

## Dobór urządzeń technologicznych instalacji pompy ciepła

### 1. Dane wyjściowe:

- obliczeniowe parametry instalacji c.o. podłogowe	40 / 30	°C
- obliczeniowe parametry instalacji c.t. - strona wodna	50 / 35	°C
- obliczeniowe parametry instalacji c.t. - strona glikolowa	45 / 30	°C
- zapotrzebowanie ciepła dla potrzeb c.o.	30,90	kW
- opory instalacji c.o.	30,60	kPa
- zapotrzebowanie ciepła technicznego	22,30	kW
- opory instalacji c.t.	24,60	kPa
- obliczeniowe parametry instalacji c.w.u.	55 / 10	°C
- zapotrzebowanie ciepła na c.w.u.	33,20	kW
- opory instalacji cyrk.	14,00	kPa

W związku z tym, że ciepła woda będzie przygotowywana w priorytecie przyjęte do doboru pompy ciepła zapotrzebowanie ciepła wynosi:

C.O. + C.T.	53,20	kW
Dobrano pompę ciepła o mocy nominalnej:	63,90	kW
Parametry instalacji - strona glikolowa	8 / 5	°C
Parametry instalacji - strona wodna	50 / 42	°C
C.W.U.	33,20	kW
Parametry instalacji	60 / 10	°C

### 2. Obieg glikolowy pompy ciepła - strona pierwotna pompy ciepła + dolne źródło

#### 2.1. Zabezpieczenie instalacji

##### 2.1.1. Zawór bezpieczeństwa wg PN-B-02414 (20).

Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa

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

M =	<b>2,43</b>	kg/s
p <sub>2</sub> =	<b>3,0</b>	bar
ρ =	<b>985,7</b>	kg/m <sup>3</sup>
b =	<b>1</b>	
A =	<b>0,0001</b>	m <sup>2</sup>
p <sub>1</sub> =	<b>6,0</b>	bar

Dopuszczalne ciśnienie w instalacji

Gęstość wody

Współczynnik

Powierzchnia przekroju kanału

Dopuszczalne ciśnienie w instalacji

Średnica króćca dolotowego zaworu

$$d_o = 54 \times \sqrt{\frac{M}{\alpha_{crz} \times \sqrt{p_2 \times \rho}}}$$

d <sub>o</sub> =	<b>21,1</b>	mm
------------------	-------------	----

Dobrano **1** membranowy zawór bezpieczeństwa

Średnica nominalna

Średnica kanału dolotowego

Ciśnienie otwarcia

Rzeczywisty współczynnik wypływu

Dopuszczalny współczynnik wypływu

d <sub>n</sub> =	<b>32</b>	mm
d <sub>o</sub> =	<b>27</b>	mm
p <sub>2</sub> =	<b>3,0</b>	bar
α <sub>crz</sub> =	<b>0,36</b>	
α <sub>c</sub> = 0,9 * α <sub>crz</sub> =	<b>0,324</b>	

### 2.1.2. Naczynie wzbiornicze do glikolu (19) wg PN-EN 12828.

#### Objętość rozszerzenia

$$V_e = e \times \frac{V_{system}}{100}$$

Pojemność instalacji  
Przyrost objętości wody

$V_e =$  **38,4** dm<sup>3</sup>

$V_{system} =$  **3200** dm<sup>3</sup>

$e =$  **1,2** %

#### Pojemność całkowita

$$V_{exp,min} = \frac{p_e + 1}{p_e - p_o} \times (V_e + V_{WR})$$

Pojemność rezerwy wody  
Max ciśnienie końcowe  
Wysokość geometryczna instalacji  
Ciśnienie wstępne

$V_{exp,min} =$  **164,3** dm<sup>3</sup>

$V_{WR} = V_{system} \times 1 =$  **32** dm<sup>3</sup>

$p_e =$  **2,5** bar

$h =$  **3,5** m

$p_o =$  **1** bar

#### Ciśnienie początkowe napełniania

$$p_{a,min} \geq \left\{ \frac{V_{exp,min} \times (p_o + 1)}{V_{exp,min} - V_{WR}} \right\} - 1$$

$p_{a,min} =$  **1,48** bar

#### Ciśnienie końcowe napełniania

$$p_{a,max} \leq \left\{ \frac{\frac{p_e + 1}{V_e \times (p_e + 1)} + 1}{\frac{V_{exp,min} \times (p_o + 1)}{V_e \times (p_e + 1)}} \right\} - 1$$

$p_{a,max} =$  **1,62** bar

Dobrano **1** naczynie wzbiornicze o poj. całkowitej **200** litrów.

Ciśnienie wstępne w naczyniu **1 bar**, max ciśnienie **6 bar**.

### 2.2. Pompa obiegowa obiegu pierwotnego (glikolowego) (26).

Konieczna wydajność pompy (przepływ nom. przy  $\Delta T = 3^\circ C$ )

$$G = \frac{Q \times 0,86}{\rho \times \Delta t}$$

Gc.o. = **16,6** m<sup>3</sup>/h

$\rho$  - gęstość glikolu dla temp.  $8^\circ C$  -  
 $c_w$  - ciepło właściwe glikolu

1052 kg/m<sup>3</sup>  
3644,9 J/kgK

Opory pompy ciepła	29,0 kPa
Opory instalacji	5,0 kPa
Opory instalacji doziemnej glikolowej	58,7 kPa
Opory filtra	1,9 kPa
Wymagane ciśnienie podnoszenia	1,1 x dP = <b>104,1</b> kPa

Dobrano pompę elektroniczną Dn50 /0,5-14 /punkt pracy pompy Gc.o.=16,6 m3/h i Hp=10,4 m/.	
Przyłącze	Kołnierz PN10 DN50
Moc znamionowa	150-960 W
Napięcie znamionowe	1x230 V
Prąd znamionowy	4,27 A

Praca wg charakterystyki proporcjonalnej.

### 3. Obieg wodny pompy ciepła - strona wtórna

#### 3.1. Dobór bufora ciepła (3).

bufora ciepła o pojemności 20 litrów / 1 kW.

Zalecana pojemność: 63,9 kW x20 l = 1278 l

Dobrano 2 zbiorniki buforowe ciepła o pojemności 750 l.

#### 3.2. Zabezpieczenie instalacji

##### 3.1.1. Zawór bezpieczeństwa wg PN-B-02414 (10).

Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa

$$M=447,3 \times b \times A \sqrt{(p1- p2) \times \rho}$$

$$M = 2,43 \quad \text{kg/s}$$

Dopuszczalne ciśnienie w instalacji

$$p2 = 3,0 \quad \text{bar}$$

Gęstość wody

$$\rho = 985,7 \quad \text{kg/m}^3$$

Współczynnik

$$b = 1$$

Powierzchnia przekroju kanału

$$A = 0,0001 \quad \text{m}^2$$

Dopuszczalne ciśnienie w instalacji

$$p1 = 6,0 \quad \text{bar}$$

Średnica króćca dolotowego zaworu

$$do=54 \times \sqrt{\frac{M}{ac \times \sqrt{p2 \times \rho}}}$$

$$do = 21,1 \quad \text{mm}$$

Dobrano 1 membranowy zawór bezpieczeństwa

Średnica nominalna

$$dn = 32 \quad \text{mm}$$

Średnica kanału dolotowego

$$do = 27 \quad \text{mm}$$

Ciśnienie otwarcia

$$p2 = 3,0 \quad \text{bar}$$

Rzeczywisty współczynnik wypływu

$$\alpha_{crz} = 0,36$$

Dopuszczalny współczynnik wypływu

$$\alpha_c=0,9 \times \alpha_{crz} = 0,324$$

##### 3.1.2. Naczynie wzbiorcze do wody (11) wg PN-EN 12828.

#### Objętość rozszerzenia

$$V_e=e \times \frac{V_{system}}{100}$$

$$Ve = 31,5 \quad \text{dm}^3$$

Pojemność instalacji

$$\frac{V_{system}}{100} = 2600 \quad \text{dm}^3$$

Przyrost objętości wody 45 °C

$$e = 1,21 \quad \%$$

## Pojemność całkowita

$$V_{\text{exp,min}} = \frac{p_e + 1}{p_e - p_o} \times (V_e + V_{WR})$$

Pojemność rezerwy wody

Max ciśnienie końcowe

Wysokość geometryczna instalacji

Ciśnienie wstępne

$$V_{\text{exp,min}} =$$

**134,1** dm<sup>3</sup>

$$V_{WR} = V_{\text{system}} \times 1 =$$

**26** dm<sup>3</sup>

$p_e =$  **2,5** bar

$h =$  **3,5** m

$p_o =$  **1** bar

## Ciśnienie początkowe napełniania

$$p_{a,\text{min}} \geq \left\{ \frac{V_{\text{exp,min}} \times (p_o + 1)}{V_{\text{exp,min}} - V_{WR}} \right\} - 1$$

$$p_{a,\text{min}} =$$

**1,48** bar

## Ciśnienie końcowe napełniania

$$p_{a,\text{max}} \leq \left\{ \frac{p_e + 1}{1 + \frac{V_e \times (p_e + 1)}{V_{\text{exp,min}} \times (p_o + 1)}} \right\} - 1$$

$$p_{a,\text{max}} =$$

**1,51** bar

Dobrano **1** naczynie wzbiorcze o poj. całkowitej **140** litrów.

Ciśnienie wstępne w naczyniu **1 bar**, max ciśnienie **6 bar**.

### 3.3. Dobór automatyki

#### 3.3.1. Zawór trójdrogowy przełączający (7,8).

Obliczeniowy przepływ wody grzejnej (przepływ nom. przy  $dT=8$  °C):

$$G = \frac{Q \times 0,86}{\rho \times \Delta t}$$

$G =$  **7,0** m<sup>3</sup>/h

$\rho$  - gęstość wody dla temp. 45°C -

0,988 t/m<sup>3</sup>

Strata ciśnienia na zaworze:

$$\Delta p = \left( \frac{G}{K_{vs}} \right)^2$$

$\Delta p =$  **3,02** kPa

Współczynnik wypływu  $K_{vs}$

$K_{vs} =$  **40** m<sup>3</sup>/h

Srednica

$DN =$  **50**

Maksymalna temperatura wody

**110** °C

Ciśnienie pracy

**6** bar

Dobrano zawór 3-drogowy obrotowy przełączający Dn50 o  $K_{vs}=40$  m<sup>3</sup>/h.

Do zaworu dobrany jest siłownik z 2-punktowym sygnałem sterującym.

Napięcie zasilania

**230** V

Czas obrotu o 90°

**60** s

Moment obrotowy

**6** Nm

### 3.4. Dobór pomp.

#### 3.4.1. Pompa obiegowa obiegu wtórnego (wodnego) - ładowanie buforów/c.w.u. (9).

Konieczna wydajność pompy (przepływ nom. przy  $\Delta T=8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ):

$$G = \frac{Q \times 0,86}{\rho \times \Delta t}$$

$$G_{c.o.} = 7,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

$\rho$  - gęstość wody dla temp.  $45^{\circ}\text{C}$  - 0,988 t/m<sup>3</sup>

Opory pompy ciepła	14,0 kPa
Opory instalacji	5,0 kPa
Opory zaworu przełączającego 3-dr	3,0 kPa
Opory filtra	0,7 kPa
Wymagane ciśnienie podnoszenia	$1,1 \times dP = 24,9 \text{ kPa}$

Dobrano pompę elektroniczną Dn32 /0,5-8 /punkt pracy pompy  $G_{c.o.}=7,0 \text{ m}^3/\text{h}$  i  $H_p=2,6 \text{ m}$ .

Przylącze

Gwint PN10 2"

Moc znamionowa 7-160 W

Napięcie znamionowe 1x230 V

Prąd znamionowy 1,05 A

Praca wg charakterystyki proporcjonalnej.

### 4. Obieg instalacji c.o.

#### 4.1. Dobór automatyki

##### 4.1.1. Zawór trójdrogowy mieszający (37,38).

Obliczeniowy przepływ wody grzewczej (przepływ nom. przy  $\Delta T=5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ):

$$G = \frac{Q \times 0,86}{\rho \times \Delta t}$$

$$G = 2,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

$\rho$  - gęstość wody dla temp.  $42^{\circ}\text{C}$  - 0,955 t/m<sup>3</sup>

Strata ciśnienia na zaworze:

$$\Delta p = \left( \frac{G}{K_{vs}} \right)^2$$

$$\Delta p = 3,02 \text{ kPa}$$

Współczynnik wypływu $K_{vs}$	$K_{vs}=$	16 m <sup>3</sup> /h
Srednica	$DN=$	32
Maksymalna temperatura wody		110 $^{\circ}\text{C}$
Ciśnienie pracy		6 bar

Dobrano zawór 3-drogowy obrotowy mieszający Dn32 o  $K_{vs}=16 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Do zaworu dobrany jest siłownik proporcjonalny z sygnałem sterującym 0-10V.

Napięcie zasilania 24 V

Czas obrotu o  $90^{\circ}$  120 s

Moment obrotowy

6 Nm

Do sterowania zestawem mieszającym należy zastosować oddzielny moduł (41) sterujący obiegiem z mieszaczem oraz czujnik temperatury (39) na przewodzie zasilającym.

#### 4.2. Pompa obiegu ogrzewania podłogowego (36).

Konieczna wydajność pompy (przepływ nom. przy  $\Delta T=5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ):

$$G = \frac{Q \times 0,86}{\rho \times \Delta t}$$

Gc.o. = **2,8** m<sup>3</sup>/h

$\rho$  - gęstość wody dla temp. 42°C -

0,955 t/m<sup>3</sup>

Opory instalacji	5,0 kPa
Opory instalacji C.O.	30,6 kPa
Opory zaworu mieszającego 3-dr	3,0 kPa
Opory filtra	0,1 kPa
Wymagane ciśnienie podnoszenia	1,1 x dP = <b>42,6 kPa</b>

Dobrano pompę elektroniczną Dn25/0,5-6 /punkt pracy pompy Gc.o.=2,8 m<sup>3</sup>/h i Hp=4,2 m/.

Przyłącze

Gwint PN10 1 1/2"

Moc znamionowa

7-135 W

Napięcie znamionowe

1x230 V

Prąd znamionowy

0,9 A

Praca wg charakterystyki proporcjonalnej.

#### 5. Obieg instalacji C.T.

Zabezpieczenie instalacji c.t. przed zamarzaniem wymaga rozdzielenia czynnika grzewczego i ogrzewanego. Czynnikiem ogrzewanym będzie 35% roztwór glikolu etylenowego. W związku z tym projektuje się pośredni wymiennik ciepła.

#### Obliczenia i dobór urządzeń.

##### Dane wyjściowe.

Dane wyjściowe

Parametry instalacji C.T. po stronie wodnej

Zasilanie

Powrót

Tzctw =

Tpctw =

**50 °C**

**35 °C**

Parametry instalacji C.T. po stronie glikolowej

Zasilanie

Powrót

Tzctg =

Tpctg =

**45 °C**

**30 °C**

Zapotrzebowanie ciepła na cele c.t.

Qct =

**22,3 kW**

Ciśnienie dyspozycyjne instalacji C.T.

Hict =

**24,6 kPa**

Dopuszczalne ciśnienie w instalacji C.T.

Pmaxct =

**6 bar**

Ciśnienie statyczne instalacji C.T.

Pst =

**0,02 bar**

### 5.1. Dobór wymiennika C.T. (46)

Zgodnie z programem komputerowym dobrano wymiennik płytowy o pow. 1,5 m<sup>2</sup>

Spadek ciśnienia po stronie wodnej

$\Delta p = 6,4$  kPa

Spadek ciśnienia po stronie instalacji glikolowej

$\Delta p = 8,1$  kPa

### 5.2. Zabezpieczenie instalacji

#### 5.2.1. Dobór naczynia wzbiórczego (48).

Zabezpieczenie instalacji ogrzewania wodnego systemu zamkniętego z naczyniem wzbiórczym przeponowym.

Objętość rozszerzenia.

$$V_e = e \times \frac{V_{system}}{100}$$

$V_e = 1,6$  dm<sup>3</sup>

Pojemność instalacji

$V_{sys.} = 85$  dm<sup>3</sup>

Przyrost objętości roztworu glikolu (od temp. 10°C do temp. Zasilania +40 °C)

$e = 1,86$  %

Pojemność całkowita.

$$V_{exp,min} = \frac{p_e + 1}{p_e - p_o} \times (V_e + V_{WR})$$

$V_{expmin} = 5,7$  dm<sup>3</sup>

Pojemność rezerwy

$V_{WR} = 0,85$  dm<sup>3</sup>

Max ciśnienie

$p_e = 2,5$  bar

Wysokość geometryczna instalacji

$h = 4,6$  m

Ciśnienie wstępne

$p_o = 1,0$  bar

Ciśnienie początkowe napełniania

$$p_{a,min} \geq \left\{ \frac{V_{exp,min} \times (p_o + 1)}{V_{exp,min} - V_{WR}} \right\} - 1$$

$p_{amin} = 1,4$  bar

Ciśnienie końcowe napełniania

$$p_{a,max} \leq \left\{ \frac{p_e + 1}{1 + \frac{V_e \times (p_e + 1)}{V_{exp,min} \times (p_o + 1)}} \right\} - 1$$

$p_{amax} = 1,6$  bar

Dobrano naczynie wzbiórcze przeponowe to pojemności 8 litrów.

Ciśnienie wstępne w naczyniu 1,0 bar.

Naczynie należy umieścić w pomieszczeniu wentylatorni w miejscu wskazanym na rzucie. Rurę wzbiórczą należy połączyć z przewodem powrotnym wody grzejnej. Na rurze wzbiórczej należy umieścić manometr tarczowy o zakresie 0-0,6 MPa (przyjęta wartość ciśnienia statycznego w miejscu włączenia naczynia przy temperaturze czynnika instalacyjnej  $t=10^\circ\text{C}$  i braku krążenia w instalacji  $H_{stat}=1,0$  bar), zawór spustowy  $\varnothing 20$ . Rura wzbiórczą powinna być prowadzona

ze spadkiem minimalnym 0,5% w kierunku do naczynia. Zawór spustowy ze złączką do węża umożliwiający opróżnienie rury i przestrzeni wodnej naczynia należy zamontować na końcówce rury wzbiorczej.

### 5.2.2. Dobór zaworu bezpieczeństwa instalacji c.t. (49) wg PN-B-02414:1999

Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa

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

$$M = 0,63 \text{ kg/s}$$

Ciśnienie robocze w instalacji

$$p_2 = 3,0 \text{ bar}$$

Gęstość wody

$$\rho = 987,8 \text{ kg/m}^3$$

Współczynnik

$$b = 1$$

Powierzchnia przekroju

$$A = 3E-005 \text{ m}^2$$

Dopuszczalne ciśnienie instalacji

$$p_1 = 6,0 \text{ bar}$$

Średnica gniazda zaworu

$$d_o = 54 \times \sqrt{\frac{M}{ac \times \sqrt{p_2 \times \rho}}}$$

$$d_o = 11,8 \text{ mm}$$

Dobrano 1 zawór bezpieczeństwa

Średnica nominalna

$$d_n = 15 \text{ mm}$$

Średnica kanału dolotowego

$$d_o = 12 \text{ mm}$$

Ciśnienie otwarcia

$$p_2 = 3,0 \text{ bar}$$

Dopuszczalny współczynnik wypływu

$$acr_z = 0,27$$

Przyjęto zawór bezpieczeństwa membranowy  $\varnothing 15$ , ciśnienie otwarcia 3,0 bar, dopuszczalna temperatura pracy 120°C. Zawór należy umieścić bezpośrednio przy wymienniku.

### 5.3. Dobór pomp obiegowych C.T.

#### 5.3.1. Pompa obiegu ciepła technologicznego – obieg wodny (43).

Konieczna wydajność pompy

$$G = \frac{Q \times 0,86}{\rho \times \Delta t}$$

$$G_{c.t.1} = 1,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

$\rho$  - gęstość wody dla temp. 50°C -

$$0,994 \text{ t/m}^3$$

Opory instalacji C.T. bufor-wymiennik

$$5,0 \text{ kPa}$$

Opory wymiennika C.T.

$$6,4 \text{ kPa}$$

Opory filtra

$$0,2 \text{ kPa}$$

Wymagane ciśnienie podnoszenia

$$1,1 \times dP = 27,1 \text{ kPa}$$

Dobrano pompę elektroniczną Dn25/1-6 /punkt pracy pompy  $G_{c.t.1}=1,3 \text{ m}^3/\text{h}$  i  $H_p=2,8 \text{ m/}$ .

Przyłącze

$$\text{Gwint PN10 1 1/2"}$$

Moc znamionowa

$$3-45 \text{ W}$$

Napięcie znamionowe

$$1 \times 230 \text{ V}$$

Prąd znamionowy

$$0,44 \text{ A}$$

Praca wg charakterystyki proporcjonalnej.

### 5.3.2. Pompa obiegu ciepła technologicznego – obieg glikolowy (47).

Konieczna wydajność pompy

$$G = \frac{Q \times 0,86}{\rho \times \Delta t}$$

$$G_{c.t.2} = \mathbf{1,4} \quad \text{m}^3/\text{h}$$

$\rho$  - gęstość glikolu dla temp. 45°C - 1046 kg/m<sup>3</sup>  
 $c_w$  - ciepło właściwe glikolu 3630 J/kgK

Opory instalacji C.T.	24,6 kPa
Opory wymiennika C.T.	8,1 kPa
Opory filtra	0,3 kPa
Wymagane ciśnienie podnoszenia	1,1 x dP = <b>36,3 kPa</b>

Dobrano pompę elektroniczną Dn25/0,5-6 /punkt pracy pompy  $G_{c.t.}=1,4\text{m}^3/\text{h}$  i  $H_p=3,6\text{ m}$ .

Przyłącze	Gwint PN10 1 1/2"
Moc znamionowa	7-135 W
Napięcie znamionowe	1x230 V
Prąd znamionowy	0,9 A

Praca wg charakterystyki proporcjonalnej.

## 6. Obieg instalacji c.w.u.

### 6.1. Dobór podgrzewacza c.w.u. (27).

Wskaźnik mocy i moc przenoszona dla temp. zasilania 60 °C

Po obliczeniu pojemności i mocy metodą schematu mocy wybrano następujący podgrzewacz c.w.u.

#### 1. Pojemność podgrzewacza c.w.u.

Pojemność użyteczna (Gotowość objętość): 399 l

Pojemność całkowita. 399 l

Wskaźnik mocy NL: nieważna

Zapot. wody grz. [m<sup>3</sup>/h] 2,5

Moc przenoszona maks.[kW]: 16,6

Wymiennik ciepła: wewnętrzny

#### 2. Pojemność podgrzewacza c.w.u.

Pojemność użyteczna (Gotowość objętość): 399 l

Pojemność całkowita. 399 l

Wskaźnik mocy NL: nieważna

Zapot. wody grz. [m<sup>3</sup>/h] 2,5

Moc przenoszona maks.[kW]: 16,6

Wymiennik ciepła: wewnętrzny

Pojemność całkowita.: 798 l

Ciągła moc c.w.u. całkowita.: 33,2 kW

Zabezpieczenie przegrzewu instalacji c.w.u. projektuje się za pomocą grzałek elektrycznych o mocy

4,5 kW instalowanych za pomocą kołnierza montażowego z gwintem 1 1/2" (27.1).

## 6.2. Zabezpieczenie wymiennika c.w.u.

### 6.2.1. Zawór bezpieczeństwa (30) wg PN-76/B-02440.

Przepustowość zaworu bezpieczeństwa:

$$G = 0,16 \times V$$

Pojemność pojedynczego wymiennika c.w.u.

$$G = 64 \quad \text{dm}^3/\text{h}$$

$$V = 400 \quad \text{dm}^3$$

Średnica kanału dolotowego w zaworze pod grzybem:

$$d = \sqrt{\frac{4G}{3,14 \times 1,59 \times a_c \times \sqrt{1,1 \times (p_1 - p_2) \times \gamma}}}$$

$$d = 1,8 \quad \text{mm}$$

Współczynnik wypływu zaworu bezpieczeństwa

$$a_c = 0,2$$

Dopuszczalne ciśnienie w instalacji

$$p_1 = 6 \quad \text{bar}$$

Ciśnienie wypływu

$$p_2 = 0 \quad \text{bar}$$

Gęstość wody ( $t=70^\circ\text{C}$ )

$$\gamma = 977,81 \quad \text{kg/m}^3$$

Przyjęto zawór bezpieczeństwa membranowy **do wody** o danych: wielkość zaworu 3/4",

średnica kanału dolotowego 14 mm, współczynnik wypływu 0,20, ciśnienie 6 bar.

Zawór należy umieścić bezpośrednio przy każdym z wymienników na rurociągu wody zimnej.

### 6.2.2. Naczynie wzbiorcze do wody (35).

Pojemność użytkowa

$$V_e = V_{sp} \times (n_1 - n_2)$$

$$V_e = 13,5 \quad \text{dm}^3$$

$V_{sp}$  – pojemność wymiennika c.w.u.

$$V_{sp} = 800 \quad \text{dm}^3$$

$n_1$  – objętość właściwa wody przy temp.  $70^\circ\text{C}$

$$n_1 = 1,0171 \quad \text{dm}^3/\text{kg}$$

$n_2$  – objętość właściwa wody przy temp.  $10^\circ\text{C}$

$$n_2 = 1,00027 \quad \text{dm}^3/\text{kg}$$

Pojemność całkowita

$$V_n = V_e / D_f$$

$$V_n = 27,4 \quad \text{dm}^3$$

$$D_f = (p_e - p_o) / p_e$$

$$D_f = 0,5$$

$$p_e = p_{\text{psi}} - 0,5$$

$$p_e = 5,5 \quad \text{bar}$$

$p_e$  – dopuszczalne nadciśnienie końcowe

$p_{\text{psi}}$  – ciśnienie wyrzutowe zaw. Bezpieczeństwa

$$p_{\text{psi}} = 6 \quad \text{bar}$$

$p_o$  – ciśnienie wstępne w naczyniu

$$p_o = p_a - 0,2$$

$$p_o = 2,8 \quad \text{bar}$$

$p_a$  – ciśnienie za reduktorem ciśnienia

$$p_a = 3 \quad \text{bar}$$

Dobrano przeponowe naczynie wzbiorcze do wody o poj. 33 dm<sup>3</sup>.

D = 354 mm, H = 468 mm, na ciśnienie 10 bar/ $70^\circ\text{C}$ .

### 6.3. Dobór pomp.

#### 6.3.1. Pompa ładująca c.w.u. - obieg wtórny - sprawdzenie (9).

Konieczna wydajność pompy (przepływ nom. przy  $\Delta T=8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ):

$$G = \frac{Q \times 0,86}{\rho \times \Delta t}$$

Gc.w.u. = **7,0** m<sup>3</sup>/h

$\rho$  - gęstość wody dla temp. 45°C - 0,988 t/m<sup>3</sup>

Opory pompy ciepła	15,0 kPa
Opory instalacji	5,0 kPa
Opory zaworu przełączającego 3-dr	3,0 kPa
Opory filtra	0,7 kPa
Wymagane ciśnienie podnoszenia	1,1 x dP = <b>26,0 kPa</b>

Dobrano pompę elektroniczną Dn32 /0,5-8 /punkt pracy pompy Gc.w.u.=7 m<sup>3</sup>/h i Hp=2,6 m/.

Przyłącze

Gwint PN10 2"

Moc znamionowa 7-160 W

Napięcie znamionowe 1x230 V

Prąd znamionowy 1,05 A

Praca wg charakterystyki proporcjonalnej.

#### 6.3.2. Pompa cyrkulacyjna ciepłej wody (28).

Konieczna wydajność pompy

Z obliczeń instalacji cyrkulacji przepływ wody cyrkulacyjnej - G = 0,27 m<sup>3</sup>/h

Opory wymiennika -	dP <sub>wcw</sub> =	2 kPa
Opór instalacji cyrk.-	dP <sub>icw</sub> =	14,0 kPa
Wymagane ciśnienie podnoszenia	1,1 x $\Sigma$ dP =	<b>17,6 kPa</b>

Dobrano pompę elektroniczną Dn25 /1-4 /punkt pracy pompy Gc.w.u.=0,27 m<sup>3</sup>/h i Hp=1,8 m/.

Przyłącze

Gwint PN6 1 1/4"

Moc znamionowa 3-25 W

Napięcie znamionowe 1x230 V

Prąd znamionowy 0,26 A

Praca wg charakterystyki proporcjonalnej.

### 7. Dobór stacji uzdatniania wody

Projektuje się uzupełnianie zładu c.o. poprzez automatyczny zawór uzupełniania zładu 1/2' wodą wodociągową uzdatnioną w zmiękczaczu sterowanym elektronicznie.

Do napełniania i uzupełniania zładu kotłowni pomp i instalacji grzewczej zaprojektowano stację uzdatniania ze sterowaniem objętościowym o parametrach:

- natężenie przepływu przy napełnianiu 1,5m<sup>3</sup>/h
- czas napełniania zładu <2,6h
- moc kotłowni 80-500 kW
- pojemność zładu 2-4m<sup>3</sup>.

### 8. Uzupelnianie zładu instalacji grzewczej.

Projektuje się uzupelnianie zładu c.o. wodą wodociagową poprzez automatyczny zawór uzupelniania zładu 1/2" .

### 9. Układ pasywnego obnizenia temperatury.

#### Obliczenia i dobór urzadzén.

##### **Dane wyjściowe.**

Dane wyjściowe

Parametry instalacji CHP po stronie pierwotnej	Zasilanie Powrót	Tzchp1 = Tpchp1 =	8 °C 13 °C
Parametry instalacji CHP po stronie wtórnej	Zasilanie Powrót	Tzchp2 = Tpchp2 =	10 °C 16 °C
Zapotrzebowanie chłodu na cele CHP.		Qchp =	11,3 kW
Ciśnienie dyspozycyjne instalacji CHP.		Hict =	28,7 kPa
Dopuszczalne ciśnienie w instalacji CHP.		Pmaxct =	6 bar
Ciśnienie statyczne instalacji C.T.		Pst =	0,02 bar

#### 9.1. Dobór wymiennika CHP (51)

Zgodnie z programem komputerowym dobrano wymiennik płytowy o pow. 1,9 m<sup>2</sup>

Spadek ciśnienia po stronie pierwotnej	Δp =	15	kPa
Spadek ciśnienia po stronie wtórnej	Δp =	10,7	kPa

#### 9.2. Zabezpieczenie instalacji.

##### 9.2.1. Dobór zaworu bezpieczeństwa instalacji CHP (53) wg PN-B-02414:1999

Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa

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

$$M = 0,63 \text{ kg/s}$$

Ciśnienie robocze w instalacji

$$p_2 = 3,0 \text{ bar}$$

Gęstość wody

$$\rho = 987,8 \text{ kg/m}^3$$

Współczynnik

$$b = 1$$

Powierzchnia przekroju

$$A = 3E-005 \text{ m}^2$$

Dopuszczalne ciśnienie instalacji

$$p_1 = 6,0 \text{ bar}$$

Średnica gniazda zaworu

$$d_o = 54 \times \sqrt{\frac{M}{ac \times \sqrt{p_2 \times \rho}}}$$

$$d_o = 11,8 \text{ mm}$$

Dobrano 1 zawór bezpieczeństwa

Średnica nominalna

$$d_n = 15 \text{ mm}$$

Średnica kanału dolotowego

$$d_o = 12 \text{ mm}$$

Ciśnienie otwarcia

$$p_2 = 3,0 \text{ bar}$$

Dopuszczalny współczynnik wpływu

$$acr_z = 0,27$$

Przyjęto zawór bezpieczeństwa membranowy **Ø 15**, ciśnienie otwarcia 3,0 bar, dopuszczalna temperatura pracy 120°C. Zawór należy umieścić bezpośrednio przy wymienniku.

### 9.3. Dobór pomp.

#### 9.3.1. Pompa obiegowa obiegu pierwotnego CHP (50).

Konieczna wydajność pompy (przepływ nom. przy  $\Delta T=5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ):

$$G = \frac{Q \times 0,86}{\rho \times \Delta t}$$

$$G_{chp1} = \mathbf{2,1} \text{ m}^3/\text{h}$$

$\rho$  - gęstość glikolu 35% dla temp. 8°C - 1052 kg/m<sup>3</sup>  
 $c_w$  - ciepło właściwe glikolu 3644,9 J/kgK

Opory wymiennika CHP po stronie pierwotnej	15,0 kPa
Opory instalacji	5,0 kPa
Opory instalacji doziemnej glikolowej	58,7 kPa
Opory filtra Dn40	0,2 kPa
Wymagane ciśnienie podnoszenia	$1,1 \times dP = \mathbf{86,8 \text{ kPa}}$

Dobrano pompę elektroniczną Dn25 /0,5-10 /punkt pracy pompy  $G_{chp1}=2,1 \text{ m}^3/\text{h}$  i  $H_p=8,7 \text{ m/}$ .

Przyłącze	Gwint PN10 1 1/2"
Moc znamionowa	7-275 W
Napięcie znamionowe	1x230 V
Prąd znamionowy	1,2 A

Praca wg charakterystyki proporcjonalnej.

#### 9.2.2. Pompa obiegu wtórnego CHP (52).

Konieczna wydajność pompy

$$G = \frac{Q \times 0,86}{\rho \times \Delta t}$$

$$G_{c.t.2} = \mathbf{1,7} \text{ m}^3/\text{h}$$

$\rho$  - gęstość glikolu dla temp. 16°C - 1061 kg/m<sup>3</sup>  
 $c_w$  - ciepło właściwe glikolu 3652,7 J/kgK

Opory wymiennika CHP po stronie wtórnej	10,7 kPa
Opory instalacji C.T.	28,7 kPa
Opory filtra	0,2 kPa
Wymagane ciśnienie podnoszenia	$1,1 \times dP = \mathbf{43,6 \text{ kPa}}$

Dobrano pompę elektroniczną Dn25/0,5-6 /punkt pracy pompy  $G_{chp2}=1,7 \text{ m}^3/\text{h}$  i  $H_p=4,4 \text{ m/}$ .

Przyłącze	Gwint PN10 1 1/2"
Moc znamionowa	7-135 W
Napięcie znamionowe	1x230 V
Prąd znamionowy	0,9 A

Praca wg charakterystyki proporcjonalnej.