do 35 os. = 1,0<br>až 1000 os. = 0,2<br>Viz. tab. 2 |
| Stavby pro<br>dočasné ubytování | 1 osoba            | sprchy<br>umývání<br>vany      | 0,06                              | 2,5                               | internát = 1,0                                      |
| Internáty                       | 1 osoba            |                                | 0,1                               | 3,5                               |                                                     |
| Svobodárny                      | 1 osoba            |                                |                                   |                                   | Svobodárna = 0,6                                    |
| Hotely                          |                    |                                |                                   |                                   | Hotel do 50 lůžek = 1,0<br>přes 50 lůžek = 0,8      |
|                                 | 100 m <sup>2</sup> | úklid                          | 0,02                              | 0,8                               |                                                     |
| Školy                           | 1 žák              | umývání                        | 0,02                              | 0,8                               | podle vybav. 0,2-1,0                                |
|                                 | 100 m <sup>2</sup> | úklid                          | 0,02                              | 0,8                               | Úklid = 1,0                                         |
| Zdravotnictví<br>polikliniky    | 1 vyšetřený        | umývání<br>včetně<br>personálu | 0,02                              | 0,7                               | 1                                                   |
| nemocnice                       | 1 lůžko            | umývání                        | ležící<br>0,02                    | 0,7                               | mytí = 1,0                                          |
|                                 | 1 lůžko            | umývání +<br>sprcha            | chodící<br>0,05                   | 1,8                               | mytí + 1sprcha = 1,0                                |
|                                 | 1 lůžko            | umývání<br>včetně<br>personálu | 0,25                              | 10                                | <sup>1)</sup> komplexní<br>činnost = 1,0            |
| domovy důchodců                 | 1 lůžko            | umývání<br>včetně<br>personálu | 0,2                               | 7                                 | komplexní činnost = 1,0                             |
| ozdravovny                      | 1 lůžko            | umývání<br>včetně<br>personálu | 0,1                               | 3,5                               | komplexní činnost = 1,0                             |
| kojenecké ústavy                | 1 dítě             | umývání<br>včetně<br>personálu | 0,125                             | 5                                 | komplexní činnost = 1,0                             |
| jesle,<br>dětské domovy         | 1 dítě             | umývání<br>včetně<br>personálu | 0,07                              | 2,5                               | komplexní činnost = 1,0                             |
|                                 | 100 m <sup>2</sup> | úklid                          | 0,02                              | 0,8                               | úklid = 1,2– 1,5                                    |
| Očistné lázně                   | 1 osoba            | 2 x sprcha<br>+ vana           | 0,16                              | 6,5                               | 1                                                   |
|                                 | 100 m <sup>2</sup> | úklid                          | 0,02                              | 0,8                               | úklid = 1,2                                         |

|                                                          |                    |                                 |              |      |                        |
|----------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------|------|------------------------|
| Vaření a mytí nádobí jen výdej                           | 1 jídlo            | Mytí jídelního nádobí           | 0,001 -80° C | 0,1  | Bez myčky nádobí = 1,0 |
|                                                          |                    |                                 |              |      | S myčkou nádobí = 0,5  |
| malý sortiment jídel příprava a výdej restaurační provoz | 1 jídlo            | Mytí varného a jídelního nádobí | 0,0015-80° C | 0,15 | Bez myčky nádobí = 1,0 |
|                                                          | 1 jídlo            |                                 | 0,002 -80° C | 0,2  | S myčkou nádobí = 0,7  |
|                                                          | 100 m <sup>2</sup> | úklid                           |              | 0,8  | úklid = 1,0            |
| Sociální zařízení podniků a sportovních zařízení         | 1 os./sm           | umyvadla                        | 0,02         | 0,8  | 1                      |
|                                                          | 1 os./sm           | sprchy                          | 0,04         | 1,4  | 1                      |
|                                                          | 100 m <sup>2</sup> | úklid                           | 0,02         | 0,8  | úklid = 1,0            |

Součinitel prodloužení doby dodávky  $p_d$ : čistý provoz 1; špinavý provoz 1,5; značně špinavý provoz 2.

<sup>1)</sup> Pod pojmem komplexní činnost se rozumí umývání osob, umývání nádobí a úklid.

**Tab. 2 Součinitel současnosti pro bytové objekty**

|                            |      |      |      |      |      |     |
|----------------------------|------|------|------|------|------|-----|
| Počet bytů $n_b$           | 10   | 50   | 100  | 150  | 200  | 250 |
| Součinitel současnosti $s$ | 0,85 | 0,41 | 0,28 | 0,24 | 0,21 | 0,2 |

**Tab. 3 Potřeba TV o teplotě  $t = 55^\circ\text{C}$**

| Činnost                                               | Doba dodávky $t_d$                                                                                        |       | Objem dávky $V_d$ |                | Teplo v dávce $E_2$ |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------|----------------|---------------------|
|                                                       | sec                                                                                                       | hod   | dm <sup>3</sup>   | m <sup>3</sup> | kWh                 |
| Mytí osob                                             | 50                                                                                                        | 0,014 | 2                 | 0,002          | 0,10                |
| Umyvadlo $U_o = 0,14 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ |                                                                                                           |       |                   |                |                     |
| mytí rukou                                            |                                                                                                           |       |                   |                |                     |
| mytí těla                                             | 260                                                                                                       | 0,071 | 10                | 0,010          | 0,52                |
| Sprcha $U_o = 0,23 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$   | 400                                                                                                       | 0,110 | 25                | 0,025          | 1,32                |
| Vana $U_o = 0,47 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$     | 300                                                                                                       | 0,085 | 40                | 0,040          | 2,10                |
| (délka vany 1600 mm)                                  | 610                                                                                                       | 0,170 | 80                | 0,080          | 4,20                |
| Mytí nádobí                                           | $U_o = 0,30 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$<br>$t_4 = 55 \text{ až } 80^\circ\text{C}$<br>na jedno jídlo |       | 1                 | 0,001          | 0,05                |
| Pouze výdej jídel                                     |                                                                                                           |       |                   |                |                     |
| Vaření + výdej                                        |                                                                                                           |       | 2                 | 0,002          | 0,10                |
| Mytí podlahy + úklid                                  | $U_o = 0,30 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ $t_4 = 55^\circ\text{C}$ na 100 m <sup>2</sup>               |       | 20                | 0,020          | 1,05                |

<sup>1)</sup> Objem teplé vody o teplotě 40° C připravený smíšením se studenou vodou je 1,5 násobný

**Tab. 4 Charakteristiky výtoků**

| Parametr                            | Značka | Jednotka                          | Baterie  |                       |        |      |
|-------------------------------------|--------|-----------------------------------|----------|-----------------------|--------|------|
|                                     |        |                                   | umyvadlo | dřez                  | sprcha | vana |
| Teplota na výtoku                   | $t_4$  | °C                                | 40       | 55 – 80 <sup>1)</sup> | 40     | 40   |
| Průtok vody o teplotě $t$ na výtoku | $U_v$  | dm <sup>3</sup> · s <sup>-1</sup> | 0,06     | 0,08                  | 0,095  | 0,2  |
|                                     |        | m <sup>3</sup> · h <sup>-1</sup>  | 0,21     | 0,30                  | 0,34   | 0,20 |
| Přítok TUV 55°C do výtoku           | $U_o$  | dm <sup>3</sup> · s <sup>-1</sup> | 0,04     | 0,08                  | 0,065  | 0,13 |
|                                     |        | m <sup>3</sup> · h <sup>-1</sup>  | 0,14     | 0,30                  | 0,23   | 0,47 |
| Tepelný výkon přítoku TV            | $q_v$  | kW                                | 7,3      | 15,7-24,4             | 12,0   | 24,6 |

<sup>1)</sup> Pouze pro sterilizaci nádobí.