

II. OBLICZENIA

dla: **200 kW- węzeł c.o.**

1. OBLICZENIA CIEPLNE

Dane wyjściowe do obliczeń:

Moc cieplna c.o.	200,0 kW
Parametry wody sieciowej: t_z / t_p	65 / 45 °C
Parametry instalacji c.o. w budynku: t_z / t_p	60 / 40 °C
Opór instalacji c.o.	20 kPa
Pojemność instalacji c.o.-V	2,700 m³
Ciśnienie statyczne instalacji c.o. p_{st}	1,5 bar
ciśnienie zasilania:	2,50 bar
ciśnienie powrotu:	1,50 bar

1.1. DOBÓR URZĄDZEŃ DLA INSTALACJI C.O.

Zapotrzebowanie ciepła na potrzeby centralnego ogrzewania.

Qc.o.= 200,0 kW

Gs- Ilość wody sieciowej dla potrzeb centralnego ogrzewania przy temperaturze obliczeniowej

65 / 45 °C

$$G_s = (Q_{co} \times 0,86) / \Delta t \text{ [t/h]}$$

$$G_s = (200,0 \times 0,86) / 20$$

$$G_s = \mathbf{8,6 \text{ t/h}}$$

Gi- Ilość wody instalacyjnej dla potrzeb centralnego ogrzewania przy temperaturze

60 / 40 °C

$$G_i = (Q_{co} \times 0,86) / \Delta t \text{ [t/h]}$$

$$G_i = (200,0 \times 0,86) / 20$$

$$G_i = \mathbf{8,6 \text{ t/h}}$$

1.1.1. DOBÓR WYMIENNIKA DLA POTRZEB C.O.

Dla określonych parametrów obliczeniowych tj:

Qc.o.= 200 kW

I przepływu :

Gs= 8,6 t/h

Gi= 8,6 t/h

- temperatura wody sieciowej zasilającej

$t_1 = 65 \text{ °C}$

- temperatura wody sieciowej powrotnej

$t_2 = 45 \text{ °C}$

- temperatura wody zasilającej instalację c.o.

$t_3 = 60 \text{ °C}$

- temperatura wody powrotnej z instalacji c.o.

$t_4 = 40 \text{ °C}$

Dobieram wymiennik płytowy firmy:

Danfoss

XB 60-1 110

(wydruk doboru w załączniku)

$\Delta p_s = \mathbf{3,0 \text{ kPa}}$

$\Delta p_i = \mathbf{3,0 \text{ kPa}}$

nr kat. **004B2055**

1.1.4. DOBÓR FILTRA SIATKOWEGO

Dla obliczeniowego przepływu dobrałem filtr siatkowy typ 823

firmy: **Zetkama**

Dn = **65** mm kv = **96** m³/h

ρ = 980,4 kg/m³ (dla t_z = 65 °C)

c_p = 4,21 kJ/kg·K

Parametry wody sieciowej: t_z / t_p

65 / 45 °C

Moc cieplna c.o.

200,0 kW

Moc cieplna ogółem zamówiona przez odbiorcę Q_{razem}

200,0 kW

Q_{razem} = 200 kW

Δt = t_z - t_p = 65 - 45 = 20 °C

V = Q / (ρ × c_p × (t_z - t_p) × 3600) [m³/h]

V = 200 / (980,4 × 4,21 × (65 - 45) × 3600)

V = 8,72 m³/h

Δp_{Filtr} = (V / kv)² × 100 [kPa]

Δp_{Filtr} = (8,722 / 96)² × 100

Δp_{Filtr} = **0,8 kPa**

1.1.5. DOBÓR ŚREDNIC STRONA WYSOKA

Moduł przyłącza c.o.

Gcał = 8,6 t/h

Dn = 65 mm

R = 92,4 Pa/m v = 0,73 m/s

1.1.6. DOBÓR ZAWORU REGULACYJNEGO DLA POTRZEB C.O.

Strata ciśnienia na obiegu c.o. Δp_{co} (bez zaworu regulacyjnego)

Gco = 8,6 t/h

Obieg c.o.

Licznik ciepła główny

4,8 kPa

Wymiennik c.o.

3 kPa

Opory na armaturze i rurociągu

5 kPa

Δp_{co} = 12,9 kPa

Zakładany spadek ciśnienia na zaworze regulacyjnym c.o.

Δp_{zrco} = Δp_{co} = 12,9 kPa 0,13 bar

Gs = Gco = 8,6 t/h 2,39 kg/s

Współczynnik przepływu dla zaworu regulacyjnego c.o.

kv_{zrco} = Gco × 3,565 / (Δp_{zrco})^{1/2} [m³/h]

kv_{zrco} = 2,39 × 3,565 / (0,129)^{1/2}

kv_{zrco} = 23,7 m³/h

Dla powyższych parametrów dobieram zawór regulacyjny c.o.

3222

Dn = **40** mm

kvs = **20,0** m³/h z siłownikiem

5824-20

- 230V

Wszystkie urządzenia firmy **SAMSON**

Rzeczywisty spadek na zaworze regulacyjnym c.o.

Gs = Gco = 2,39 kg/s

kvs = 20,0 m³/h

Δp_{zrco} = (3,565 × Gco / kvs)²

Δp_{zrco} = (3,565 × 2,39 / 20,0)²

$$\Delta p_{zrco} = 0,18 \text{ bar}$$

$$18 \text{ kPa}$$

Autorytet zaworu w okresie zimowym

$$\Delta p_{zrco} = \Delta p_{100} = 18 \text{ kPa}$$

$$\Delta p_{co} = 12,9 \text{ kPa}$$

$$A = \Delta p_{100} / (\Delta p_{100} + \Delta p_{co})$$

$$A = 18 / (18 + 12,9)$$

$$A = 0,58$$

Prędkość przepływu wody sieciowej odniesiona do średnicy nominalnej wynosi:

$$G_s = 8,6 \text{ t/h}$$

$$D_n = 40 \text{ mm}$$

$$v = 353,68 \times G_s / (D_n^2) \quad [\text{m/s}]$$

$$v = 353,58 \times 8,6 / (40)^2$$

$$v = 1,9 \text{ m/s}$$

1.1.7. DOBÓR POMPY OBIEGOWEJ C.O.

$$H_1 - \text{opór instalacji wewnętrznej c.o.} \quad 20 \text{ kPa}$$

$$H_2 - \text{opór wymiennika} \quad 3 \text{ kPa}$$

$$H_3 - \text{opór filtrododmulnika c.o. (strona niska) } D_n = 65 \quad 0,8 \text{ kPa}$$

$$H_4 - \text{opory przewodów łączących i armatury} \quad 5 \text{ kPa}$$

$$\text{Razem opory pompy} \quad 28,8 \text{ kPa}$$

Moduł c.o.(strona niska)

$$G_{ico} = 8,6 \text{ t/h}$$

$$D_n = 65 \text{ mm}$$

$$R = 96,5 \text{ Pa/m} \quad v = 0,73 \text{ m/s}$$

$$H_p = 1,15 \times (H_1 + H_2 + H_3 + H_4) \quad \text{kPa}$$

$$H_p = 1,15 \times 28,8$$

$$H_p = 33,1 \text{ kPa}$$

$$G_i = 8,6 \text{ t/h}$$

$$G_p = 1,2 \times G_i = 1,2 \times 8,6$$

$$G_p = 10,32 \text{ t/h}$$

Dla w/w parametrów dobieram pompę:

$$P = 25 - 200 \text{ W}$$

$$n = 2800 \text{ obr/min}$$

Magna 40-120F

Producent Grundfos

$D_n = 40 \text{ mm}$

(jednofazowa)

1.1.8. DOBÓR PRZEPONOWEGO NACZYNIA WZBIORCZEGO

Zapotrzebowanie ciepła na potrzeby c.o.:	Q _{c.o.} =	200,0 kW
Pojemność instalacji ogrzewania wodnego wg pierwotnego projektu:		2,70 m ³
Pojemność instalacji węzła cieplnego c.o.:		0,26 m ³
V=	2,96 m ³	<hr/> 2,96 m ³

Pojemność użytkowa naczynia V_u wg. PN—B-02414:1999

Ciśnienie statyczne instalacji c.o. p_{st}

$$p_{st} = 1,5 \text{ bar}$$

Ciśnienie wstępne w naczyniu wzbiórczym c.o.

$$p = p_{st} + 0,2 \text{ bar}$$

$$p = 1,5 + 0,2$$

$$p = 1,7 \text{ bar}$$

Temperatury obliczeniowe wody instalacyjnej c.o.:

$$t_z / t_p \quad 60 / \quad 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Pojemność użytkowa naczynia Vu:

$$t_z = 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_l = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_m = t_z - t_l$$

$$t_m = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta v = 0,0168 \text{ dm}^3/\text{kg}$$

$$\rho_l = 999,7 \text{ kg/m}^3$$

$$V_u = \Delta v \times \rho_l \times V$$

$$V_u = 0,0168 \times 999,7 \times 2,96$$

$$V_u = 50,0 \text{ dm}^3$$

Minimalna pojemność całkowita-Vn:

$$V_u = 50,0 \text{ dm}^3$$

P_{max} - ciśnienie max zaworu bezpieczeństwa instalacji c.o.: **3,0 bar**

$$p = 1,7 \text{ bar}$$

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

$$V_n = 50 \times ((3,0 + 1) / (3,0 - 1,7))$$

$$V_n = 153,8 \text{ dm}^3$$

Dobieram naczynie wzbiórcze: **1 szt**

REFLEX N 200; 6,0 bar

producent: **REFLEX**

nr kat. **72.13.300**

Średnica rury wzbiórczej wynosi:

$$d = 0,7 \times (V_u)^{1/2}$$

$$d = 0,7 \times 50,0$$

$$d = 4,9497 \text{ mm}$$

Przyjęto średnicę rury wzbiórczej: **Dn 20 mm wg. normy**

1.1.9. DOBÓR ZAWORU BEZPIECZEŃSTWA wg. PN-99/B-02414**SYR 1915 Dn 25 mm****p= 3,0 bar**Dla wymiennika **Danfoss**

Masowa przepustowość zaworu bezpieczeństwa- G [kg/s]

$$p_2 = 6 \text{ bar} \quad A = 0,000041$$

$$p_1 = 3 \text{ bar} \quad b = 1$$

$$\rho = 980,4 \text{ kg/m}^3 \quad (\text{dla } t_z = 65 \text{ }^\circ\text{C})$$

$$G = 447,3 \cdot b \cdot A \cdot \sqrt{(p_2 - p_1) \cdot \rho} \quad \text{kg/s}$$

$$G = 447,3 \times 1 \times 0,000041 \times \sqrt{(6 - 3) \times 980,4}$$

$$G = 0,99 \text{ kg/s}$$

Wewnętrzna średnica króćca dopływowego zaworu bezpieczeństwa- do [mm].

$$G = 0,99 \text{ kg/s}$$

$$p_1 = 3 \text{ bar}$$

$$\rho = 980,4 \text{ (dla } t_z = 120 \text{ }^\circ\text{C)}$$

$$\alpha_c = 0,36$$

$$d_o = 54 \sqrt{\frac{G}{\alpha_c \cdot \sqrt{p_1 \cdot \rho}}} \quad \text{mm}$$

$$d_o = 54 \sqrt{\frac{0,99}{0,36 \times \sqrt{3 \times 980,4}}}$$

$$d_o = 12,16 \text{ mm}$$

Przekrój gniazda wynosi:

$$F = (3,14 \times d_o^2) / 4 \quad \text{mm}^2$$

$$F = (3,14 \times 12,16^2) / 4$$

$$F = 116,1 \text{ mm}^2$$

Zakłada się montaż zaworów bezpieczeństwa sztuk: **1**

Przekrój gniazda wynosi:

$$F' = F / \text{ilość sztuk} \quad \text{mm}^2$$

$$F' = 116,1 / 1$$

$$F' = 116,1 \text{ mm}^2$$

$$d_o' = \sqrt{\frac{4 \cdot F'}{3,14}} \quad \text{mm}$$

$$d_o' = \sqrt{\frac{4 \times 116,1}{3,14}}$$

$$d_o' = 12,2 \text{ mm}$$

Dobieram sztuk: **1** zaworów bezpieczeństwa typu :**SYR 1915 Dn 20 mm do=14 mm**Dn **20** mm
p= 3,0 bar firmy: **SYR**

1.3. DOBÓR UKŁADU POMIAROWO- ROZLICZENIOWEGO CIEPŁA

Maksymalny przepływ wody sieciowej do doboru urządzeń wspólnych węzła wynosi:

$$Q_{co} = 200 \text{ kW} \quad t_z = 65 \quad t_p = 45 \quad \Delta t_{co} = t_z - t_p = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$G_{co} = (Q_{co} \times 0,86) / \Delta t$$

$$G_{co} = (200 \times 0,86) / 20$$

$$G_{co} = 8,6 \text{ t/h}$$

Przepływ wody grzejnej przez węzeł w sezonie grzewczym

$$Q_{razem} = 200 \text{ kW}$$

$$\rho = 980,4 \text{ kg/m}^3 \quad (\text{dla } t_z = 65 \text{ }^{\circ}\text{C})$$

$$c_p = 4,21 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$$

$$\Delta t = t_z - t_p = 65 - 45 = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$V = Q / (\rho \times c_p \times (t_z - t_p) \times 3600) \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

$$V = 200 / (980,4 \times 4,21 \times (65 - 45) \times 3600)$$

$$V = 8,72 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\Delta p_{licznika} = (V / kv)^2 \times 100 \quad \text{kPa}$$

$$\Delta p_{licznika} = (8,72202 / 40)^2 \times 100$$

$$\Delta p_{licznika} = 4,8 \text{ kPa}$$

Dobieram układ pomiarowo- rozliczeniowy firmy: Kamstrup Dn 40 mm

Multical 602 + Ultraflow 54 Qn=10,0 m³/h

Strata ciśnienia 4,8 kPa montaż na: zasilaniu ; gwintowany

2. OBLICZENIA HYDRAULICZNE

H_{dysp} - Ciśnienie dyspozycyjne na wejściu do węzła

H_z - ciśnienie zasilania na wejściu do węzła: 2,500 bar

H_p - ciśnienie powrotu na wejściu do węzła: 1,500 bar

$$H'_{dysp} = H_z - H_p$$

$$H'_{dysp} = 2,50 - 1,50 = 1,00 \text{ bar} \quad 100 \text{ kPa}$$

Filtr siatkowy Dn 65 mm 0,8 kPa

Ciśnienie dyspozycyjne w węźle

$$H_{dysp} = H'_{dysp} - \Sigma H_{FOM \text{ I } FILTR}$$

$$H_{dysp} = 100 - 0,8 = 99,2 \text{ kPa}$$

2.1. STRATA CIŚNIENIA na obiegu c.o. wymiennikowe

$G_{co} = 8,6 \text{ t/h}$ $D_n = 65 \text{ mm}$ $R = 92,4 \text{ Pa/m}$ $v = 0,73 \text{ m/s}$

Obieg c.o.

Licznik ciepła główny 4,8 kPa

Wymiennik c.o. 3 kPa

Opory na armaturze i rurociągu 5 kPa

Zawór regulacyjny c.o. 18 kPa

$$\Delta p_{co} = 30,9 \text{ kPa}$$

III. ZESTAWIENIE WYNIKÓW OBLICZEŃ

1. ZAPOTRZEBOWANIE CIEPŁA

Moc cieplna c.o.

200,0 kW

2. ILOŚCI WODY SIECIOWEJ

$G_{co} = 8,6 \text{ t/h}$

3. Ciśnienie dyspozycyjne w sieci na wejściu do węzła

$P'_{zd} = 100,0 \text{ kPa}$

4. Wymagane ciśnienie w okresie grzania

$P_{kw} = 30,9 \text{ kPa}$

5. Parametry wody sieciowej: t_z / t_p

65 / 45 °C

6. Parametry instalacji c.o. w budynku: t_z / t_p

60 / 40 °C

4. DOBÓR ZAWORU RÓŻNICY CIŚNIEŃ Z OGRANICZENIEM PRZEPŁYWU

Przepływ maksymalny $G_{cał} = 8,6 \text{ t/h}$

H_{dysp} - Ciśnienie dyspozycyjne na wejściu do węzła

H_z - ciśnienie zasilania na wejściu do węzła: $2,50 \text{ bar} = 250 \text{ kPa}$

H_p - ciśnienie powrotu na wejściu do węzła: $1,50 \text{ bar} = 150 \text{ kPa}$

$$H'_{dysp} = H_z - H_p$$

$$H'_{dysp} = 2,50 - 1,50 = 1 \text{ bar} = 100 \text{ kPa}$$

Ciśnienie dyspozycyjne w węźle $P'_d = 100 \text{ kPa}$

Opór filtra $\Sigma H_{FILTR} = 0,8 \text{ kPa}$

Wymagane ciśnienie dla węzła $P_{kw} = 30,9 \text{ kPa}$

Ciśnienie do zdławienia na regulatorze $P_{zd} = P'_d - \Sigma P_{FOM \text{ i } FILTR} - P_{kw}$

$$P_{zd} = 100 - 0,8 - 30,9 = 68,3 \text{ kPa}$$

Wymagane kv zaworu różnicy ciśnień

$$G_{cał} = 8,6 \text{ t/h}$$

$$P_{zd} = 68,3 \text{ kPa}$$

$$kv = (10 \times G_{cał}) / P_{zd}^{1/2} \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

$$kv = (10 \times 8,6) / 68,3^{1/2}$$

$$kv = 10,41 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ze względu na zachowanie warunku prędkości na wylocie z zaworu, dobieram zawór różnicy ciśnień $Dn = 40 \text{ mm}$ $kv = 20,0 \text{ m}^3/\text{h}$ typ 46-6 z końcówkami (gwintowanymi), zakres wartości zadanej $X_s = 0,2 - 2,0 \text{ bara}$ montaż na powrocie.

$$G_{cał} = 8,6 \text{ t/h}$$

$$Dn = 40 \text{ mm}$$

$$v = 353,68 \times G_{cał} / Dn^2 \quad \text{m/s}$$

$$v = 353,68 \times 8,6 / 40^2$$

$$v = 1,9 \text{ m/s}$$

Strata ciśnienia na zaworze różnicy ciśnienia przy 100% otwarciu wynosi:

$$G_{cał} = 8,6 \text{ t/h}$$

$$kv = 20,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\Delta p_{ZRC} = (G / kv)^2 \times 100 \quad [\text{kPa}]$$

$$\Delta p_{ZRC} = (8,6 / 20)^2 \times 100$$

$$\Delta p_{ZRC} = 18,5 \text{ kPa}$$

Sprawdzenie warunku kawitacji dla zaworu różnicy ciśnień

Minimalne ciśnienie przed zaworem różnicy ciśnień

$$\Delta P = P_{z1} - P_{kw}$$

$$P_z = 250,0 \text{ kPa}$$

$$\Sigma H_{\text{fom+filtr}} = 0,8 \text{ kPa}$$

$$P_{kw} = 30,9 \text{ kPa}$$

$$\Delta P = 250,0 - 0,8 - 30,9 \text{ kPa}$$

$$\Delta P = 218,3 \text{ kPa}$$

Dopuszczalny spadek ciśnienia na zaworze różnicy ciśnień

$$\Delta P_d = Z \times (\Delta P + 100 - P_{\text{parowania}}) \text{ kPa}$$

$$Z = 0,45 \text{ - współczynnik kawitacji dla zaworu różnicy ciśnień } D_n = 40 \text{ mm}$$

$$\Delta P = 218,3 \text{ kPa}$$

$$P_{\text{parowania}} = 40 \text{ kPa - ciśnienie parowania dla temperatury } 75 \text{ st.C (wg. Wukałowicza)}$$

$$\Delta P_d = 0,45 \times (218,3 + 100 - 40) \text{ kPa}$$

$$\Delta P_d = 125,2 \text{ kPa}$$

Wymagany spadek na zaworze różnicy ciśnień

$$\Delta P_r = P'_d - \Sigma H_{\text{(fom+filtr)}} - P_{kw} - \Delta P_{ZRC}$$

$$P'_d = 100,0 \text{ kPa}$$

$$\Sigma H_{\text{fom+filtr}} = 0,8 \text{ kPa}$$

$$P_{kw} = 30,9 \text{ kPa}$$

$$\Delta p_{ZRC} = 18,5 \text{ kPa}$$

$$\Delta P_r = 100,0 - 0,8 - 30,9 - 18,5$$

$$\Delta P_r = 49,8 \text{ kPa}$$

$$\Delta P_d > \Delta P_r$$

$$125,2 \text{ kPa} > 49,8 \text{ kPa}$$

Warunek kawitacji został spełniony

WYKAZ URZADZEŃ I ARMATURY DLA: 200 kW- węzeł c.o.**STRONA WYSOKA**

Lp	Wyszczególnienie	Dn [mm]	Ilość	Producent	Uwagi
1	2	3	4	5	6
1	Wysokosprawny płytowy lutowany wymiennik ciepła c.o. typ XB 60-1 110		1	Danfoss	.004B2055
3	Zawór regulacyjny c.o. typ 3222 kvs= 20 m³/h z siłownikiem 5824-20 - 230V	40	1	SAMSON T 5824 PL	. T 5866 PL
5	Czujnik do pomiaru temperatury zasilania instalacji co zanurzeniowy 5277-2		1	SAMSON	T 5220 PL
6	Czujnik do pomiaru temperatury powrotu sieci co zanurzeniowy 5277-2		1	SAMSON	T 5220 PL
8	Czujnik temperatury zewnętrznej 5227-2		1	SAMSON	T 5220 PL
9	Regulator typ TROVIS 5573 + Rs 232 (Modem) + WEB Serwer typ Trovis 5590 (firmware min.1.56 w wersji PL)		1		T 5573 PL
11	Filtr siatkowy gwintowany typ 823	65	1	Zetkama	
12	Ciepłomierz ultradźwiękowy z przelicznikiem i przepływomierzem Multical 602 + Ultraflow 54 Qn=10,0 m3/h	40	1	Kamstrup	montaż na zasilaniu gwintowany
14a	Zawór regulacyjny 46-6 (regulator różnicy ciśnień) kv 20,0 m³/h , Xs= 0,2 – 2,0 bara z końcówkami do wspawania na płaską uszczelkę	40	1	SAMSON	powrót gwintowany T 3130 PL
16	Zawór kulowy gwintowany	65	2	Genebre	przyłącze wg. proj. sieci
20a	Zawór kulowy gwintowany	15	2	Genebre	odpow./spust
21	Manometr centryczny Dn 100 do 0,6 MPa z kurkiem manometrycznym nr kat 528 - Meraserw-5		3	KFM Włocławek	
22	Termometr techniczny prosty do 100 °C w tulei termometrycznej metalowej	15	2	KFT Włocławek	

STRONA NISKA**Część c.o.**

101	Filtr siatkowy	65	1	Perfexim	03_01_0400
102	Naczynie wzbiornicze typ REFLEX N 200; 6,0 bar		1	REFLEX	72.13.300
103	Zawór kulowy mufowy	65	2	Genebre	Nr 302908
104	Zawór kulowy mufowy	15	1	Genebre	nr 303404
105	Manometr centryczny Dn 100 do 0,6 MPa z kurkiem manometrycznym nr kat 528 – Meraserw-5		2	KFM Włocławek	
107	Pompa obiegowa instalacji c.o. jednofazowa typ: Magna 40-120F	40	1	Grundfos	
108	Zawór bezpieczeństwa ciś. otwarcia: 3 bar SYR 1915 Dn 20 mm do=14 mm	20	1	SYR	
109	Termometr techniczny prosty do 100 °C w tulei termometrycznej metalowej	15	2	KFT Włocławek	
109b	Zawór kulowy mufowy (spust)	15	1	Genebre	nr 303404

Uzupełnianie

132	Zawór kulowy mufowy	15	2	Genebre	nr 303404
133	Filtr siatkowy mufowy	15	1	Perfexim	03.01.0150
134	Wodomierz wody gorącej Qn= 1,5 m ³ /h	15	1	Powogaz	.
135	Zawór zwrotny mufowy	15	1	Danfoss	149B2504