

## 2. OBLICZENIA WĘZŁA CIEPLNEGO JEDNOFUNKCYJNEGO

### 2.1. DANE DO OBLICZEŃ

1. Parametry obliczeniowe sieci ZIMA	zasilanie	$T_{ZZ}$	125 °C
	powrót	$T_{PZ}$	70 °C
2. Ciśnienie dyspozycyjne w sieci		$P_{dysp.}$	100 kPa
3. Ciśnienie nominalne wody sieciowej		$P_{MAX}$	1,6 MPa
4. Parametry temp. instalacji c.o.	zasilanie	$T_{ZCO}$	80 °C
	powrót	$T_{PCO}$	60 °C
5. Zapotrzebowanie ciepła c.o.		$Q_{CO}$	700,0 kW
6. Opory instalacji	centralne ogrzewanie	$H_{CO}$	30,0 kPa
7. Ciśnienie dopuszczalne w instalacji	centralne ogrzewanie	$P_{MAXCO}$	0,35 MPa
	ciepła woda użytkowa	$P_{MAXCW}$	0,60 MPa
8. Ciśnienie statyczne	instalacja c.o.	$P_{statCO}$	1,70 bar

## 2.2. OBLICZENIA PRZEPŁYWÓW

### Przepływy - strona sieciowa

przepływ wody sieciowej c.o.	$G_{sco}$	2,87 kg/s	10,75 m <sup>3</sup> /h
------------------------------	-----------	-----------	-------------------------

### Przepływy - strona instalacyjna

przepływ wody instalacyjnej c.o.	$G_{ico}$	8,35 kg/s	30,75 m <sup>3</sup> /h
----------------------------------	-----------	-----------	-------------------------

## 2.3. DOBÓR ŚREDNIC PRZYŁĄCZY

Średnica przyłącza c.o. (strona sieciowa)	przyjęto dn rury	65 mm
	prędkość przepływu	0,82 m/s
Średnica przyłącza c.o. (strona instalacyjna)	przyjęto dn rury	100 mm
	prędkość przepływu	0,99 m/s

## 2.4. DOBÓR LICZNIKA ENERGII CIEPLNEJ

### Licznik c.o.

przepływ wody sieciowej - zima		10,75 m <sup>3</sup> /h
<b>przepływ nominalny przepływomierza</b>	<b>Qn</b>	<b>10,00 m<sup>3</sup>/h</b>
spadek ciśnienia dla Qn		9,50 kPa
obliczeniowy spadek ciśnienia na przepływomierzu - zima		10,00 kPa

Przyjęty licznik ciepła został dobrany na potrzeby obliczenia oporów węzła.

Zgodnie z warunkami TDD/35/2019 przyłączenia do sieci ciepłowniczej węzła cieplnego z dnia 28.03.2019r. wydanymi przez PGNiG Termika Energetyka Przemysłowa S.A.

Układ pomiarowo - rozliczeniowy zużycia ciepła dostarcza i montuje PGNiG Termika Energetyka Przemysłowa S.A.

UWAGA: Przed wykonaniem kompaktowego węzła cieplnego należy skontaktować się z PGNiG Termika Energetyka Przemysłowa S.A. w sprawie ustalenia długości montażowej i średnicy króćców licznika ciepła oraz wodomierza uzupełnienia.

## 2.5. DOBÓR WYMIENNIKA C.O.

Obliczeniowa moc wymiennika c.o. 700,0 kW

Do doboru wymiennika  $T_{ZZ}/T_{PZ}$  125/70 °C  
 $t_{zco}/t_{pco}$  80/60 °C

Przepływ - strona sieciowa 10,75 m<sup>3</sup>/h

Przepływ - strona instalacyjna 30,75 m<sup>3</sup>/h

Dla powyższych parametrów dobrano płytowy wymiennik ciepła o powierzchni grzewczej 12,85m<sup>2</sup>.

### Zestawienie oporów wymiennika

	Opory wymiennika	Przepływ
Strona sieciowa	H <sub>rco</sub> 2,00 kPa	10,75 m <sup>3</sup> /h
Strona instalacyjna	H <sub>pco</sub> 18,00 kPa	30,75 m <sup>3</sup> /h

## 2.6. DOBÓR POMPY OBIEGOWEJ C.O.

Przepływ wody instalacyjnej c.o. G<sub>ico</sub> 30,75 m<sup>3</sup>/h

opór instalacji c.o. H<sub>co</sub> 30,00 kPa

opór wymiennika c.o. - strona instalacyjna H<sub>pco</sub> 18,00 kPa

przyjęty opór na filtrze H<sub>f</sub> 3,00 kPa

opory miejscowe H<sub>wi</sub> 2,00 kPa

wysokość podnoszenia 53,00 kPa

wydatek pompy  $V_p = 1,15 \cdot G_{ico}$  V<sub>p</sub> 35,4 m<sup>3</sup>/h

wysokość podnoszenia H<sub>p</sub> 5,3 mH<sub>2</sub>O

Dobrano pompę obiegową c.o. o wydajności 35,4m<sup>3</sup>/h i wysokości podnoszenia 5,3m.

## 2.7. ZABEZPIECZENIE INSTALACJI C.O.

### 2.7.1. ZABEZPIECZENIE INSTALACJI C.O. WG PN-B-02414:1999

#### Dobrano zawór bezpieczeństwa

Średnica nominalna	dn	40	mm
Ilość zaworów		2	szt.
Min. średnica wewnętrzna	d <sub>o</sub>	35	mm
Ciśnienie początku otwarcia	p <sub>o</sub>	3,5	bar
Współ. wypływu dla cieczy	α <sub>C rzecz.</sub>	0,20	

#### Masowa przepustowość zaworu

$$M=447,3 * b * A * [(p_2-p_1) * g] ^{0,5}$$

p <sub>2</sub>	16,0 bar	- ciśnienie dopuszczalne wody sieciowej
p <sub>1</sub>	3,5 bar	- ciśnienie nastawy zaworu bezpieczeństwa
g	939 kg/m <sup>3</sup>	- gęstość wody sieciowej przy jej obliczeniowej temp.
b	2	- współ. zależny od różnicy ciśnień (jeżeli p <sub>2</sub> -p <sub>1</sub> >5 to b=2, jeżeli p <sub>2</sub> -p <sub>1</sub> ≤5 to b=1)
A	0,00005 m <sup>2</sup>	- powierzchnia przekroju płyty wymiennika
M	4,85 kg/s	- masowa przepustowość zaworu

Dobrano	2 szt.	zawory bezpieczeństwa
<b>G</b>	<b>2,42 kg/s</b>	- masowa przepustowość pojedynczego zaworu przy zastosowaniu 1 zaworu bezpieczeństwa

#### Średnica wlotu zaworu

$$d_o = 54 * [G / (\alpha_c * (p_1 * g) ^{0,5})] ^{0,5}$$

G	2,42 kg/s	- masowa przepustowość zaworu
α <sub>c</sub>	0,18	- dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu α <sub>c</sub> = 0,9* α <sub>C rzecz.</sub>
g	939 kg/m <sup>3</sup>	- gęstość wody sieciowej przy jej obliczeniowej temp.
p <sub>1</sub>	3,5 bar	- ciśnienie dopuszczalne instalacji c.o.
<b>d<sub>o</sub></b>	<b>26,17 mm</b>	- średnica wlotu zaworu

Warunek d<sub>o</sub> > d<sub>omin</sub> jest spełniony.

Dobre zawory bezpieczeństwa spełniają wymagania normy PN-B-02414.

## 2.7.2. ZABEZPIECZENIE INSTALACJI C.O. WG UDT

Dobór zaworu bezp. przeprowadzono zgodnie z normami i przepisami Urzędu Dozoru Technicznego:

- WUDT-UC-KW/04
- WUDT-UC-WO-A/01
- WUDT-UC-ZS/E

### 1. Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa

#### 1) ze względu na moc wymiennika

$$m_1 = (3600 \cdot N) / r$$

N	700 kW	największa trwała moc wymiennika
r	2076,48 kJ/kg	ciepło parowania wody przy ciśnieniu przed zaworem bezpieczeństwa
$m_1 =$	1213,59 kg/h	

#### 2) ze względu na możliwość pęknięcia wspólnej ścianki wymiennika

$$m_2 = 5,03 \cdot \alpha_c \cdot A \cdot ((p_1 - p_2) \cdot \gamma_1)^{0,5}$$

$\alpha_c$	1	współczynnik wypływu dla cieczy, przyjmujemy wartość max równą 1,0
A	50 mm <sup>2</sup>	powierzchnia przekroju płyty wymiennika
$p_1$	1,6 MPa	ciśnienie dopuszczalne przestrzeni grzejnej
$p_2'$	0,35 MPa	ciśnienie dopuszczalne przestrzeni grzanej
$p_2$	0,385 MPa	ciśnienie zrzutowe (ciśnienie otwarcia + 10%)
$\gamma_1$	912,4 kg/m <sup>3</sup>	gęstość cieczy przed zaworem przy nadciśnieniu $p_1$ i temperaturze $t_1$
$m_2 =$	8373,73 kg/h	

#### 3) Sumaryczna przepustowość zaworu bezpieczeństwa

$$m = m_1 + m_2$$

$$m = 9587,32 \text{ kg/h}$$

## 2. Średnica kanału przepływowego zaworu bezpieczeństwa

Przyjęto zawór bezpieczeństwa 1 1/2" , o współczynnikach wypływu:

$\alpha$	0,53	współczynnik wypływu dla par i gazów
$\alpha_c$	0,20	współczynnik wypływu dla cieczy

#### 1) Udział pary w mieszaninie parowo-wodnej

$$x_2 = (i_1 - i_2) / r$$

$i_1$	681 kJ/kg	entalpia wody przed zaworem bezpieczeństwa, przy ciśnieniu $p_1$
$i_2$	418 kJ/kg	entalpia wody na wylocie z zaworu bezpieczeństwa
r	2076,48 kJ/kg	ciepło parowania wody przy ciśnieniu przed zaworem bezpieczeństwa
$x_2 =$	0,127	

## 2) Powierzchnia wypływu pary

$$A_p = (x_2 * m) / (10 * K_1 * K_2 * \alpha * (p_1 + 0,1))$$

$\alpha$	0,53 -	dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu lub głowicy bezpieczeństwa dla par i gazów dla przyjętego zaworu bezpieczeństwa
$K_1$	0,532 -	współczynnik poprawkowy uwzględniający właściwości czynnika roboczego i jego parametry przed zaworem lub głowicą bezpieczeństwa
$K_2$	1,0 -	współczynnik poprawkowy uwzględniający wpływ stosunku ciśnień przed i za zaworem lub głowicą bezpieczeństwa
$p_1$	0,385 MPa	ciśnienie zrzutowe
$A_p$	887,20 mm <sup>2</sup>	

## 3) Powierzchnia wypływu wody

$$A_w = ((1-x_2)*m) / (5,03 * \alpha_c * ((p_1 - p_2) * \rho_1)^{0,5})$$

$\alpha_c$	0,20 -	dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu lub głowicy bezpieczeństwa dla cieczy dla przyjętego zaworu bezpieczeństwa
$p_1$	0,385 MPa	ciśnienie zrzutowe
$p_2$	0 MPa	ciśnienie odpływowe
$\rho_1$	912,4 kg/m <sup>3</sup>	gęstość cieczy przed zaworem lub głowicą bezpieczeństwa przy nadciśnieniu $p_1$ i temperaturze $T_1$

$$A_w = 444,14 \text{ mm}^2$$

## 4) Sumaryczna powierzchnia wypływu

$$A = A_p + A_w = 1331,34 \text{ mm}^2$$

## 5) Najmniejsza średnica kanału dopływowego zaworu lub głowicy bezpieczeństwa

$$d_o = (4 * A/n) / \pi)^{0,5}$$

$n$	2 -	przyjęta ilość zaworów bezpieczeństwa
$d_o$	29,12 mm	

## 3. Dobór typu i wielkości zaworu bezpieczeństwa

Dobrano zawór bezpieczeństwa :

$n$	2 -	ilość
$p$	0,35 MPa	wartość ciśnienia początku otwarcia
$d_n$	40 mm	średnica nominalna
$d$	35 mm	wewnętrzna średnica króćca dolotowego

Przyjęte zawory bezpieczeństwa spełniają wymagania normy i warunki UDT.

### UWAGA:

Doboru zaworów bezpieczeństwa dokonano przyjmując powierzchnię przepływu „A” równą 50 mm<sup>2</sup>. W przypadku zastosowania wymienników równoważnych, dla których powierzchnia przepływu „A” jest mniejsza niż 50 mm<sup>2</sup> wielkość i ilość zaworów bezpieczeństwa należy przyjąć jak w projekcie. W przypadku zastosowania wymienników równoważnych o powierzchni przepływu „A” większej niż 50 mm<sup>2</sup> należy dokonać nowego doboru zaworów bezpieczeństwa i uzgodnić go z UDT.

### 2.7.3. Dobór zaworu bezpieczeństwa przy uzupełnianiu zładu

#### 1) Dobór reduktora ciśnienia

Dobrano regulator bezpośredniego działania (reduktor ciśnienia) 2-6 bar dn20

$$kvs = 4,0 \text{ m}^3/\text{h} = 3912 \text{ kg/h}$$

Przyjęto zawór bezpieczeństwa dn32, o współczynnikach wypływu:

$\alpha$	0,48	współczynnik wypływu dla par i gazów
$\alpha_c$	0,25	współczynnik wypływu dla cieczy

#### 2) Wewnętrzna powierzchnia przekroju kanału dopływowego zaworu bezpieczeństwa

##### a) Udział pary w mieszaninie parowo-wodnej

$$x_2 = (i_1 - i_2) / r$$

$i_1$	681 kJ/kg	entalpia wody przed zaworem bezpieczeństwa, przy ciśnieniu $p_1$
$i_2$	418 kJ/kg	entalpia wody na wylocie z zaworu bezpieczeństwa
$r$	2076,48 kJ/kg	ciepło parowania wody przy ciśnieniu przed zaworem bezpieczeństwa
$x_2$	0,127	

##### b) Powierzchnia wypływu pary

$$A_p = (x_2 * m) / (10 * K_1 * K_2 * \alpha * (p_1 + 0,1))$$

$\alpha$	0,48 -	dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu lub głowicy bezpieczeństwa dla par i gazów dla przyjętego zaworu bezpieczeństwa
$K_1$	0,532 -	współczynnik poprawkowy uwzględniający właściwości czynnika roboczego i jego parametry przed zaworem lub głowicą bezpieczeństwa
$K_2$	1,0 -	współczynnik poprawkowy uwzględniający wpływ stosunku ciśnień przed i za zaworem lub głowicą bezpieczeństwa
$p_1$	0,385 MPa	ciśnienie zrzutowe
$A_p$	399,72 mm <sup>2</sup>	

##### c) Powierzchnia wypływu wody

$$A_w = ((1-x_2)*m) / (5,03 * \alpha_c * ((p_1 - p_2) * \rho_1)^{0,5})$$

$\alpha_c$	0,25 -	dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu lub głowicy bezpieczeństwa dla cieczy dla przyjętego zaworu bezpieczeństwa
$p_1$	0,385 MPa	ciśnienie zrzutowe
$p_2$	0 MPa	ciśnienie odpływowe
$\rho_1$	978 kg/m <sup>3</sup>	gęstość cieczy przed zaworem lub głowicą bezpieczeństwa przy nadciśnieniu $p_1$ i temperaturze $T_1$
$A_w$	140,03 mm <sup>2</sup>	

##### d) Sumaryczna powierzchnia wypływu

$$A = A_p + A_w = 539,76 \text{ mm}^2$$

#### 3) Najmniejsza średnica kanału dopływowego zaworu lub głowicy bezpieczeństwa

$$d_o = (4 * A) / \pi)^{0,5}$$

$$d_o = 26,22 \text{ mm}$$

#### 4) Dobór typu i wielkości zaworu bezpieczeństwa

Dobrano zawór bezpieczeństwa:

$n$	1 -	ilość
$p$	0,35 MPa	wartość ciśnienia początku otwarcia
$dn$	32 mm	średnica nominalna
$d$	27 mm	wewnętrzna średnica króćca dolotowego

Przyjęty zawór bezpieczeństwa spełnia warunki UDT.

## 2.8. DOBÓR ZAWORÓW REGULACYJNYCH

### Zawór regulacyjny c.o.

przepływ wody sieciowej przez zawór		10,75 m <sup>3</sup> /h
kv zaworu regulacyjnego		19,63 m <sup>3</sup> /h
rzeczywisty opór zaworu całkowicie otwartego	H100%	45,13 kPa

### **Dobrano zawór regulacyjny c.o. z siłownikiem elektrycznym o parametrach:**

kvs zaworu	16 m <sup>3</sup> /h
średnica nominalna	40 mm

## 2.9. OBLICZENIA OPORÓW MODUŁU PRZYŁĄCZENIOWEGO

### **Opór węzła przyłączeniowego**

filtr odmulnik	2,50	kPa
opory miejscowe	2,00	kPa
<b>opór węzła przyłączeniowego</b>	<b>4,50</b>	<b>kPa</b>

## 2.10. OBLICZENIA OPORÓW WĘZŁA

opór na wymienniku ciepła	2,00	kPa
opór zaworu regulacyjnego	45,13	kPa
opór na przepływomierzu licznika głównego	10,00	kPa
opory miejscowe	2,00	kPa
<b>Opór gałęzi c.o. dla całkowicie otwartych zaworów</b>	<b>59,13</b>	<b>kPa</b>

### **Minimalne ciśnienie dyspozycyjne dla węzła**

opór węzła przyłączeniowego	4,50	kPa
opór gałęzi c.o.	59,13	kPa
<b>minimalne wymagane ciśnienie dyspozycyjne dla węzła zimą</b>	<b>63,63</b>	<b>kPa</b>

### 3. OBLICZENIA WĘZŁA CIEPLNEGO TRZYFUNKCYJNEGO

#### 3.1. DANE DO OBLICZEŃ

1. Parametry obliczeniowe sieci LATO	zasilanie	$T_{ZL}$	70 °C
	powrót	$T_{PL}$	35 °C
2. Parametry obliczeniowe sieci ZIMA	zasilanie	$T_{ZZ}$	125 °C
	powrót	$T_{PZ}$	70 °C
3. Ciśnienie dyspozycyjne w sieci		$P_{dysp.}$	100 kPa
4. Ciśnienie nominalne wody sieciowej		$P_{MAX}$	1,6 MPa
5. Parametry temp. instalacji wentylacji	zasilanie	$T_{zwent}$	80 °C
	powrót	$T_{pwent}$	60 °C
6. Parametry temp. instalacji c.w.u.	zasilanie	$T_{CW}$	55 °C
	powrót	$T_{ZW}$	10 °C
7. Parametry temp. technologia basenu	zima	$T_{BZ}$	80 °C
	lato	$T_{BL}$	65 °C
8. Zapotrzebowanie ciepła - wentylacja		$Q_{went}$	91 kW
9. Zapotrzebowanie ciepła c.w.		$Q_{cwu}$	180 kW
10. Zapotrzebowanie ciepła - technologia wody basenowej		$Q_{basen}$	86 kW
11. Opory instalacji	wentylacja	$H_{went}$	25,00 kPa
	ciepła woda użytkowa	$H_{cwu}$	30,00 kPa
	technologia	$H_{basen}$	60,00 kPa
12. Ciśnienie dopuszczalne w instalacji	wentylacja	$P_{MAXwent}$	0,35 MPa
	ciepła woda użytkowa	$P_{MAXcwu}$	0,60 MPa
	technologia	$P_{MAXbasen}$	0,35 MPa
13. Ciśnienie statyczne	wentylacja	$P_{stat went}$	0,60 bar
	technologia	$P_{stat basen}$	0,30 bar

### 3.2. OBLICZENIA PRZEPŁYWÓW

#### Przepływy - strona sieciowa

przepływ wody sieciowej - wentylacja	$G_{s\text{ went}}$	0,37 kg/s	1,40 m <sup>3</sup> /h
przepływ wody sieciowej cwu - zima	$G_{s\text{ cwz}}$	0,74 kg/s	2,76 m <sup>3</sup> /h
przepływ wody sieciowej cwu - lato	$G_{s\text{ cwl}}$	1,12 kg/s	4,08 m <sup>3</sup> /h
przepływ wody sieciowej technologia - zima	$G_{s\text{ tech z}}$	0,35 kg/s	1,32 m <sup>3</sup> /h
przepływ wody sieciowej technologia - lato	$G_{s\text{ tech l}}$	0,53 kg/s	1,95 m <sup>3</sup> /h
przepływ wody sieciowej - zima	$G_{mscz}$	1,46 kg/s	5,48 m <sup>3</sup> /h
przepływ wody sieciowej - lato	$G_{mscl}$	1,65 kg/s	6,03 m <sup>3</sup> /h

#### Przepływy - strona instalacyjna

przepływ wody instalacyjnej - wentylacja	$G_{i\text{ went}}$	1,09 kg/s	4,01 m <sup>3</sup> /h
przepływ wody instalacyjnej cw	$G_{icw}$	0,96 kg/s	3,47 m <sup>3</sup> /h
przepływ wody instalacyjnej technologia - zima	$G_{i\text{ tech z}}$	1,03 kg/s	3,79 m <sup>3</sup> /h
przepływ wody instalacyjnej technologia - lato	$G_{i\text{ tech L}}$	0,59 kg/s	2,16 m <sup>3</sup> /h

### 3.3. DOBÓR ŚREDNIC PRZYŁĄCZY

Średnica przyłącza - wentylacja (strona sieciowa)	przyjęto dn rury	32 mm
	prędkość przepływu	0,39 m/s
Średnica przyłącza cwu (strona sieciowa)	przyjęto dn rury	40 mm
	prędkość przepływu	0,86 m/s
Średnica przyłącza - technologia (strona sieciowa)	przyjęto dn rury	32 mm
	prędkość przepływu	0,54 m/s
Średnica przyłącza msc (strona sieciowa)	przyjęto dn rury	50 mm
	prędkość przepływu	0,80 m/s
Średnica przyłącza - wentylacja (strona instalacyjna)	przyjęto dn rury	40 mm
	prędkość przepływu	0,84 m/s
Średnica przyłącza cwu (strona instalacyjna)	przyjęto dn rury	40 mm
	prędkość przepływu	0,72 m/s
Średnica przyłącza - technologia (strona instalacyjna)	przyjęto dn rury	40 mm
	prędkość przepływu	0,86 m/s

### 3.4. DOBÓR LICZNIKA ENERGII CIEPLNEJ

#### Licznik główny

przepływ wody sieciowej - zima		5,48 m <sup>3</sup> /h
przepływ wody sieciowej - lato		6,03 m <sup>3</sup> /h
<b>przepływ nominalny przepływomierza</b>	<b>Qn</b>	<b>6,00 m<sup>3</sup>/h</b>
spadek ciśnienia dla Qn		12,80 kPa
obliczeniowy spadek ciśnienia na przepływomierzu - zima		10,00 kPa
obliczeniowy spadek ciśnienia na przepływomierzu - lato		12,90 kPa

Przyjęty licznik ciepła został dobrany na potrzeby obliczenia oporów węzła.

Zgodnie z warunkami TDD/35/2019 przyłączenia do sieci ciepłowniczej węzła ciepłego

z dnia 28.03.2019r. wydanymi przez PGNiG Termika Energetyka Przemysłowa S.A.

Układ pomiarowo - rozliczeniowy zużycia ciepła dostarcza i montuje PGNiG Termika Energetyka Przemysłowa S.A.

UWAGA: Przed wykonaniem kompaktowego węzła ciepłego należy skontaktować się z PGNiG Termika Energetyka Przemysłowa S.A. w sprawie ustalenia długości montażowej i średnicy króćców licznika ciepła oraz wodomierza uzupełnienia.

### 3.5. WENTYLACJA MECHANICZNA

#### 3.5.1. DOBÓR WYMIENNIKA CIEPŁA - WENTYLACJA MECHANICZNA

Obliczeniowa moc wymiennika ciepła 91 kW

Do doboru wymiennika	$T_{ZZ}/T_{PZ}$	125/70 °C
	$t_{zwent}/t_{pwent}$	80/60 °C
Przepływ - strona sieciowa		1,40 m <sup>3</sup> /h
Przepływ - strona instalacyjna		4,01 m <sup>3</sup> /h

Dla powyższych parametrów dobrano płytowy wymiennik ciepła o powierzchni grzewczej 0,78m<sup>2</sup>.

#### Zestawienie oporów wymiennika

	Opory wymiennika	Przepływ
Strona sieciowa	H <sub>rwent</sub> 3,00 kPa	1,40 m <sup>3</sup> /h
Strona instalacyjna	H <sub>pwent</sub> 20,00 kPa	4,01 m <sup>3</sup> /h

#### 3.5.2. DOBÓR POMPY OBIEGOWEJ - WENTYLACJA MECHANICZNA

Przepływ wody instalacyjnej	Giwent	4,01 m <sup>3</sup> /h
opór wymiennika ciepła - strona instalacyjna	H <sub>pwent</sub>	20,00 kPa
opory miejscowe	H <sub>f</sub>	5,00 kPa
opory instalacji wentylacji	H <sub>wi</sub>	25,00 kPa
wysokość podnoszenia		50,00 kPa
wydatek pompy $V_p = 1,15 \cdot G_{ico}$	V <sub>p</sub>	4,6 m <sup>3</sup> /h
wysokość podnoszenia	H <sub>p</sub>	5,0 mH <sub>2</sub> O

Dobrano pompę obiegową c.o. o wydajności 4,6m<sup>3</sup>/h i wysokości podnoszenia 5,0m.

### 3.5.3. PRZEPONOWE NACZYNIE WZBIORCZE WG PN-B-02414:1999

#### Parametry instalacji grzewczej

zapotrzebowanie ciepła	Q <sub>co</sub>	91,0 kW
pojemność instalacji	V	1,23 m <sup>3</sup>
obliczeniowa temperatura wody instalacyjnej na zasilaniu	t <sub>z</sub>	80 °C
obliczeniowa temperatura wody instalacyjnej na powrocie	t <sub>p</sub>	60 °C
ciśnienie statyczne instalacji	p <sub>stat.</sub>	0,60 bar
ilość naczyń	n	1 szt.

#### 1. Ciśnienie wstępne w naczyniu wzbiorczym przeponowym min. 1,0 bar

$$p = p_{\text{stat}} + p_{\text{nad}} = 0,8 \text{ bar}$$

p<sub>nad</sub> - nadwyżka ciśnienia w naczyniu wzbiorczym, zalecane min 0,2 bara

Przyjęto p 1,00 bar

#### 2. Maksymalne obliczeniowe ciśnienie w naczyniu

p<sub>max</sub> 3,5 bar

#### 3. Pojemność użytkowa naczynia

gęstość wody instalacyjnej w temperaturze początkowej t <sub>1</sub>	ρ <sub>1</sub>	999,7 kg / m <sup>3</sup>
temperatura początkowa	t <sub>1</sub>	10 °C
przyrost objętości właściwej wody instalacyjnej	Δv	0,0287 dm <sup>3</sup> /kg

Minimalna pojemność użytkowa naczynia wzbiorczego przeponowego wyznaczona wg wzoru:

$$V_u = V \cdot \rho_1 \cdot \Delta v / n \quad V_u \quad 35,2 \text{ dm}^3$$

#### 4. Pojemność całkowita naczynia

Minimalna pojemność całkowita naczynia wzbiorczego wyznaczona wg wzoru:

$$V_n = V_u \cdot ((p_{\text{max}} + 1) / (p_{\text{max}} - p)) \quad V_n \quad 63,4 \text{ dm}^3$$

Dla powyższych parametrów dobrano naczynie wzbiorcze o poj. 80 litrów 1 szt.

#### 5. Rura wzbiorcza

Minimalna średnica wewnętrzna rury wzbiorczej (nie mniej niż 20 mm):

$$d = 0,7 \cdot (V_u)^{0,5} \quad \begin{array}{ll} d & 4,2 \text{ mm} \\ d_{\text{min}} & 25 \text{ mm} \end{array}$$

Dobrano naczynie wzbiorcze o pojemności 80 litrów, średnicy wewnętrznej rury wzbiorczej d<sub>min</sub>=25,0 mm.

### 3.5.4. ZABEZPIECZENIE INSTALACJI GRZEWOCZEJ - WENTYLACJA

#### 3.5.4.1. ZABEZPIECZENIE INSTALACJI WG PN-B-02414:1999

##### Dobrano zawór bezpieczeństwa

Średnica nominalna	dn	32	mm
Ilość zaworów		2	szt.
Min. średnica wewnętrzna	d <sub>o</sub>	27	mm
Ciśnienie początku otwarcia	p <sub>o</sub>	3,5	bar
Współ. wypływu dla cieczy	α <sub>c rzecz.</sub>	0,25	

##### Masowa przepustowość zaworu

$$M=447,3 \cdot b \cdot A \cdot [(p_2-p_1) \cdot g]^{0,5}$$

p <sub>2</sub>	16,0 bar	- ciśnienie dopuszczalne wody sieciowej
p <sub>1</sub>	3,5 bar	- ciśnienie nastawy zaworu bezpieczeństwa
g	939 kg/m <sup>3</sup>	- gęstość wody sieciowej przy jej obliczeniowej temp.
b	2	- współ. zależny od różnicy ciśnień (jeżeli p <sub>2</sub> -p <sub>1</sub> >5 to b=2, jeżeli p <sub>2</sub> -p <sub>1</sub> ≤5 to b=1)
A	0,00005 m <sup>2</sup>	- powierzchnia przekroju płyty wymiennika
M	4,85 kg/s	- masowa przepustowość zaworu

Dobrano	2 szt.	zawory bezpieczeństwa
<b>G</b>	<b>2,42 kg/s</b>	- masowa przepustowość pojedynczego zaworu przy zastosowaniu 1 zaworu bezpieczeństwa

##### Średnica wlotu zaworu

$$d_o = 54 \cdot [G / (\alpha_c \cdot (p_1 \cdot g)^{0,5})]^{0,5}$$

G	2,42 kg/s	- masowa przepustowość zaworu
α <sub>c</sub>	0,225	- dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu α <sub>c</sub> = 0,9* α <sub>c rzecz.</sub>
g	939 kg/m <sup>3</sup>	- gęstość wody sieciowej przy jej obliczeniowej temp.
p <sub>1</sub>	3,5 bar	- ciśnienie dopuszczalne instalacji c.o.
<b>d<sub>o</sub></b>	<b>23,40 mm</b>	- średnica wlotu zaworu

Warunek d<sub>o</sub> > d<sub>omin</sub> jest spełniony.

Dobre zawory bezpieczeństwa spełniają wymagania normy PN-B-02414.

### 3.5.4.2. ZABEZPIECZENIE INSTALACJI WG UDT

Dobór zaworu bezp. przeprowadzono zgodnie z normami i przepisami Urzędu Dozoru Technicznego:

- WUDT-UC-KW/04
- WUDT-UC-WO-A/01
- WUDT-UC-ZS/E

#### 1. Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa

##### 1) ze względu na moc wymiennika

$$m_1 = (3600 \cdot N) / r$$

N	91 kW	największa trwała moc wymiennika
r	2112,00 kJ/kg	ciepło parowania wody przy ciśnieniu przed zaworem bezpieczeństwa (ciśnieniu zrzutowym)

$$m_1 = 155,11 \text{ kg/h}$$

##### 2) ze względu na możliwość pęknięcia wspólnej ścianki wymiennika

$$m_2 = 5,03 \cdot \alpha_c \cdot A \cdot ((p_1 - p_2) \cdot \gamma_1)^{0,5}$$

$\alpha_c$	1	współczynnik wypływu dla cieczy, przyjmujemy wartość max równą 1,0
A	50 mm <sup>2</sup>	powierzchnia przekroju płyty wymiennika
$p_1$	1,6 MPa	ciśnienie dopuszczalne przestrzeni grzejnej
$p_2'$	0,35 MPa	ciśnienie dopuszczalne przestrzeni grzanej
$p_2$	0,385 MPa	ciśnienie zrzutowe (ciśnienie otwarcia + 10%)
$\gamma_1$	859,6 kg/m <sup>3</sup>	gęstość cieczy przed zaworem przy nadciśnieniu $p_1$ i temperaturze $t_1$

$$m_2 = 8127,82 \text{ kg/h}$$

##### 3) Sumaryczna przepustowość zaworu bezpieczeństwa

$$m = m_1 + m_2$$

$$m = 8282,94 \text{ kg/h}$$

#### 2. Średnica kanału przepływowego zaworu bezpieczeństwa

Przyjęto zawór bezpieczeństwa dn32, o współczynnikach wypływu:

$\alpha$	0,48	współczynnik wypływu dla par i gazów
$\alpha_c$	0,25	współczynnik wypływu dla cieczy

##### 1) Udział pary w mieszaninie parowo-wodnej

$$x_2 = (i_1 - i_2) / r$$

$i_1$	681 kJ/kg	entalpia wody przed zaworem bezpieczeństwa, przy ciśnieniu $p_1$
$i_2$	418 kJ/kg	entalpia wody na wylocie z zaworu bezpieczeństwa
r	2112,00 kJ/kg	ciepło parowania wody przy ciśnieniu przed zaworem bezpieczeństwa
$x_2$	0,124	

## 2) Powierzchnia wypływu pary

$$A_p = (x_2 \cdot m) / (10 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot \alpha \cdot (p_1 + 0,1))$$

$\alpha$	0,48 -	dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu lub głowicy bezpieczeństwa dla par i gazów dla przyjętego zaworu bezpieczeństwa
$K_1$	0,532 -	współczynnik poprawkowy uwzględniający właściwości czynnika roboczego i jego parametry przed zaworem lub głowicą bezpieczeństwa
$K_2$	1,0 -	współczynnik poprawkowy uwzględniający wpływ stosunku ciśnień przed i za zaworem lub głowicą bezpieczeństwa
$p_1$	0,385 MPa	ciśnienie zrzutowe
$A_p$	832,11 mm <sup>2</sup>	

## 3) Powierzchnia wypływu wody

$$A_w = ((1-x_2) \cdot m) / (5,03 \cdot \alpha_c \cdot ((p_1 - p_2) \cdot \rho_1)^{0,5})$$

$\alpha_c$	0,25 -	dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu lub głowicy bezpieczeństwa dla cieczy dla przyjętego zaworu bezpieczeństwa
$p_1$	0,385 MPa	ciśnienie zrzutowe
$p_2$	0 MPa	ciśnienie odpływowe
$\rho_1$	917,05 kg/m <sup>3</sup>	gęstość cieczy przed zaworem lub głowicą bezpieczeństwa przy nadciśnieniu $p_1$ i temperaturze $T_1$
$A_w$	306,93 mm <sup>2</sup>	

## 4) Sumaryczna powierzchnia wypływu

$$A = A_p + A_w = 1139,04 \text{ mm}^2$$

## 5) Najmniejsza średnica kanału dopływowego zaworu lub głowicy bezpieczeństwa

$$d_o = (4 \cdot A/n) / \pi)^{0,5}$$

$n$	2 -	przyjęta ilość zaworów bezpieczeństwa
$d_o$	26,94 mm	

## 3. Dobór typu i wielkości zaworu bezpieczeństwa

Dobrano zawór bezpieczeństwa:

$n$	2 -	ilość
$p$	0,35 MPa	wartość ciśnienia początku otwarcia
$d_n$	32 mm	średnica nominalna
$d$	27 mm	wewnętrzna średnica króćca dolotowego

Przyjęte zawory bezpieczeństwa spełniają wymagania normy i warunki UDT.

### UWAGA:

Doboru zaworów bezpieczeństwa dokonano przyjmując powierzchnię przepływu „A” równą 50 mm<sup>2</sup>. W przypadku zastosowania wymienników równoważnych, dla których powierzchnia przepływu „A” jest mniejsza niż 50 mm<sup>2</sup> wielkość i ilość zaworów bezpieczeństwa należy przyjąć jak w projekcie. W przypadku zastosowania wymienników równoważnych o powierzchni przepływu „A” większej niż 50 mm<sup>2</sup> należy dokonać nowego doboru zaworów bezpieczeństwa i uzgodnić go z UDT.

### 3.6. TECHNOLOGIA WODY BASENOWEJ

#### 3.6.1. DOBÓR WYMIENNIKA CIEPŁA

Obliczeniowa moc wymiennika ciepła		86,0	kW
Do doboru wymiennika	$T_{ZZ}/T_{PZ}$	125/70	°C
	$T_{ZL}/T_{PL}$	66/35	°C
	$t_{bZ}$	80	°C
	$t_{bL}$	65	°C
Przepływ - strona sieciowa - zima		1,32	m <sup>3</sup> /h
Przepływ - strona sieciowa - lato		1,95	m <sup>3</sup> /h
Przepływ - strona instalacyjna - zima		3,79	m <sup>3</sup> /h
Przepływ - strona instalacyjna - lato		2,16	m <sup>3</sup> /h

Dla powyższych parametrów dobrano płytowy wymiennik ciepła o powierzchni grzewczej 3,25m<sup>2</sup>.

#### Zestawienie oporów wymiennika

	Opory wymiennika	Przepływ
Strona sieciowa - zima	$H_{rBZ}$ 1,86 kPa	1,17 m <sup>3</sup> /h
Strona instalacyjna - zima	$H_{pBZ}$ 16,55 kPa	3,78 m <sup>3</sup> /h
Strona sieciowa - lato	$H_{rBL}$ 6,12 kPa	2,11 m <sup>3</sup> /h
Strona instalacyjna - lato	$H_{pBL}$ 6,02 kPa	2,14 m <sup>3</sup> /h

#### 3.6.2. DOBÓR POMPY OBIEGOWEJ

Przepływ wody instalacyjnej	Gibasen	3,78 m <sup>3</sup> /h	
		zima	lato
opór wymiennika ciepła - strona instalacyjna	$H_p$	16,55 kPa	6,02 kPa
przyjęty opór na filtrze	$H_f$	2,00 kPa	2,00 kPa
opory miejscowe	$H_{wi}$	4,00 kPa	4,00 kPa
opory instalacji technologii	$H_{inst}$	60,00 kPa	60,00 kPa
wysokość podnoszenia		82,55 kPa	72,02 kPa
wydatek pompy $V_p = 1,15 \cdot G_{ico}$	$V_p$	4,3 m <sup>3</sup> /h	
wysokość podnoszenia	$H_p$	8,3 mH <sub>2</sub> O	

Dobrano pompę obiegową c.o. o wydajności 4,4m<sup>3</sup>/h i wysokości podnoszenia 8,3m.

### 3.6.3. PRZEPONOWE NACZYNIE WZBIORCZE WG PN-B-02414:1999

#### Parametry instalacji grzewczej

zapotrzebowanie ciepła	$Q_{co}$	86,0 kW
pojemność instalacji	$V$	1,16 m <sup>3</sup>
obliczeniowa temperatura wody instalacyjnej - zima	$t_{z1}$	80 °C
ciśnienie statyczne instalacji	$p_{stat.}$	0,30 bar
ilość naczyń	$n$	1 szt.

#### 1. Ciśnienie wstępne w naczyniu wzbiorczym przeponowym min. 1,0 bar

$$p = p_{stat} + p_{nad} = 0,5 \text{ bar}$$

$p_{nad}$  - nadwyżka ciśnienia w naczyniu wzbiorczym, zalecane min 0,2 bara

Przyjęto	$p$	1,00 bar
----------	-----	----------

#### 2. Maksymalne obliczeniowe ciśnienie w naczyniu

$p_{max}$	3,5 bar
-----------	---------

#### 3. Pojemność użytkowa naczynia

gęstość wody instalacyjnej w temperaturze początkowej $t_1$	$\rho_1$	999,7 kg / m <sup>3</sup>
temperatura początkowa	$t_1$	10 °C
przyrost objętości właściwej wody instalacyjnej dla $t_{z1}$	$\Delta v$	0,0287 dm <sup>3</sup> /kg

Minimalna pojemność użytkowa naczynia wzbiorczego przeponowego wyznaczona wg wzoru:

$$V_u = V \cdot \rho_1 \cdot \Delta v / n \quad V_u \quad 33,3 \text{ dm}^3$$

#### 4. Pojemność całkowita naczynia

Minimalna pojemność całkowita naczynia wzbiorczego wyznaczona wg wzoru:

$$V_n = V_u \cdot ((p_{max} + 1) / (p_{max} - p)) \quad V_n \quad 60,0 \text{ dm}^3$$

Dla powyższych parametrów dobrano naczynie wzbiorcze o poj. 80 litrów 1 szt.

#### 5. Rura wzbiorcza

Minimalna średnica wewnętrzna rury wzbiorczej (nie mniej niż 20 mm):

$$d = 0,7 \cdot (V_u)^{0,5} \quad \begin{array}{ll} d & 4,0 \text{ mm} \\ d_{min} & 25 \text{ mm} \end{array}$$

Dobrano naczynie wzbiorcze o pojemności 80 litrów, średnicy wewnętrznej rury wzbiorczej  $d_{min}=25,0 \text{ mm}$ .

### 3.6.4. ZABEZPIECZENIE INSTALACJI GRZEWOCZEJ - TECHNOLOGIA

#### 3.6.4.1. ZABEZPIECZENIE INSTALACJI WG PN-B-02414:1999

##### Dobrano zawór bezpieczeństwa

Średnica nominalna	dn	32	mm
Ilość zaworów		2	szt.
Min. średnica wewnętrzna	d <sub>o</sub>	27	mm
Ciśnienie początku otwarcia	p <sub>o</sub>	3,5	bar
Współ. wypływu dla cieczy	α <sub>c rzecz.</sub>	0,25	

##### Masowa przepustowość zaworu

$$M=447,3 \cdot b \cdot A \cdot [(p_2-p_1) \cdot g]^{0,5}$$

p <sub>2</sub>	16,0 bar	- ciśnienie dopuszczalne wody sieciowej
p <sub>1</sub>	3,5 bar	- ciśnienie nastawy zaworu bezpieczeństwa
g	939 kg/m <sup>3</sup>	- gęstość wody sieciowej przy jej obliczeniowej temp.
b	2	- współ. zależny od różnicy ciśnień (jeżeli p <sub>2</sub> -p <sub>1</sub> >5 to b=2, jeżeli p <sub>2</sub> -p <sub>1</sub> ≤5 to b=1)
A	0,00005 m <sup>2</sup>	- powierzchnia przekroju płyty wymiennika
M	4,85 kg/s	- masowa przepustowość zaworu

Dobrano	2 szt.	zawory bezpieczeństwa
<b>G</b>	<b>2,42 kg/s</b>	- masowa przepustowość pojedynczego zaworu przy zastosowaniu 1 zaworu bezpieczeństwa

##### Średnica wlotu zaworu

$$d_o = 54 \cdot [G / (\alpha_c \cdot (p_1 \cdot g)^{0,5})]^{0,5}$$

G	2,42 kg/s	- masowa przepustowość zaworu
α <sub>c</sub>	0,225	- dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu α <sub>c</sub> = 0,9* α <sub>c rzecz.</sub>
g	939 kg/m <sup>3</sup>	- gęstość wody sieciowej przy jej obliczeniowej temp.
p <sub>1</sub>	3,5 bar	- ciśnienie dopuszczalne instalacji c.o.
<b>d<sub>o</sub></b>	<b>23,40 mm</b>	- średnica wlotu zaworu

Warunek d<sub>o</sub> > d<sub>omin</sub> jest spełniony.

Dobre zawory bezpieczeństwa spełniają wymagania normy PN-B-02414.

### 3.6.4.2. ZABEZPIECZENIE INSTALACJI WG UDT

Dobór zaworu bezp. przeprowadzono zgodnie z normami i przepisami Urzędu Dozoru Technicznego:

- WUDT-UC-KW/04
- WUDT-UC-WO-A/01
- WUDT-UC-ZS/E

#### 1. Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa

##### 1) ze względu na moc wymiennika

$$m_1 = (3600 \cdot N) / r$$

N	86 kW	największa trwała moc wymiennika
r	2112,00 kJ/kg	ciepło parowania wody przy ciśnieniu przed zaworem bezpieczeństwa (ciśnieniu zrzutowym)

$$m_1 = 146,59 \text{ kg/h}$$

##### 2) ze względu na możliwość pęknięcia wspólnej ścianki wymiennika

$$m_2 = 5,03 \cdot \alpha_c \cdot A \cdot ((p_1 - p_2) \cdot \gamma_1)^{0,5}$$

$\alpha_c$	1	współczynnik wypływu dla cieczy, przyjmujemy wartość max równą 1,0
A	50 mm <sup>2</sup>	powierzchnia przekroju płyty wymiennika
$p_1$	1,6 MPa	ciśnienie dopuszczalne przestrzeni grzejnej
$p_2'$	0,35 MPa	ciśnienie dopuszczalne przestrzeni grzanej
$p_2$	0,385 MPa	ciśnienie zrzutowe (ciśnienie otwarcia + 10%)
$\gamma_1$	859,6 kg/m <sup>3</sup>	gęstość cieczy przed zaworem przy nadciśnieniu $p_1$ i temperaturze $t_1$

$$m_2 = 8127,82 \text{ kg/h}$$

##### 3) Sumaryczna przepustowość zaworu bezpieczeństwa

$$m = m_1 + m_2$$

$$m = 8274,42 \text{ kg/h}$$

#### 2. Średnica kanału przepływowego zaworu bezpieczeństwa

Przyjęto zawór bezpieczeństwa dn32, o współczynnikach wypływu:

$\alpha$	0,48	współczynnik wypływu dla par i gazów
$\alpha_c$	0,25	współczynnik wypływu dla cieczy

##### 1) Udział pary w mieszaninie parowo-wodnej

$$x_2 = (i_1 - i_2) / r$$

$i_1$	681 kJ/kg	entalpia wody przed zaworem bezpieczeństwa, przy ciśnieniu $p_1$
$i_2$	418 kJ/kg	entalpia wody na wylocie z zaworu bezpieczeństwa
r	2112,00 kJ/kg	ciepło parowania wody przy ciśnieniu przed zaworem bezpieczeństwa
$x_2$	0,124	

## 2) Powierzchnia wypływu pary

$$A_p = (x_2 * m) / (10 * K_1 * K_2 * \alpha * (p_1 + 0,1))$$

$\alpha$	0,48 -	dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu lub głowicy bezpieczeństwa dla par i gazów dla przyjętego zaworu bezpieczeństwa
$K_1$	0,532 -	współczynnik poprawkowy uwzględniający właściwości czynnika roboczego i jego parametry przed zaworem lub głowicą bezpieczeństwa
$K_2$	1,0 -	współczynnik poprawkowy uwzględniający wpływ stosunku ciśnień przed i za zaworem lub głowicą bezpieczeństwa
$p_1$	0,385 MPa	ciśnienie zrzutowe
$A_p$	832,11 mm <sup>2</sup>	

## 3) Powierzchnia wypływu wody

$$A_w = ((1-x_2)*m) / (5,03 * \alpha_c * ((p_1 - p_2) * \rho_1)^{0,5})$$

$\alpha_c$	0,25 -	dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu lub głowicy bezpieczeństwa dla cieczy dla przyjętego zaworu bezpieczeństwa
$p_1$	0,385 MPa	ciśnienie zrzutowe
$p_2$	0 MPa	ciśnienie odpływowe
$\rho_1$	917,05 kg/m <sup>3</sup>	gęstość cieczy przed zaworem lub głowicą bezpieczeństwa przy nadciśnieniu $p_1$ i temperaturze $T_1$
$A_w$	306,93 mm <sup>2</sup>	

## 4) Sumaryczna powierzchnia wypływu

$$A = A_p + A_w = 1139,04 \text{ mm}^2$$

## 5) Najmniejsza średnica kanału dopływowego zaworu lub głowicy bezpieczeństwa

$$d_o = (4 * A/n) / \pi)^{0,5}$$

$n$	2 -	przyjęta ilość zaworów bezpieczeństwa
$d_o$	26,94 mm	

## 3. Dobór typu i wielkości zaworu bezpieczeństwa

Dobrano zawór bezpieczeństwa:

$n$	2 -	ilość
$p$	0,35 MPa	wartość ciśnienia początku otwarcia
$d_n$	32 mm	średnica nominalna
$d$	27 mm	wewnętrzna średnica króćca dolotowego

Przyjęte zawory bezpieczeństwa spełniają wymagania normy i warunki UDT.

### UWAGA:

Doboru zaworów bezpieczeństwa dokonano przyjmując powierzchnię przepływu „A” równą 50 mm<sup>2</sup>. W przypadku zastosowania wymienników równoważnych, dla których powierzchnia przepływu „A” jest mniejsza niż 50 mm<sup>2</sup> wielkość i ilość zaworów bezpieczeństwa należy przyjąć jak w projekcie. W przypadku zastosowania wymienników równoważnych o powierzchni przepływu „A” większej niż 50 mm<sup>2</sup> należy dokonać nowego doboru zaworów bezpieczeństwa i uzgodnić go z UDT.

### 3.7. Dobór zaworu bezpieczeństwa przy uzupełnianiu zładu

#### 1) Dobór reduktora ciśnienia

Dobrano regulator bezpośredniego działania (reduktor ciśnienia) 2-6 bar dn15

$$kvs = 3,2 \text{ m}^3/\text{h} = 3110,4 \text{ kg/h}$$

Przyjęto zawór bezpieczeństwa dn32, o współczynnikach wypływu:

$\alpha$	0,48	współczynnik wypływu dla par i gazów
$\alpha_c$	0,25	współczynnik wypływu dla cieczy

#### 2) Wewnętrzna powierzchnia przekroju kanału dopływowego zaworu bezpieczeństwa

##### a) Udział pary w mieszaninie parowo-wodnej

$$x_2 = (i_1 - i_2) / r$$

$i_1$	681 kJ/kg	entalpia wody przed zaworem bezpieczeństwa, przy ciśnieniu $p_1$
$i_2$	418 kJ/kg	entalpia wody na wylocie z zaworu bezpieczeństwa
$r$	2112,00 kJ/kg	ciepło parowania wody przy ciśnieniu przed zaworem bezpieczeństwa
$x_2$	0,124	

##### b) Powierzchnia wypływu pary

$$A_p = (x_2 \cdot m) / (10 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot \alpha \cdot (p_1 + 0,1))$$

$\alpha$	0,48 -	dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu lub głowicy bezpieczeństwa dla par i gazów dla przyjętego zaworu bezpieczeństwa
$K_1$	0,532 -	współczynnik poprawkowy uwzględniający właściwości czynnika roboczego i jego parametry przed zaworem lub głowicą bezpieczeństwa
$K_2$	1,0 -	współczynnik poprawkowy uwzględniający wpływ stosunku ciśnień przed i za zaworem lub głowicą bezpieczeństwa
$p_1$	0,385 MPa	ciśnienie zrzutowe
$A_p$	312,47 mm <sup>2</sup>	

##### c) Powierzchnia wypływu wody

$$A_w = ((1-x_2) \cdot m) / (5,03 \cdot \alpha_c \cdot ((p_1 - p_2) \cdot \rho_1)^{0,5})$$

$\alpha_c$	0,25 -	dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu lub głowicy bezpieczeństwa dla cieczy dla przyjętego zaworu bezpieczeństwa
$p_1$	0,385 MPa	ciśnienie zrzutowe
$p_2$	0 MPa	ciśnienie odpływowe
$\rho_1$	972 kg/m <sup>3</sup>	gęstość cieczy przed zaworem lub głowicą bezpieczeństwa przy nadciśnieniu $p_1$ i temperaturze $T_1$

$$A_w = 111,95 \text{ mm}^2$$

##### d) Sumaryczna powierzchnia wypływu

$$A = A_p + A_w = 424,43 \text{ mm}^2$$

#### 3) Najmniejsza średnica kanału dopływowego zaworu lub głowicy bezpieczeństwa

$$d_o = (4 \cdot A) / \pi)^{0,5}$$

$$d_o = 23,25 \text{ mm}$$

#### 4) Dobór typu i wielkości zaworu bezpieczeństwa

Dobrano zawór bezpieczeństwa:

$n$	1 -	ilość
$p$	0,35 MPa	wartość ciśnienia początku otwarcia
$dn$	32 mm	średnica nominalna
$d$	27 mm	wewnętrzna średnica króćca dolotowego

Przyjęty zawór bezpieczeństwa spełnia warunki UDT.

### 3.8. CIEPŁA WODA UŻYTKOWA

#### 3.8.1. DOBÓR WYMIENNIKA CWU

Obliczeniowa moc wymiennika c.w.	$Q_{cwmax}$	180	kW
	$T_{ZZ}/T_{PZ}$	125/70	°C
	$T_{ZL}/T_{PL}$	66/35	°C
	$t_{zco}/t_{pco}$	55/10	°C
Przepływ - strona sieciowa - zima		2,76	m <sup>3</sup> /h
Przepływ - strona sieciowa - lato		4,08	m <sup>3</sup> /h
Przepływ - strona instalacyjna		3,47	m <sup>3</sup> /h

Dla powyższych parametrów dobrano płytowy wymiennik ciepła o powierzchni grzewczej 3,25m<sup>2</sup>.

#### Zestawienie oporów wymiennika

	Opory wymiennika	Przepływ
Strona sieciowa (lato)	$H_{rcw}$ 14,00 kPa	4,08 m <sup>3</sup> /h
Strona sieciowa (zima)	7,00 kPa	2,76 m <sup>3</sup> /h
Strona instalacyjna	$H_{pcw}$ 10,00 kPa	3,47 m <sup>3</sup> /h

#### 3.8.2. DOBÓR POMPY ŁADUJĄCEJ CWU

Przepływ wody instalacyjnej cwu		3,47	m <sup>3</sup> /h
opór instalacji cw	$H_{cw}$	30,00	kPa
opór wymiennika cw - strona instalacyjna	$H_{pcw}$	10,00	kPa
przyjęty opór na filtrze	$H_f$	2,00	kPa
opory miejscowe	$H_{wi}$	4,00	kPa
wysokość podnoszenia		<u>46,00</u>	kPa
wydatek pompy	$V_p$	4,0	m <sup>3</sup> /h
wysokość podnoszenia	$H_p$	4,6	mH <sub>2</sub> O

Dobrano pompę obiegową c.o. o wydajności 4,0m<sup>3</sup>/h i wysokości podnoszenia 4,6m.

### 3.8.3. ZABEZPIECZENIE INSTALACJI CWU

#### 3.8.3.1. ZABEZPIECZENIE INSTALACJI CWU WG PN-76/B-02440

##### Dobrano zawór bezpieczeństwa

Średnica nominalna	dn	32	mm
Ilość zaworów		2	szt.
Min. średnica wewnętrzna	d <sub>o</sub>	27	mm
Ciśnienie początku otwarcia	p <sub>o</sub>	6	bar
wsp. wypływu dla gazu	α	0,48	
α <sub>c</sub> dla dobrego zaworu	α <sub>c</sub> =0,35*α	0,168	
wsp. wypływu wody grzejnej	α <sub>c1</sub>	1	

##### Masowa przepustowość zaworu

$$G=1,59 * \alpha_{c1} * b * F * [(p_3-p_1) * y_1]^{0,5}$$

p <sub>3</sub>	16,0 bar	- ciśnienie czynnika grzejnego na zasilaniu
p <sub>1</sub>	6,0 bar	- ciśnienie dopuszczalne instalacji c.w.
y <sub>1</sub>	986 kg/m <sup>3</sup>	- ciężar objętościowy wody grzejnej przy najwyższej występującej na zasilaniu temp. tej wody
α <sub>c1</sub>	1	- współ. wypływu wody grzejnej dla pękniętej rury grzejnej
b	2	- współ. zależny od różnicy ciśnienia czynnika grzejnego i ciśnienia dopuszczalnego dla podgrzewacza
F	50 mm <sup>2</sup>	- powierzchnia przekroju poprzecznego płyty wymiennika
<b>G</b>	<b>15788,3 kg/s</b>	- masowa przepustowość zaworu bezpieczeństwa

##### Średnica wlotu zaworu

$$d_{o\min} = [4G_1 / 3,14 * 1,59 * \alpha_c * ((1,1p_1-p_2)*y_1)^{0,5}]^{0,5}$$

G <sub>1</sub>	7894,15 kg/s	- masowa przepustowość jednego zaworu
α <sub>c</sub>	0,168	- dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu
y <sub>1</sub>	986 kg/m <sup>3</sup>	- gęstość wody sieciowej przy jej obliczeniowej temp.
p <sub>1</sub>	6 MPa	- ciśnienie dopuszczalne instalacji c.w.
p <sub>2</sub>	0 MPa	- ciśnienie na wylocie z zaworu
<b>d<sub>o min</sub></b>	<b>21,60 mm</b>	- średnica wlotu zaworu

Warunek d<sub>o</sub> > d<sub>o min</sub> jest spełniony.

Dobre zawory bezpieczeństwa spełniają wymagania normy PN-76/B-02440.

### 3.8.3.2. ZABEZPIECZENIE INSTALACJI CWU WG UDT

Dobór zaworu bezp. przeprowadzono zgodnie z normami i przepisami Urzędu Dozoru Technicznego:

- WUDT-UC-KW/04
- WUDT-UC-WO-A/01
- WUDT-UC-ZS/E

#### 1. Podstawowe dane obliczeniowe:

Największa trwała moc wymiennika	N =	180 kW
Ciśnienie dopuszczalne przestrzeni grzejnej (sieciowej)	$p_1 =$	1,60 MPa
Ciśnienie dopuszczalne przestrzeni grzanej	$p'_2 =$	0,60 MPa
Ciśnienie zrzutowe ( $b_1=10\%$ )	$p_2 =$	0,66 MPa
Temperatura czynnika grzejącego na zasilaniu	$T_1 =$	125 °C
Temperatura czynnika grzejącego na powrocie	$T_2 =$	70 °C

#### 2. Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa

##### 1) ze względu na moc wymiennika

$$m_1 = (3600 \cdot N) / r$$

N	180 kW	największa trwała moc wymiennika
r	2055,30 kJ/kg	ciepło parowania wody przy ciśnieniu przed zaworem bezpieczeństwa
$m_1 =$	315,28 kg/h	

##### 2) ze względu na możliwość pęknięcia wspólnej ścianki wymiennika

$$m_2 = 5,03 \cdot \alpha_c \cdot A \cdot ((p_1 - p_2) \cdot \gamma_1)^{0,5}$$

$\alpha_c$	1	współczynnik wypływu dla cieczy, przyjmujemy wartość max równą 1,0
A	50 mm <sup>2</sup>	- powierzchnia przekroju poprzecznego płyty wymiennika
$p_1$	1,6 MPa	ciśnienie dopuszczalne przestrzeni grzejnej
$p'_2$	0,60 MPa	ciśnienie dopuszczalne przestrzeni grzanej
$p_2$	0,66 MPa	ciśnienie zrzutowe (ciśnienie otwarcia + 10%)
$\gamma_1$	859,6 kg/m <sup>3</sup>	gęstość cieczy przed zaworem przy nadciśnieniu $p_1$ i temperaturze $t_1$
$m_2 =$	7149,08 kg/h	

##### 3) Sumaryczna przepustowość zaworu bezpieczeństwa

$$m = m_1 + m_2$$

$$m = 7464,36 \text{ kg/h}$$

#### 3. Średnica kanału przepływowego zaworu bezpieczeństwa

Przyjęto zawór bezpieczeństwa dn32, o współczynnikach wypływu:

$\alpha$	0,48	współczynnik wypływu dla par i gazów
$\alpha_c$	0,25	współczynnik wypływu dla cieczy

##### 1) Udział pary w mieszance parowo-wodnej

$$x_2 = (i_1 - i_2) / r$$

$i_1$	708 kJ/kg	entalpia wody przed zaworem bezpieczeństwa, przy ciśnieniu $p_1$
$i_2$	418 kJ/kg	entalpia wody na wylocie z zaworu bezpieczeństwa
r	2055,30 kJ/kg	ciepło parowania wody przy ciśnieniu przed zaworem bezpieczeństwa
$x_2 =$	0,141	

## 2) Powierzchnia wypływu pary

$$A_p = (x_2 \cdot m) / (10 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot \alpha \cdot (p_1 + 0,1))$$

$\alpha$	0,48 -	dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu lub głowicy bezpieczeństwa dla par i gazów dla przyjętego zaworu bezpieczeństwa
$K_1$	0,522 -	współczynnik poprawkowy uwzględniający właściwości czynnika roboczego i jego parametry przed zaworem lub głowicą bezpieczeństwa
$K_2$	1,0 -	współczynnik poprawkowy uwzględniający wpływ stosunku ciśnień przed i za zaworem lub głowicą bezpieczeństwa
$p_1$	0,66 MPa	ciśnienie zrzutowe
$A_p$	553,86 mm <sup>2</sup>	

## 3) Powierzchnia wypływu wody

$$A_w = ((1-x_2) \cdot m) / (5,03 \cdot \alpha_c \cdot ((p_1 - p_2) \cdot \rho_1)^{0,5})$$

$\alpha_c$	0,25 -	dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu lub głowicy bezpieczeństwa dla cieczy dla przyjętego zaworu bezpieczeństwa
$p_1$	0,66 MPa	ciśnienie zrzutowe
$p_2$	0 MPa	ciśnienie odpływowe
$\rho_1$	899,85 kg/m <sup>3</sup>	gęstość cieczy przed zaworem lub głowicą bezpieczeństwa przy nadciśnieniu $p_1$ i temperaturze $T_1$

$$A_w = 209,16 \text{ mm}^2$$

## 4) Sumaryczna powierzchnia wypływu

$$A = A_p + A_w = 763,02 \text{ mm}^2$$

## 5) Najmniejsza średnica kanału dopływowego zaworu lub głowicy bezpieczeństwa

$$d_o = (4 \cdot A/n) / \pi)^{0,5}$$

$n$	2 -	przyjęta ilość zaworów bezpieczeństwa
$d_o$	22,05 mm	

## 4. Dobór typu i wielkości zaworu bezpieczeństwa

Dobrano zawór bezpieczeństwa:

$n$	2 -	ilość
$p$	0,6 MPa	wartość ciśnienia początku otwarcia
$d_n$	32 mm	średnica nominalna
$d$	27 mm	wewnętrzna średnica króćca dolotowego

Przyjęte zawory bezpieczeństwa spełniają wymagania normy i warunki UDT.

### UWAGA:

Doboru zaworów bezpieczeństwa dokonano przyjmując powierzchnię przepływu „A” równą 50 mm<sup>2</sup>. W przypadku zastosowania wymienników równoważnych, dla których powierzchnia przepływu „A” jest mniejsza niż 50 mm<sup>2</sup> wielkość i ilość zaworów bezpieczeństwa należy przyjąć jak w projekcie. W przypadku zastosowania wymienników równoważnych o powierzchni przepływu „A” większej niż 50 mm<sup>2</sup> należy dokonać nowego doboru zaworów bezpieczeństwa i uzgodnić go z UDT.

### 3.9. DOBÓR ZAWORÓW REGULACYJNYCH

#### Zawór regulacyjny - wentylacja

przepływ wody sieciowej przez zawór		1,40 m <sup>3</sup> /h
kv zaworu regulacyjnego		2,55 m <sup>3</sup> /h
rzeczywisty opór zaworu całkowicie otwartego	H100%	31,24 kPa

#### **Dobrano zawór regulacyjny z siłownikiem elektrycznym o parametrach:**

kvs zaworu	2,5 m <sup>3</sup> /h
średnica nominalna	15 mm

#### Zawór regulacyjny - technologia wody basenowej

przepływ wody sieciowej przez zawór	ZIMA		1,32 m <sup>3</sup> /h
	LATO		1,95 m <sup>3</sup> /h
kv zaworu regulacyjnego	ZIMA		2,41 m <sup>3</sup> /h
	LATO		3,56 m <sup>3</sup> /h
rzeczywisty opór zaworu całkowicie otwartego	ZIMA	H <sub>ZCWZ</sub> 100%	10,90 kPa
	LATO	H <sub>ZCW1</sub> 100%	23,75 kPa

#### **Dobrano zawór regulacyjny z siłownikiem elektrycznym o parametrach:**

kvs zaworu	4,0 m <sup>3</sup> /h
średnica nominalna	20 mm

#### Zawór regulacyjny cwu

przepływ wody sieciowej przez zawór	ZIMA		2,76 m <sup>3</sup> /h
	LATO		4,08 m <sup>3</sup> /h
kv zaworu regulacyjnego	ZIMA		5,05 m <sup>3</sup> /h
	LATO		7,45 m <sup>3</sup> /h
rzeczywisty opór zaworu całkowicie otwartego	ZIMA	H <sub>ZCWZ</sub> 100%	11,94 kPa
	LATO	H <sub>ZCW1</sub> 100%	26,01 kPa

#### **Dobrano zawór regulacyjny z siłownikiem elektrycznym o parametrach:**

kvs zaworu	8,0 m <sup>3</sup> /h
średnica nominalna	25 mm

#### Regulator temperatury bezpośredniego działania

przepływ wody sieciowej przez zawór	ZIMA		2,76 m <sup>3</sup> /h
	LATO		4,08 m <sup>3</sup> /h
kvs zaworu regulacyjnego	ZIMA		7,14 m <sup>3</sup> /h
	LATO		10,53 m <sup>3</sup> /h
rzeczywisty opór zaworu całkowicie otwartego	ZIMA	H <sub>ZCWZ</sub> 100%	11,94 kPa
	LATO	H <sub>ZCW1</sub> 100%	26,01 kPa

Dobrano regulator temperatury bezpośredniego działania z termostatem o zakresie 20-70°C o danych:

kvs zaworu	8,0 m <sup>3</sup> /h
średnica nominalna	25 mm

### 3.10. OBLICZENIA OPORÓW MODUŁU PRZYŁĄCZENIOWEGO

#### Opór wężła przyłączeniowego - zima

filtroodmulnik	2,00	kPa
opór na przepływomierzu licznika głównego	10,00	kPa
opory miejscowe	2,00	kPa
<b>opór wężła przyłączeniowego zima</b>	<b>14,00</b>	<b>kPa</b>

#### Opór wężła przyłączeniowego - lato

filtroodmulnik	1,00	kPa
opór na przepływomierzu licznika głównego	12,90	kPa
opory miejscowe	2,00	kPa
<b>opór wężła przyłączeniowego lato</b>	<b>15,90</b>	<b>kPa</b>

### 3.11. OBLICZENIA OPORÓW WĘŻŁA

#### Zima

	wentylacja	cwu	technologia	
opór na wymienniku ciepła	3,00	7,00	1,86	kPa
opór zaworu regulacyjnego	31,24	11,94	10,90	kPa
opór regulatora temp.	0,00	11,94	0,00	
opory miejscowe	2,00	2,00	2,00	kPa
<b>Opór gałęzi dla całkowicie otwartych zaworów</b>	<b>36,24</b>	<b>32,88</b>	<b>14,76</b>	<b>kPa</b>

#### Lato

	c.w.u.	technologia	
opór na wymienniku ciepła	14,00	6,12	kPa
opór zaworu regulacyjnego	26,01	23,75	kPa
opór regulatora temp.	26,01	0,00	
opory miejscowe	1,00	1,00	kPa
<b>Opór gałęzi dla całkowicie otwartych zaworów</b>	<b>67,01</b>	<b>30,87</b>	<b>kPa</b>

#### Minimalne ciśnienie dyspozycyjne dla wężła - zima

opór wężła przyłączeniowego	14,00	kPa
opór gałęzi max	36,24	kPa
<b>minimalne wymagane ciśnienie dyspozycyjne dla wężła zimą</b>	<b>50,24</b>	<b>kPa</b>

#### Minimalne ciśnienie dyspozycyjne dla wężła - lato

opór wężła przyłączeniowego	15,90	kPa
opór gałęzi max	67,01	kPa
<b>minimalne wymagane ciśnienie dyspozycyjne dla wężła latem</b>	<b>82,91</b>	<b>kPa</b>