

### Dobór wodomierza w układzie uzupełniania zładu instalacji:

Obiekt: **Poznań, ul. Wieniawskiego 3**

Pojemność instalacji (obliczeniowa):  $V_i = 1,8 \text{ m}^3$   
Założona pojemność wodna wężla cieplnego:  $V_m = 0,08 \text{ m}^3$   
Założony czas napełniania instalacji:  $t = 2 \text{ h}$   
Obliczeniowa wydajność wodomierza:  $q_{obl} = V/t = 0,94 \text{ m}^3/\text{h}$

Dobrano wodomierz uzupełnienia zładu:

typ: **JS90 4,0-NK Q3=4,0m<sup>3</sup>/h 10l/imp. DN20**  
producent: **APATOR POWOGAZ**  
ilość: **1 szt.**

typ	ilość [szt.]	kv [m <sup>3</sup> /h]	Dn [mm]	G [m <sup>3</sup> /h]	C (dla Dn) [m/s]	Dp [kPa]
Wodomierz JS 90 2,5	1	3,125	15	0,94	1,48	9,05

### Dobór kryzy w układzie uzupełniania zładu instalacji:

Natężenie przepływu w układzie uzupełniania:  $m = 0,94 \text{ m}^3/\text{h}$   
Ciśnienie dopuszczalne dla instalacji c.o.:  $p_{zb} = 5 \text{ bar}$   
Ciśnienie wody sieciowej na powrocie:  $p_s = 16 \text{ bar}$   
Strata ciśnienia na wodomierzu przy przepływie nominalnym:  $p_w = 9,05 \text{ kPa}$

$$d_{kr} = 5,6 \sqrt[4]{m^2/\Delta p} \text{ [mm]}$$

gdzie:  $\Delta p$  [bar] - spadek ciśnienia na kryzie  $\Delta p_{kr} = p_s - (p_w + p_{st}) = 10,910 \text{ bar}$

stąd:  $d_{kr} = 5,6 \cdot \sqrt[4]{m^2/\Delta p_{kr}} = 2,99 \text{ mm}$

dobrano kryzę dławiącą o średnicy:  $d_{kr} = 3 \text{ mm}$

Rzeczywisty spadek na kryzie wynosi:  $\Delta p_{kr,rz} = m^2/(d_{kr}/5,6)^4 = 10,73 \text{ bar}$

**Dobór zaworu bezpieczeństwa c.o.**  
**(wg przepisów UDT WUDT-UC-KW/04, WUDT-UC-WO-A, WUDT-UC-ZS/E)**

Obiekt: Poznań, ul. Wieniawskiego 3

**1. Dane wejściowe:**

N	Moc wymiennika	<b>75,0</b>	[kW]
	Typ wymiennika ciepła, producent	<b>CB30 - lutowany ALFA</b>	
Parametry sieci ciepłej			
$T_{zw}$	Obliczeniowa temperatura zasilania wody sieciowej	<b>125,0</b>	[°C]
$T_{pw}$	Obliczeniowa temperatura powrotu wody sieciowej	<b>55,0</b>	[°C]
$p_{max}$	Obliczeniowe ciśnienie sieci ciepłowniczej	<b>16,0</b>	[bar]
Parametry instalacji c.o./c.t.			
$T_{zn}$	Obliczeniowa temperatura zasilania wody w instalacji	<b>85,0</b>	[°C]
$T_{pn}$	Obliczeniowa temperatura powrotu wody w instalacji	<b>55,0</b>	[°C]
$p_{dop}$	Obliczeniowe ciśnienie otwarcia zaworu bezpieczeństwa	<b>5,0</b>	[bar]

**2. Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa**

2.1 Ze względu na moc wymiennika ciepła

$p_1$	maksymalne ciśnienie dla instalacji c.o./c.t.	$p_1 = 1,1 \cdot p_{dop}$	<b>0,55</b>	[MPa]
$r$	ciepło parowania wody przed zaworem przy ciśnieniu $p_1 + 0,1$	=	<b>2073,6</b>	[kJ/kg]
$m_1$	Wymagana przepustowość zaworu		<b><math>m_1 = 130,208</math></b>	[kg/h]

2.2 Ze względu na otwarcie przewodu uzupełniania z zabudowaną kryzą przy trwałym połączeniu powrotu wody sieciowej z powrotem wody instalacyjnej

$d$	średnica kryzy	$d =$	<b>3,00</b>	[mm]
$A$	pole powierzchni przekroju kryzy	$A =$	<b>7,07</b>	[mm <sup>2</sup> ]
$p_{uz}$	maks. ciśnienie w instalacji uzup. zładu	$p_{uz} =$	<b>1,6</b>	[MPa]
$t_1$	maks. temperatura wody w instalacji uzup.	$t_1 =$	<b>55,00</b>	[°C]
$\rho_1$	gęstość wody w temp. $t_1$	$\rho_1 =$	<b>985,666</b>	[kg/m <sup>3</sup> ]
$\alpha_c$	współczynnik wypływu wody przez kryzę	$\alpha_c =$	<b>1,00</b>	
			<b><math>m_2 = 1170,74</math></b>	[kg/h]

Sprawdzenie maksymalnego przepływu przez kryzę przy obliczeniowej różnicy ciśnień naprzewodzie uzupełniania

$d$	średnica kryzy	$d =$	<b>3,00</b>	[mm]
$\Delta P$	obliczeniowa różnica ciśnień na przewodzie uzupełniania	$\Delta P =$	<b>1100000</b>	[Pa]
			<b><math>m_{KR} = 921,80</math></b>	[kg/h]
			<b><math>m_{KR} \leq m_2</math></b>	

Do dalszych obliczeń przyjęto:

	<b><math>m_2 = 1170,74</math></b>	[kg/h]
--	-----------------------------------	--------

2.3 Ze względu na pęknięcie wspólnej ścianki wymiennika

$p_{max}$	dopuszczalne ciśnienie wody w sieci ciepłowniczej	$p_{max} =$	<b>1,6</b>	[MPa]
$p_1$	ciśnienie zrzutowe dla instalacji	$p_1 =$	<b>0,5</b>	[MPa]
$t_1$	temperatura wody w sieci ciepłowniczej	$t_1 =$	<b>125,0</b>	[°C]
$\rho_1$	gęstość wody w temp. 125°C	$\rho_1 =$	<b>939,03</b>	[kg/m <sup>3</sup> ]
$\alpha_c$	współczynnik wypływu wody z pękniętej ścianki	$\alpha_c =$	<b>1,0</b>	
$F_k$	powierzchnia przekroju przebicia wspólnej ścianki	$F_k =$	<b>31,10</b>	[mm <sup>2</sup> ]
			<b><math>m_3 = 5027,66</math></b>	[kg/h]

2.4 Sumaryczna przepustowość zaworu bezpieczeństwa.

<b><math>m = m_1 + m_2 + m_3 = 6328,61</math></b>	[kg/h]
---	--------

### 3. Obliczenie średnicy kanału przepływowego zaworu bezpieczeństwa

#### 3.1 Udział pary wodnej w mieszanke parowo-wodnej.

$i_4$	entalpia wody przed zaworem przy ciśnieniu zrzutowym	$i_4=$	<b>524,962</b>	[kJ/kg]
$i_5$	entalpia wody na wylocie zaworu przy ciśnieniu atmosferycznym	$i_5=$	<b>417,51</b>	[kJ/kg]
$r$	ciepło parowania wody przed zaworem	$r=$	<b>2073,61</b>	[kJ/kg]
		$x_2=$	<b>0,052</b>	

#### 3.2 Powierzchnia wypływu dla wody.

$\alpha$	współczynnik wypływu wg. zaświadczenia wytwórcy	$\alpha=$	<b>0,41</b>	
$\rho$	gęstość wody w temp. 125°C	$\rho=$	<b>939,03</b>	[kg/m <sup>3</sup> ]
$p_3$	ciśnienie odpływowe	$p_3=$	<b>0,00</b>	[MPa]
		$A_w=$	<b>128,03</b>	[mm <sup>2</sup> ]

#### 3.3 Powierzchnia wypływu pary wodnej.

$\alpha$	współczynnik wypływu wg. zaświadczenia wytwórcy	$\alpha=$	<b>0,64</b>	
$K_1$	współczynnik poprawkowy uwzględniający właściwości czynnika przed zaworem	$K_1=$	<b>0,53</b>	
$K_2$	współczynnik poprawkowy uwzględniający wpływ stosunku ciśnień	$K_2=$	<b>1,00</b>	
$p_1$	ciśnienie zrzutowe	$p_1=$	<b>0,55</b>	[MPa]
		$A_w=$	<b>148,74</b>	[mm <sup>2</sup> ]

#### 3.4 Powierzchnia łączna

$A_{min} =$  **276,77** [mm<sup>2</sup>]

### 4. Dobór zaworu.

Typ zaworu	SYR	<b>1915</b>
Liczba zaworów	1 szt.	
Ciśnienie otwarcia [bar]	5,0	
Średnica sprawdzanego zaworu bezpieczeństwa	25	
Wewnętrzna średnica króćca dolotowego $d_0$	= 20	
Łączna powierzchnia rzecz. wypływu $A$	=	<b>314,16</b>

$A_{min} \leq A$

Spełnia warunki

**Dobór zaworu bezpieczeństwa c.o.  
(wg normy PN-B-02414:1999)**

**Obiekt:** Poznań, ul. Wieniawskiego 3

Typ wymiennika: CB30 - lutowany ALFA

1. Obliczenie urządzeń bezpieczeństwa wg PN-B-02414

Wymagana łączna przepustowość wszystkich zaworów bezpieczeństwa:

$$M = 447,3 \cdot b \cdot A \cdot \sqrt{(p_2 - p_1) \cdot \rho}$$

gdzie :

$p_1$  - ciśnienie nastawy zaworu bezpieczeństwa

$p_2$  - ciśnienie nominalne sieci ciepłowniczej

$r$  - gęstość wody sieciowej przy jej obliczeniowej temp.

$A$  - powierzchnia przekroju poprzecznego zakładanego pęknięcia

$b$  - współczynnik zwiększający powierzchnię pęknięcia

$$A = 0,0000311 \text{ m}^2$$

$$p_2 = 16,0 \text{ bar}$$

$$p_1 = 5,0 \text{ bar}$$

$$r = 939,0 \text{ kg/m}^3 \text{ dla temp. } 125 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$b = 2 \text{ - obliczenia dla zwiększonej powierzchni pęknięcia}$$

$$M = 447,3 \cdot 2 \cdot 0,0000311 \cdot \sqrt{(16 - 5) \cdot 939}$$

stąd :

$$M = 2,83 \text{ kg/s}$$

**Do obliczeń przyjęto zabezpieczenie zaworem typu: SYR 1915 - 1" - wykonanie 5 bar  
w ilości: n = 1 szt.**

Obliczenie najmniejszej wewnętrznej średnicy króćca dopływowego zaworu bezpieczeństwa:

$$d_0 = 54 \cdot \sqrt{\frac{M_i}{\alpha_c \cdot \sqrt{p_1 \cdot \rho}}}$$

gdzie:

$$a_c = 0,37 \text{ - współczynnik wypływu zaworu dla cieczy wybranego zaworu bezp. } (0,9 \cdot \alpha_{c \text{ rz}})$$

$$r = 939,0 \text{ kg/m}^3 \text{ dla temp. } 125 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$p_1 = 5,0 \text{ bar - ciśnienie nastawy zaworu bezpieczeństwa}$$

$$M = 2,828 \text{ kg/s - wymagana łączna przepustowość zaworów bezpieczeństwa}$$

$$n = 1 \text{ - ilość zaworów bezpieczeństwa}$$

$$M_i = 2,828 \text{ kg/s - wymagana przepustowość jednego zaworu bezpieczeństwa}$$

$$d_0 = 54 \cdot \sqrt{\frac{2,828}{0,37 \cdot \sqrt{5 \cdot 939}}}$$

$$d_0 = 18,1 \text{ mm - wymagana najmniejsza średnica wewnętrzna kanału przepływowego zaworu bezpieczeństwa}$$

$$d_0 = 20,0 \text{ mm - najmniejsza średnica wewnętrzna kanału przepływowego dobranego zaworu bezpieczeństwa}$$

**Wybrany do obliczeń zawór bezpieczeństwa spełnia wymagania PN-B-02414**

**Dobór zaworu bezpieczeństwa c.t.  
(wg przepisów UDT WUDT-UC-KW/04, WUDT-UC-WO-A, WUDT-UC-ZS/E)**

Obiekt: Poznań, ul. Wieniawskiego 3

**1. Dane wejściowe:**

N	Moc wymiennika	<b>25,0</b>	[kW]
	Typ wymiennika ciepła, producent	<b>CBH18A - lutowany ALFA</b>	
Parametry sieci ciepłej			
$T_{zw}$	Obliczeniowa temperatura zasilania wody sieciowej	<b>125,0</b>	[°C]
$T_{pw}$	Obliczeniowa temperatura powrotu wody sieciowej	<b>55,0</b>	[°C]
$p_{max}$	Obliczeniowe ciśnienie sieci ciepłowniczej	<b>16,0</b>	[bar]
Parametry instalacji c.o./c.t.			
$T_{zn}$	Obliczeniowa temperatura zasilania wody w instalacji	<b>85,0</b>	[°C]
$T_{pn}$	Obliczeniowa temperatura powrotu wody w instalacji	<b>55,0</b>	[°C]
$p_{dop}$	Obliczeniowe ciśnienie otwarcia zaworu bezpieczeństwa	<b>5,0</b>	[bar]

**2. Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa**

2.1 Ze względu na moc wymiennika ciepła

$p_1$	maksymalne ciśnienie dla instalacji c.o./c.t.	$p_1 = 1,1 \cdot p_{dop}$	<b>0,55</b>	[MPa]
$r$	ciepło parowania wody przed zaworem przy ciśnieniu $p_1 + 0,1$	=	$r =$ <b>2073,6</b>	[kJ/kg]
$m_1$	Wymagana przepustowość zaworu		<b><math>m_1 = 43,403</math></b>	[kg/h]

2.2 Ze względu na otwarcie przewodu uzupełniania z zabudowaną kryzą przy trwałym połączeniu powrotu wody sieciowej z powrotem wody instalacyjnej

$d$	średnica kryzy	$d =$	<b>3,00</b>	[mm]
$A$	pole powierzchni przekroju kryzy	$A =$	<b>7,07</b>	[mm <sup>2</sup> ]
$p_{uz}$	maks. ciśnienie w instalacji uzup. zładu	$p_{uz} =$	<b>1,6</b>	[MPa]
$t_1$	maks. temperatura wody w instalacji uzup.	$t_1 =$	<b>55,00</b>	[°C]
$\rho_1$	gęstość wody w temp. $t_1$	$\rho_1 =$	<b>985,666</b>	[kg/m <sup>3</sup> ]
$\alpha_c$	współczynnik wypływu wody przez kryzę	$\alpha_c =$	<b>1,00</b>	
			<b><math>m_2 = 1170,74</math></b>	[kg/h]

Sprawdzenie maksymalnego przepływu przez kryzę przy obliczeniowej różnicy ciśnień naprzewodzie uzupełniania

$d$	średnica kryzy	$d =$	<b>3,00</b>	[mm]
$\Delta P$	obliczeniowa różnica ciśnień na przewodzie uzupełniania	$\Delta P =$	<b>1100000</b>	[Pa]
			<b><math>m_{KR} = 921,80</math></b>	[kg/h]
			<b><math>m_{KR} \leq m_2</math></b>	

Do dalszych obliczeń przyjęto:

	<b><math>m_2 = 1170,74</math></b>	[kg/h]
--	-----------------------------------	--------

2.3 Ze względu na pęknięcie wspólnej ścianki wymiennika

$p_{max}$	dopuszczalne ciśnienie wody w sieci ciepłowniczej	$p_{max} =$	<b>1,6</b>	[MPa]
$p_1$	ciśnienie zrzutowe dla instalacji	$p_1 =$	<b>0,5</b>	[MPa]
$t_1$	temperatura wody w sieci ciepłowniczej	$t_1 =$	<b>125,0</b>	[°C]
$\rho_1$	gęstość wody w temp. 125°C	$\rho_1 =$	<b>939,03</b>	[kg/m <sup>3</sup> ]
$\alpha_c$	współczynnik wypływu wody z pękniętej ścianki	$\alpha_c =$	<b>1,0</b>	
$F_k$	powierzchnia przekroju przebicia wspólnej ścianki	$F_k =$	<b>34,80</b>	[mm <sup>2</sup> ]
			<b><math>m_3 = 5625,80</math></b>	[kg/h]

2.4 Sumaryczna przepustowość zaworu bezpieczeństwa.

<b><math>m = m_1 + m_2 + m_3 = 6839,95</math></b>	[kg/h]
---	--------

### 3. Obliczenie średnicy kanału przepływowego zaworu bezpieczeństwa

#### 3.1 Udział pary wodnej w mieszanke parowo-wodnej.

$i_4$	entalpia wody przed zaworem przy ciśnieniu zrzutowym	$i_4 =$	<b>524,962</b>	[kJ/kg]
$i_5$	entalpia wody na wylocie zaworu przy ciśnieniu atmosferycznym	$i_5 =$	<b>417,51</b>	[kJ/kg]
$r$	ciepło parowania wody przed zaworem	$r =$	<b>2073,61</b>	[kJ/kg]
		$x_2 =$	<b>0,052</b>	

#### 3.2 Powierzchnia wypływu dla wody.

$\alpha$	współczynnik wypływu wg. zaświadczenia wytwórcy	$\alpha =$	<b>0,41</b>	
$\rho$	gęstość wody w temp. 125°C	$\rho =$	<b>939,03</b>	[kg/m <sup>3</sup> ]
$p_3$	ciśnienie odpływowe	$p_3 =$	<b>0,00</b>	[MPa]
		$A_w =$	<b>138,38</b>	[mm <sup>2</sup> ]

#### 3.3 Powierzchnia wypływu pary wodnej.

$\alpha$	współczynnik wypływu wg. zaświadczenia wytwórcy	$\alpha =$	<b>0,64</b>	
$K_1$	współczynnik poprawkowy uwzględniający właściwości czynnika przed zaworem	$K_1 =$	<b>0,53</b>	
$K_2$	współczynnik poprawkowy uwzględniający wpływ stosunku ciśnień	$K_2 =$	<b>1,00</b>	
$p_1$	ciśnienie zrzutowe	$p_1 =$	<b>0,55</b>	[MPa]
		$A_w =$	<b>160,76</b>	[mm <sup>2</sup> ]

#### 3.4 Powierzchnia łączna

$A_{min} =$	<b>299,14</b>	[mm <sup>2</sup> ]
-------------	---------------	--------------------

### 4. Dobór zaworu.

Typ zaworu	SYR	<b>1915</b>
Liczba zaworów	1 szt.	
Ciśnienie otwarcia [bar]	5,0	
Średnica sprawdzanego zaworu bezpieczeństwa	25	
Wewnętrzna średnica króćca dolotowego $d_0 =$	20	
Łączna powierzchnia rzecz. wypływu $A =$	<b>314,16</b>	

$A_{min} \leq A$

Spełnia warunki

**Dobór zaworu bezpieczeństwa c.t.  
(wg normy PN-B-02414:1999)**

**Obiekt:** Poznań, ul. Wieniawskiego 3

Typ wymiennika: CBH18A - lutowany ALFA

1. Obliczenie urządzeń bezpieczeństwa wg PN-B-02414

Wymagana łączna przepustowość wszystkich zaworów bezpieczeństwa:

$$M = 447,3 \cdot b \cdot A \cdot \sqrt{(p_2 - p_1) \cdot \rho}$$

gdzie :

$p_1$  - ciśnienie nastawy zaworu bezpieczeństwa

$p_2$  - ciśnienie nominalne sieci ciepłowniczej

$r$  - gęstość wody sieciowej przy jej obliczeniowej temp.

$A$  - powierzchnia przekroju poprzecznego zakładanego pęknięcia

$b$  - współczynnik zwiększający powierzchnię pęknięcia

$$A = 0,0000348 \text{ m}^2$$

$$p_2 = 16,0 \text{ bar}$$

$$p_1 = 5,0 \text{ bar}$$

$$r = 939,0 \text{ kg/m}^3 \text{ dla temp. } 125 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$b = 2 \text{ - obliczenia dla zwiększonej powierzchni pęknięcia}$$

$$M = 447,3 \cdot 2 \cdot 0,0000348 \cdot \sqrt{(16 - 5) \cdot 939}$$

stąd :

$$\mathbf{M = 3,16 \text{ kg/s}}$$

**Do obliczeń przyjęto zabezpieczenie zaworem typu: SYR 1915 - 1" - wykonanie 5 bar  
w ilości: n = 1 szt.**

Obliczenie najmniejszej wewnętrznej średnicy króćca dopływowego zaworu bezpieczeństwa:

$$d_0 = 54 \cdot \sqrt{\frac{M_i}{\alpha_c \cdot \sqrt{p_1 \cdot \rho}}}$$

gdzie:

$$a_c = 0,37 \text{ - współczynnik wypływu zaworu dla cieczy wybranego zaworu bezp. } (0,9 \cdot \alpha_{c \text{ rz}})$$

$$r = 939,0 \text{ kg/m}^3 \text{ dla temp. } 125 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$p_1 = 5,0 \text{ bar - ciśnienie nastawy zaworu bezpieczeństwa}$$

$$M = 3,164 \text{ kg/s - wymagana łączna przepustowość zaworów bezpieczeństwa}$$

$$n = 1 \text{ - ilość zaworów bezpieczeństwa}$$

$$M_i = 3,164 \text{ kg/s - wymagana przepustowość jednego zaworu bezpieczeństwa}$$

$$d_0 = 54 \cdot \sqrt{\frac{3,164}{0,37 \cdot \sqrt{5 \cdot 939}}}$$

$$d_0 = 19,1 \text{ mm - wymagana najmniejsza średnica wewnętrzna kanału przepływowego zaworu bezpieczeństwa}$$

$$d_0 = 20,0 \text{ mm - najmniejsza średnica wewnętrzna kanału przepływowego dobranego zaworu bezpieczeństwa}$$

**Wybrany do obliczeń zawór bezpieczeństwa spełnia wymagania PN-B-02414**

**Dobór zaworu bezpieczeństwa c.w.u.**  
**(wg przepisów UDT WUDT-UC-KW/04, WUDT-UC-WO-A, WUDT-UC-ZS/E)**

Obiekt: Poznań, ul. Wieniawskiego 3

**1. Dane wejściowe:**

N	Moc wymiennika	70,0	[kW]
	Typ wymiennika ciepła, producent	CB20 - lutowany ALFA	
Parametry sieci ciepłej			
$T_{zw}$	Obliczeniowa temperatura zasilania wody sieciowej	65,0	[°C]
$T_{pw}$	Obliczeniowa temperatura powrotu wody sieciowej	25,0	[°C]
$p_{max}$	Obliczeniowe ciśnienie sieci ciepłowniczej	16,0	[bar]
Parametry instalacji c.w.			
$T_{zn}$	Obliczeniowa temperatura zasilania wody w instalacji	70,0	[°C]
$T_{pn}$	Obliczeniowa temperatura powrotu wody w instalacji	8,0	[°C]
$p_{dop}$	Obliczeniowe ciśnienie otwarcia zaworu bezpieczeństwa	6,0	[bar]

**2. Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa**

2.1 Przepustowość zaworu bezpieczeństwa wynikająca ze wzrostu ciśnienia wskutek ogrzania wody w wymienniku.

$p_1$	maksymalne ciśnienie dla instalacji c.w.u.	$p_1 = 1,1 \cdot p_{dop} =$	0,66	[MPa]
$r$	ciepło parowania wody przed zaworem przy ciśnieniu $p_1 + 0,1$	$r =$	2067,4	[kJ/kg]
$m_1$	Wymagana przepustowość zaworu	$m_1 =$	121,892	[kg/h]

2.2 Przepustowość zaworu wynikająca z przebicia wymiennika.

$p_{max}$	dopuszczalne ciśnienie wody w sieci ciepłowniczej	$p_{max} =$	1,6	[MPa]
$p_1$	ciśnienie zrzutowe dla instalacji	$p_1 =$	0,6	[MPa]
$t_1$	temperatura wody w sieci ciepłowniczej	$t_1 =$	65,0	[°C]
$\rho_1$	gęstość wody w temp. 65°C	$\rho_1 =$	980,48	[kg/m <sup>3</sup> ]
$\alpha_c$	współczynnik wypływu wody z pękniętej ścianki	$\alpha_c =$	1,0	
$F_k$	powierzchnia przekroju przebicia wspólnej ścianki	$F_k =$	14,30	[mm <sup>2</sup> ]
		$m_2 =$	2252,28	[kg/h]

2.3 Sumaryczna przepustowość zaworu bezpieczeństwa.

$$m = m_1 + m_2 = 2374,172 \quad [\text{kg/h}]$$

### 3. Obliczenie średnicy kanału przepływowego zaworu bezpieczeństwa

#### 3.1 Udział pary wodnej w mieszanke parowo-wodnej.

$i_4$	entalpia wody przed zaworem przy ciśnieniu zrzutowym	$i_4 =$	<b>251,02</b>	[kJ/kg]
$i_5$	entalpia wody na wylocie zaworu przy ciśnieniu atmosferycznym	$i_5 =$	<b>417,51</b>	[kJ/kg]
$r$	ciepło parowania wody przed zaworem	$r =$	<b>2054,82</b>	[kJ/kg]
		$x_2 =$	<b>0,000</b>	

#### 3.2 Powierzchnia wypływu dla wody.

$\alpha$	współczynnik wypływu wg. zaświadczenia wytwórcy	$\alpha =$	<b>0,30</b>	
$\rho$	gęstość wody w temp. 70°C	$\rho =$	<b>977,68</b>	[kg/m <sup>3</sup> ]
$p_3$	ciśnienie odpływowe	$p_3 =$	<b>0,00</b>	[MPa]
		$A_w =$	<b>61,94</b>	[mm <sup>2</sup> ]

#### 3.3 Powierzchnia wypływu pary wodnej.

$\alpha$	współczynnik wypływu wg. zaświadczenia wytwórcy	$\alpha =$	<b>0,54</b>	
$K_1$	współczynnik poprawkowy uwzględniający właściwości czynnika przed zaworem	$K_1 =$	<b>0,53</b>	
$K_2$	współczynnik poprawkowy uwzględniający wpływ stosunku ciśnień	$K_2 =$	<b>1,00</b>	
$p_1$	ciśnienie zrzutowe	$p_1 =$	<b>0,66</b>	[MPa]
		$A_w =$	<b>0,00</b>	[mm <sup>2</sup> ]

#### 3.4 Powierzchnia łączna

$A_{min} =$  **61,94** [mm<sup>2</sup>]

### 4. Dobór zaworu.

Typ zaworu	SYR	<b>2115</b>
Liczba zaworów	1 szt.	
Ciśnienie otwarcia [bar]	6,0	
Średnica sprawdzanego zaworu bezpieczeństwa	25	
Wewnętrzna średnica króćca dolotowego $d_0$	= 20	
Łączna powierzchnia rzecz. wypływu $A$	=	<b>314,16</b>

$A_{min} \leq A$

Spełnia warunki

**Dobór zaworu bezpieczeństwa c.w.u.  
(wg normy PN-B-02414:1999)**

**Obiekt:** Poznań, ul. Wieniawskiego 3

Typ wymiennika: CB20 - lutowany ALFA

**1. Obliczenie urządzeń bezpieczeństwa wg PN-76/B-02440**

Wymagana łączna przepustowość wszystkich zaworów bezpieczeństwa:

$$G = 1,59 \cdot \alpha_{c1} \cdot b \cdot F \cdot \sqrt{(p_3 - p_1) \cdot \gamma_1}$$

gdzie :

$\alpha_{c1}$  - współczynnik wypływu wody grzejnej dla pękniętej powierzchni

$b$  - współczynnik zwiększający powierzchnię pęknięcia

$p_1$  - ciśnienie dopuszczalne w instalacji

$p_3$  - ciśnienie max. czynnika grzejnego

$F$  - powierzchnia przekroju poprzecznego zakładanego pęknięcia

$g_1$  - ciężar objętościowy wody grzejnej przy najniższej temp. na zasilaniu

$F =$	14,3	mm <sup>2</sup>	
$p_3 =$	15,7	kg/cm <sup>2</sup>	
$p_1 =$	5,9	kg/cm <sup>2</sup>	
$g_1 =$	980,48	kg/m <sup>3</sup>	dla temp. 65 °C
$b =$	2		- obliczenia dla zwiększonej powierzchni pęknięcia
$\alpha_{c1} =$	1		

$$G = 1,59 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 14,3 \cdot \sqrt{(15,7 - 5,9) \cdot 980,48}$$

stąd :

$$G = 4\,457,5 \quad \text{kg/h}$$

**Do obliczeń przyjęto zabezpieczenie zaworem typu: SYR 2115 - 1" - wykonanie 6 bar  
w ilości: n = 1 szt.**

Obliczenie najmniejszej wewnętrznej średnicy króćca dopływowego zaworu bezpieczeństwa:

$$d_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot G_i}{3,14 \cdot 1,59 \cdot \alpha_c \cdot \sqrt{(1,1p_1 - p_2) \cdot \gamma}}}$$

gdzie:

$a = 0,54$  - współczynnik wypływu zaworu dla gazów wybranego zaworu bezp.

$\alpha_c = 0,19$  -  $\alpha_c = 0,35 a$  - obliczeniowy współczynnik wypływu zaworu bezp.

$g = 980,48$  kg/m<sup>3</sup> dla temp. 60 °C

$p_1 = 5,9$  kg/cm<sup>2</sup> - ciśnienie dopuszczone instalacji

$p_2 = 0,0$  kh/cm<sup>2</sup> - ciśnienie na wylocie z zaworu (do atmosfery)

$G = 4\,458$  kg/h - wymagana łączna przepustowość zaworów bezpieczeństwa

$n = 1$  - ilość zaworów bezpieczeństwa

$G_i = 4\,458$  kg/h - wymagana przepustowość jednego zaworu bezpieczeństwa

$$d_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot 4458}{3,14 \cdot 1,59 \cdot 0,19 \cdot \sqrt{(1,1 \cdot 5,9 - 0,0) \cdot 980,48}}}$$

$d_0 = 15,4$  mm - wymagana najmniejsza średnica wewnętrzna kanału przepływowego zaworu bezpieczeństwa

$d_0 = 20,0$  mm - najmniejsza średnica wewnętrzna kanału przepływowego dobranego zaworu bezpieczeństwa

**Wybrany do obliczeń zawór bezpieczeństwa spełnia wymagania PN-76/B-02440**

**Dobór naczynia wzbiorczego membranowego (wg PN-B-02414:1999):**

**Obiekt: Poznań, ul. Wieniawskiego 3**

Pojemność instalacji grzewczej:

$$V = 1\,400 \text{ dm}^3 = 1,4 \text{ m}^3$$

Pojemność użytkowa naczynia:

$$V_u = V \cdot \rho_1 \cdot \Delta v$$

gdzie: V - pojemność instalacji ogrzewania wodnego

$\rho_1$  - gęstość wody instalacyjnej przy temperaturze  $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\rho_1 = 999,73 \text{ kg/m}^3$$

$D_n$  - przyrost objętości właściwej wody instalacyjnej od  $t_1$  do  $t_2$

$$D_n = 0,0256 \text{ dm}^3/\text{kg} \quad - \text{ dla } \Delta t = t_2 - t_1 = 75 - 10 = 65^\circ\text{C}$$

$$V_u = 1,4 \cdot 999,73 \cdot 0,0256$$

$$\mathbf{V_u = 35,83 \text{ dm}^3}$$

Pojemność całkowita naczynia wzbiorczego:

$$V_n = V_u \cdot \frac{p_{\max} + 1}{p_{\max} - p}$$

gdzie:

$$p_{\max} = 5 \text{ bar} \quad \text{bar - max. ciśnienie w instalacji c.o.}$$

$$p = 2,6 \text{ bar} \quad \text{bar - ciśnienie wstępne w przestrzeni gazowej naczynia wzbiorczego } p = p_{\text{st}} + 0,2$$

$$V_u = 35,83 \text{ dm}^3$$

$$V_n = 35,83 \cdot \frac{5 + 1}{5 - 2,6}$$

stąd :

$$\mathbf{V_n = 89,58 \text{ dm}^3}$$

**Dobrano membranowe naczynie wzbiorcze produkcji REFLEX typu: N 140 w ilości n = 1 szt.**

Całkowita pojemność urządzeń zabezpieczających wynosi: 140 l

przy wymagane: 89,6 l

Użytkowa pojemność urządzeń zabezpieczających wynosi: 48,3 l

przy wymagane: 35,8 l

Dobór rury wzbiorczej:

$$d_w = 0,7 \cdot \sqrt{V_u}$$

$$V_u = 35,83 \text{ dm}^3$$

$$d_w = 0,7 \cdot \sqrt{35,83}$$

stąd:

$$d_w = 4,19 \text{ mm}$$

Minimalna dopuszczalna wewnętrzna średnica rury wzbiorczej wynosi 20mm.

Dobrano średnicę rury wzbiorczej Dn25 (dw=27mm)

**Dobór naczynia wzbiorczego membranowego (wg PN-B-02414:1999):**

**Obiekt: Poznań, ul. Wieniawskiego 3**

Pojemność instalacji grzewczej:

$$V = 400 \text{ dm}^3 = 0,4 \text{ m}^3$$

Pojemność użytkowa naczynia:

$$V_u = V \cdot \rho_1 \cdot \Delta v$$

gdzie: V - pojemność instalacji ogrzewania wodnego

$\rho_1$  - gęstość wody instalacyjnej przy temperaturze  $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\rho_1 = 999,73 \text{ kg/m}^3$$

$D_n$  - przyrost objętości właściwej wody instalacyjnej od  $t_1$  do  $t_2$

$$D_n = 0,0224 \text{ dm}^3/\text{kg} \quad - \text{ dla } \Delta t = t_2 - t_1 = 70 - 10 = 60^\circ\text{C}$$

$$V_u = 0,4 \cdot 999,73 \cdot 0,0224$$

$$\mathbf{V_u = 8,96 \text{ dm}^3}$$

Pojemność całkowita naczynia wzbiorczego:

$$V_n = V_u \cdot \frac{p_{\max} + 1}{p_{\max} - p}$$

gdzie:

$$p_{\max} = 5 \text{ bar} \quad \text{bar - max. ciśnienie w instalacji c.o.}$$

$$p = 2,6 \text{ bar} \quad \text{bar - ciśnienie wstępne w przestrzeni gazowej naczynia wzbiorczego } p = p_{\text{st}} + 0,2$$

$$V_u = 8,96 \text{ dm}^3$$

$$V_n = 8,96 \cdot \frac{5 + 1}{5 - 2,6}$$

stąd :

$$\mathbf{V_n = 22,40 \text{ dm}^3}$$

**Dobrano membranowe naczynie wzbiorcze produkcji REFLEX typu: N 50 w ilości n = 1 szt.**

Całkowita pojemność urządzeń zabezpieczających wynosi: 50 l

przy wymagane: 22,4 l

Użytkowa pojemność urządzeń zabezpieczających wynosi: 17,4 l

przy wymagane: 9 l

Dobór rury wzbiorczej:

$$d_w = 0,7 \cdot \sqrt{V_u}$$

$$V_u = 8,96 \text{ dm}^3$$

$$d_w = 0,7 \cdot \sqrt{8,96}$$

stąd:

$$d_w = 2,10 \text{ mm}$$

Minimalna dopuszczalna wewnętrzna średnica rury wzbiorczej wynosi 20mm.

Dobrano średnicę rury wzbiorczej Dn20 ( $d_w=21,25\text{mm}$ )