

2. OBLICZENIA

1. Dane ogólne

Zapotrzebowanie na moc cieplną:

- na cele c.o. 85 kW

Parametry czynnika grzewczego:

- temperatura wody sieciowej zimą (zasilanie/powrót) 120/70°C
- ciśnienie dopuszczalne sieci 1,6 MPa
- temperatura wody w instalacji zimą 80/60°C
- ciśnienie dopuszczalne instalacji 0,6 MPa

2. Dobór licznika ciepła

- przepływ maksymalny wody sieciowej, dla $\Delta T = 50^\circ \text{C}$ - 1,5 m³/h
- przepływ nominalny przetwornika przepływu - 1,5 m³/h

Dobrano licznik ciepła oraz ultradźwiękowy przetwornik przepływu $Q_{\text{nom}} = 1,5 \text{ m}^3/\text{h}$, gwintowany, dn 20, minimum PN 16. Opór licznika dla przepływu nominalnego nie większy niż 10 kPa.

3. Dobór zaworu regulacyjnego c.o.

- Spadek ciśnienia na zaworze - 36 kPa
- Przepływ czynnika - 1,5 m³/h

$$K_{vs} = V / (\Delta p_v)^{1/2} = 1,5 / (0,36)^{1/2} = 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dobrano zawór regulacyjny Dn 15, $K_{vs} = 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$ z siłownikiem.

4. Dobór pompy instalacyjnej

- Opory instalacji $H = 5,0 \text{ mH}_2\text{O}$
- Opory wężła $H = 2,0 \text{ mH}_2\text{O}$

- Przepływ maksymalny wody instalacyjnej, dla $\Delta T = 20^\circ \text{C}$ (85 kW) $V = 3,8 \text{ m}^3/\text{h}$

Dobrano pompę bezdławnicową, elektroniczną. Punkt pracy $V = 3,8 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 7,0 \text{ mH}_2\text{O}$

5. Dobór naczynia wzbiorczego przeponowego c.o.

Doboru naczynia przeponowego dokonano zgodnie z normą PN-B-02414 (obliczenia można wykonać stosując normę równoważną) :

Pojemność wodna instalacji

Pojemność wodną instalacji wyznaczono na podstawie współczynnika pojemnościowego, określającego ilość litrów przypadającą na 1 kW mocy zainstalowanej w budynku (13 l/kW):

$$V_{\text{inst.}} = 1\,080 \text{ dm}^3$$

Ciśnienie wstępne w naczyniu

$$p_r = p_{st} + 0,2 = 1,2 + 0,2 = 1,4 \text{ bar}$$

p_{st} – ciśnienie hydrostatyczne instalacji - 1,2 bar

Wysokość budynku – 12 m

Przyjęto ciśnienie wstępne w naczyniu 1,4 bar

Pojemność użytkowa naczynia

$$V_u = V_{inst.} \times \rho \times \Delta v = 1,08 \times 999,7 \times 0,0356 = 38,5 \text{ dm}^3$$

$V_{inst.}$ – pojemność wodna instalacji	- 1,08 m ³
ρ - gęstość wody instalacyjnej w temperaturze +10° C	- 999,7 kg/m ³
Δv - przyrost objętości wody instalacyjnej	- 0,0356 dm ³ /kg
p_{max} – maksymalne ciśnienie w naczyniu	- 5 bar

Pojemność całkowita naczynia

$$V_n = V_{ur} \times \frac{p_{max} + 1}{p_{max} - p_r} = 38,5 \frac{5 + 1}{5 - 1,4} = 64 \text{ dm}^3$$

Dobrano przeponowe naczynie wzbiornicze 80 l / 6 bar ze złączem R1".

Rura wzbiornicza

Wewnętrzna średnica rury wzbiorniczej nie może być mniejsza niż:

$$d = 0,7 \times (V_u)^{1/2} = 0,7 \times (38,5)^{1/2} = 4,4 \text{ mm}$$

lecz nie mniej niż 20 mm. Przyjęto rurę stalową Dn 25.

6. Dobór zaworów bezpieczeństwa

Uwaga: Doboru zaworów bezpieczeństwa dokonano dla powierzchni przebicia ścianki wymiennika „A” o wartości 50 mm². W przypadku zastosowania wymienników o wartości „A” mniejszej niż założona w projekcie – należy przyjąć wielkość i ilość zaworów bezpieczeństwa jak w projekcie. W przypadku doboru wymiennika o wartości „A” większej niż założona w projekcie – należy dokonać ponownego doboru zaworów bezpieczeństwa i przedstawić do uzgodnienia Zamawiającemu.

Doboru dokonano w oparciu o:

- Normę PN-B-02414 (obliczenia można wykonać stosując normę równoważną)
- Warunki UDT: - WUDT – UC – WO –A / 01
 - WUDT – UC – ZS / 04

Obliczenie zaworów bezpieczeństwa wg normy

Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa wynosi:

$$M = 447,3 \cdot b \cdot A \cdot \sqrt{(p_2 - p_1) \cdot q} = 4,55 \text{ kg/s}$$

b - współczynnik	- 2,0 ($p_2 - p_1 > 5 \text{ bar}$)
p_2 – ciśnienie nominalne sieci cieplnej	- 16 bar
p_1 – ciśnienie nastawy zaworu bezpieczeństwa	- 5 bar
q – gęstość wody sieciowej (dla $t=120^\circ \text{ C}$)	- 943 kg/m^3
A – powierzchnia pęknięcia	- 50 mm^2

Wewnętrzna średnica kanału dopływowego zaworu bezpieczeństwa

$$d_o = 54 \sqrt{\frac{M}{\alpha_c \cdot \sqrt{p_1 \cdot q}}} = 54 \sqrt{\frac{4,55}{0,37 \cdot \sqrt{5 \cdot 943}}} = 22,9 \text{ mm}$$

$$\alpha_c = \alpha_{crz} \cdot 0,9 = 0,41 \cdot 0,9 = 0,37$$

α_c	– dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu dla cieczy	- 0,37
α_{crz}	– rzeczywisty współczynnik wypływu zaworu dla cieczy (dla zaworu Dn 1", D _o = 20 mm, p_1 – 5 bar, b_1 – 10%)	- 0,41

Obliczenie zaworów bezpieczeństwa wg UDT

Pęknięcie węzownicy – dwóch ścianek

$$m_1 = 5,03 \cdot \alpha \cdot A \cdot \sqrt{(p_2 - p_1) \cdot q} = 5,03 \cdot 1 \cdot 100 \cdot \sqrt{(1,6 - 0,5) \cdot 943} = 16200 \text{ kg/h}$$

Maksymalna trwała wydajność stacji

$$m_2 = 3600 \cdot \frac{N}{r} = 3600 \cdot \frac{85}{2165} = 141 \text{ kg/h}$$

N – wydajność stacji	- 85 kW
r – ciepło parowania (dla 5 bar)	- 2165 kJ/kg

Wewnętrzna powierzchnia przekroju kanału dopływowego zaworu bezpieczeństwa

$$m_c = m_1 + m_2 = 16200 + 141 = 16341 \text{ kg/h}$$

Udział pary w mieszaninie = 0, stąd $A_{\text{pary}} = 0$.

Powierzchnia wypływu wody:

$$A_w = \frac{(1 - x_2) \cdot m}{5,03 \cdot \alpha_c \cdot \sqrt{(p_1 - p_2) \cdot q}} = \frac{(1 - 0) \cdot 16341}{5,03 \cdot 0,37 \cdot \sqrt{(0,5 - 0,0) \cdot 943}} = 404 \text{ mm}^2$$

$$A = A_p + A_w = 0 + 404 = 404 \text{ mm}^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 404}{3,14}} = 22,7 \text{ mm}$$

Dobór zaworu bezpieczeństwa

Wymagana średnica kanału dopływowego zaworu bezpieczeństwa:

Wg normy	- 22,9 mm
Wg UDT	- 22,7 mm

Do dalszych obliczeń przyjęto 23 mm. Założono zabudowę dwóch zaworów bezpieczeństwa:

$$d_0 = \frac{d}{\sqrt{n}} = \frac{23}{\sqrt{2}} = 16,3 \text{ mm}$$

Przyjęto zabudowę dwóch zaworów bezpieczeństwa, Dn 1", D₀ 20 mm o ciśnieniu otwarcia 5 bar, pełnego otwarcia 5,5 bar.

Przyjęte zawory spełniają wymagania normy i warunki UDT.

7. Dobór zaworu bezpieczeństwa zabezpieczającego uzupełnianie zładu

7.1. Obliczenie kryzy

Założono średnicę kryzy 5 mm.

$$m = \left(\frac{d_k}{C} \right)^2 \cdot \sqrt{\Delta p} = \left(\frac{5,0}{9,46} \right)^2 \cdot \sqrt{110} = 2,93 \text{ m}^3 / \text{h} = 2930 \text{ kg} / \text{h}$$

$$C = 10,5 - 1,3 \cdot \frac{g_k}{d_k} = 10,5 - 1,3 \cdot \frac{4}{5} = 9,46$$

Sprawdzenie dobranej kryzy

$$d_k = C \cdot \sqrt[4]{\frac{m^2}{\Delta p}} = 9,46 \cdot \sqrt[4]{\frac{2,93^2}{110}} = 5,0 \text{ mm}$$

$\Delta p = 160 - 50 = 110 \text{ m H}_2\text{O}$
 g_k – grubość kryzy – 4,0 mm

7.2. Wewnętrzna powierzchnia przekroju kanału dopływowego zaworu bezpieczeństwa

Udział pary w mieszance = 0, stąd $A_{\text{pary}} = 0$.

Powierzchnia wypływu wody:

$$A_w = \frac{(1 - x_2) \cdot m_c}{5,03 \cdot \alpha_c \cdot \sqrt{(p_1 - p_0) \cdot q}} = \frac{(1 - 0) \cdot 2930}{5,03 \cdot 0,37 \cdot \sqrt{(0,5 - 0) \cdot 975}} = 71 \text{ mm}^2$$

$$A = A_p + A_w = 0 + 71 = 71 \text{ mm}^2$$

$$d_o = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 71}{3,14}} = 9,5 \text{ mm}$$

Przyjęto zabudowę zaworu bezpieczeństwa Dn 1", D_o 20 mm o ciśnieniu otwarcia 5 bar, pełnego otwarcia 5,5 bar.

8. Opory wymiennika – strona w.p.

- | | |
|-----------------------------|----------|
| - opór wymiennika c.o. | - 5 kPa |
| - opór zaworu regulacyjnego | - 36 kPa |
| - opór licznika | - 10 kPa |
| - opór zaworów i armatury | - 4 kPa |

suma: 55 kPa

UWAGA: Ze względu na brak projektu instalacji centralnego ogrzewania dla budynku w momencie opracowywania projektu węzła cieplnego, dane do doboru naczynia przeponowego i pompy obiegowej przyjęto na podstawie doświadczenia zawodowego. W przypadku udostępnienia przez odbiorcę ciepła projektu instalacji w momencie wykonywania węzła należy dokonać sprawdzenia poprawności doboru pompy i naczynia wzbiorczego. W przypadku wykrycia niezgodności należy powiadomić projektanta i Inwestora i dokonać ponownego doboru urządzeń.
