

## Obliczenia węzła cieplnego

### 1. Dane wyjściowe

1.1 Zapotrzebowanie ciepła do celów c.o. zgodnie z P.B. instalacji

$$Q_{co} = 75000 \text{ W}$$

1.2 Zapotrzebowanie ciepła do celów c.t. zgodnie z P.B. instalacji

$$Q_{ct} = 371000 \text{ W}$$

1.3. Zapotrzebowanie ciepła do celów ciepłej wody użytkowej.

Do obliczeń cieplnych sekcji przygotowania c.w. przyjęto 20-minutowe zapotrzebowanie wody  
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę oblicza się ze wzoru:

$$msrh = \frac{md}{12h}$$

gdzie: md – maksymalne dobowe zapotrzebowanie na c.w. [kg/d],  
w Sali sportowej przyjmowane  
w odniesieniu do 1 osoby: q=30 kg/d

Maksymalne 20-minutowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę oblicza się ze wzoru:

$$m_{20} = msrh \times N_{20}$$

$m_{20}$  – maksymalne 20-minutowe zapotrzebowanie na c.w. [kg/h],  
 $N_{20}$  – współczynnik 20-minutowej nierównomierności zapotrzebowania

$$N_{20} = 10,96(LM)^{-0.231}$$

gdzie: LM – liczba osób-150 szt.

$$Q_{cwu, \text{sr}, 20} = msrh \times \rho \times (t_{cw} - t_{zw})$$

$$\text{na c.w. w budynku} \quad Q_{cwu, \text{sr}, 2} = 32709 \text{ W} = 32,7 \text{ kW}$$

$$\text{dla ilości osób } M = 150$$
$$\text{współczynnik nierównomierności wyniesie } N_{20} = 2$$

$$Q_{cwu, \text{max}, 20} = Q_{cwu, \text{sr}, 2} \times N_{20} = 65419 \text{ W}$$

Do doboru wymiennika c.w.u. przyjęto zwiększenie ok. 30% ze względu na straty ciepła na cyrkulacji c.w.u.

### 2. Obliczeniowy przepływ wody sieciowej.

2.1. Wymiennik c.o.

temperatury sieciowe obliczeniowe 110°C

$$G_{s,co} = 75000 / 1,163 \times (110 - 55) = 1173 \text{ kg/h}$$

2.2. Wymiennik c.t.

temperatury sieciowe obliczeniowe 110°C

$$G_{s,ct} = 371000 / 1,163 \times (110 - 55) = 5800 \text{ kg/h}$$

2.3. Wymienniki c.w.u.

Przepływ maksymalny w sezonie przejściowym wyniesie

$$G_{s,cwu,l}=65419/1,163 \cdot (75-35)= 1406 \text{ kg/h}$$

### **3. Dobór ciepłomierzy**

#### 3.1. Ciepłomierz główny

Obliczeniowy przepływ ciepłomierza wyniesie :

$$G_{s,w}= 7995 \text{ kg/h}$$

Dobrano :

Multical 602 (calc), ULTRAFLOW 54 Qp=10,00 m<sup>3</sup>/h, 300mm, dn50, PN16,  
Gwint zewnętrzny, Powrót

spadek ciśnienia na przepływomierzu dp=10,0kPa

#### 3.2. Ciepłomierz przed wymiennikiem c.o.

Obliczeniowy przepływ ciepłomierza wyniesie :

$$G_{s,w}= 1173 \text{ kg/h}$$

Dobrano :

Multical 602 (calc), ULTRAFLOW 54 Qp2,5 m<sup>3</sup>/h, 300mm, G3/4 ", PN16,  
Gwint zewnętrzny, Powrót

spadek ciśnienia na przepływomierzu dp=4,0kPa

#### 3.3. Ciepłomierz przed wymiennikiem c.w.u.

Obliczeniowy przepływ ciepłomierza wyniesie :

$$G_{s,w}= 1406 \text{ kg/h}$$

Dobrano :

Multical 602 (calc), ULTRAFLOW 54 Qp2,5 m<sup>3</sup>/h, 300mm, G3/4 ", PN16,  
Gwint zewnętrzny, Powrót

spadek ciśnienia na przepływomierzu dp=5,0kPa

### **4. Dobór wymienników.**

#### 4.1. Dobór wymienników c.o.

wymagana moc wymiennika przy parametrach 11 75000 W

dobrano :

SECESPOL LB31-40-1"

1 szt.

dla przepływu sieciowego  $G_s=7500/1,163 \cdot (110-55)=$

$$G_s= 1173 \text{ kg/h,}$$

opór hydrauliczny :  $\Delta H_s= 1 \text{ kPa}$

dla przepływu w inst. c.o. 65/45,  $G_i=75000/1,163 \cdot (65-45)=$

$$G_i= 3224 \text{ kg/h,}$$

opór hydrauliczny :  $\Delta H_i= 7 \text{ kPa}$

#### 4.2. Dobór wymienników c.t.

wymagana moc wymiennika przy parametrach 11 371000 kW

dobrano :

SECESPOL LC110-40L-2"

1 szt.

dla przepływu sieciowego  $G_s=371000/1,163 \cdot (110-55)=$

$$G_s= 5800 \text{ kg/h,}$$

opór hydrauliczny :  $\Delta H_s= 2 \text{ kPa}$

dla przepływu w inst. c.o. 60/40,  $G_i=371000/1,163(75-50)$

$G_i=15950 \text{ kg/h,}$

opór hydrauliczny :  $\Delta H_i=8 \text{ kPa}$

#### 4.3. Dobór wymienników c.w.u.

przepływ obliczeniowy

$G_{s,cwu,l}=65419/1,163*(75-35)=1406 \text{ kg/h}$

dobrano

1 szt.

SECESPOL LB31-40-1"

opór hydrauliczny po stronie sieciowej

$\Delta H_s=3 \text{ kPa}$

$G_i=65419/1,163*(55-5)1125 \text{ kg/h,}$

opór hydrauliczny :  $\Delta H_i=1 \text{ kPa}$

#### 5. Dobór pomp obiegowych-c.o..

wymagana wydajność pompy  $G_p=1,15 \times G_i=3708 \text{ kg/h} = 62 \text{ kg/min}$

wymagana wysokość podnoszenia :

wymagane ciśnienie dyspozycyjne instalacji c.o.

$\Delta H_i=50 \text{ kPa}$

straty w węźle cieplnym i wymienniku c.o.

$\Delta H_w=20 \text{ kPa}$

razem  $70 \text{ kPa}$

Zaprojektowano 1 pompę firmy Grundfoss MAGNA3 32-120F

$U_n=1 \times 230-240 \text{ V, } P=9-193 \text{ W, } I[A]=0,09-1,56 \text{ A}$

#### 6. Dobór pomp obiegowych-c.t..

wymagana wydajność pompy  $G_p=1,15 \times G_i=6670 \text{ kg/h} = 111 \text{ kg/min}$

wymagana wysokość podnoszenia :

wymagane ciśnienie dyspozycyjne instalacji c.o.

$\Delta H_i=60 \text{ kPa}$

straty w węźle cieplnym i wymienniku c.o.

$\Delta H_w=20 \text{ kPa}$

razem  $80 \text{ kPa}$

Zaprojektowano 1 pompę firmy Grundfoss MAGNA3 40-120F

$U_n=1 \times 230-240 \text{ V, } P=17-440 \text{ W, } I[A]=0,19-1,95 \text{ A}$

#### 6. Dobór pomp c.w.u.

wymagana wydajność pompy cyrkulacyjnej

$G_{pc}=0.3 \times N_{20} \times G_{cwu}338 \text{ kg/h}$

wymagana wysokość podnoszenia  $H_p=3200 \text{ mm s.w.}$

Pompe cyrkulacyjną ALPHA3 25-80 N 180,  $1 \times 230 \text{ V,}$

Dobrano :

$I=0.04 \dots 0.44 \text{ A ; } N=3-50 \text{ W}$

#### 7. Zabezpieczenie instalacji

7.1. Dobór naczynia wzbiorczego przeponowego , systemu zamkniętego instalacji c.o.

wg PN-B02414

- pojemność użytkowa naczynia wzbiorczego wyniesie co najmniej :

$$V_u = V \times \rho \times \Delta V$$

gdzie :

V - pojemność zładu instalacji c.c 1612 dm<sup>3</sup>  
 $\Delta V$  - przyrost objętości właściwej wody instalacyjnej (Tz/Tr=65/45 C,  $\Delta V=0,0256$  dm<sup>3</sup> )  
 $\rho$  - średnia gęstość właściwa wody 999,67kg/m<sup>3</sup>

$$V_u = 41 \text{ dm}^3$$

pojemność całkowita naczynia wzbiorczego wyniesie co najmniej

$$V_c = V_u \cdot \frac{p_{\max} + 0.1}{p_{\max} - p}$$

gdzie :

$p_{\max}$  - 0,40 MPa  
 $p$  - maksymalne obliczeniowe ciśnienie statyczne w 0,20 MPa  
 ciśn. wstępne w przestrzeni gazowej naczynia,  
 $p$  - równe wys. budynku, 0,20 MPa

$$V_c = 103 \text{ dm}^3$$

wewnętrzna średnica rury wzbiorczej wyniesie co najmniej :

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

$$d = 4,50 \text{ mm}$$

dobrano :

naczynie wzbiorcze REFLEX N 140 1 szt.  
 7.2. Dobór naczynia wzbiorczego przeponowego , systemu zamkniętego instalacji c.T.  
 wg PN-B02414  
 - pojemność użytkowa naczynia wzbiorczego wyniesie co najmniej :

$$V_u = V \times \rho \times \Delta V$$

gdzie :

V - pojemność zładu instalacji c.c 1406 dm<sup>3</sup>  
 $\Delta V$  - przyrost objętości właściwej wody instalacyjnej (Tz/Tr=65/45 C,  $\Delta V=0,0256$  dm<sup>3</sup> )  
 $\rho$  - średnia gęstość właściwa wody 999,67kg/m<sup>3</sup>

$$V_u = 36 \text{ dm}^3$$

pojemność całkowita naczynia wzbiorczego wyniesie co najmniej

$$V_c = V_u \cdot \frac{p_{\max} + 0.1}{p_{\max} - p}$$

gdzie :

$p_{\max}$  - 0,40 MPa  
 $p$  - maksymalne obliczeniowe ciśnienie statyczne w 0,20 MPa  
 ciśn. wstępne w przestrzeni gazowej naczynia,  
 $p$  - równe wys. budynku, 0,20 MPa

$$V_c = 90 \text{ dm}^3$$

wewnętrzna średnica rury wzbiorczej wyniesie co najmniej :

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

d= 4,20 mm

dobrano :

naczynie wzbiornicze REFLEX N 140

1 szt.

#### 7.1. Dobór zaworów bezpieczeństwa instalacji c.o.

Zawór bezpieczeństwa po stronie instalacji c.o. wg PN-B-02414

Wewnętrzna minimalna średnica kręca dopływowego zaworu bezpieczeństwa typu SYR1915 wyniesie :

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

gdzie :

M

$\alpha$  - współczynnik wypływu

0,36

$\alpha_c$  - współczynnik wypływu- $\alpha_c = 0,9 \times 0,36$

0,324

$\rho$  - średnia gęstość czynnika

943,13 kg/m<sup>3</sup>

$p_1$  - ciśnienie zadziałania zaworu

0,4 MPa

dla instalacji, gdzie dopuszczalne ciśnienie maksymalne jest niższe od ciśnienia wody sieciowej, przepustowość zaworu wyniesie

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

gdzie :

$p_2$  - ciśnienie dopuszczalne wody sieciowej

1,6 Mpa

$b$  - współczyn. zależny od różnicy ciśnień  $p_2 - p_1 < 0,5$  Mpa,  $b =$

1

$b$  - współczyn. zależny od różnicy ciśnień  $p_2 - p_1 > 0,5$  Mpa,  $b =$

2

$p_2 - p_1 = 12,0$  bar ,  $b = 2$

$A$  - powierzchnia , dla wymiennika wg. Karty katalogowej wymiennika

wynosi  $A = 0,311 \times 10^{-4}$   
m<sup>2</sup>

$M = 447,3 \times 2 \times 0,000311 \times \text{PIERWIASTEK}(16,0 - 4,0) \times 943,129$

$M =$  2,96 kg/s

$d_0 =$  37,03 mm

przyjęto :

Dobrano zawór bezpieczeństwa SYR typ 1915 , Dn 25 mm, nastawa 4 bar-2szt

#### 7.2. Dobór zaworów bezpieczeństwa instalacji c.T.

Zawór bezpieczeństwa po stronie instalacji c.t. wg PN-B-02414

Wewnętrzna minimalna średnica kręca dopływowego zaworu bezpieczeństwa typu SYR1915 wyniesie :

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

gdzie :

M

$\alpha$  - współczynnik wypływu

0,36

$\alpha_c$  - współczynnik wypływu- $\alpha_c = 0,9 \times 0,36$

0,324

$\rho$  - średnia gęstość czynnika

943,13 kg/m<sup>3</sup>

$p_1$  - ciśnienie zadziałania zaworu

0,4 MPa

dla instalacji, gdzie dopuszczalne ciśnienie maksymalne jest niższe od ciśnienia wody sieciowej,

przepustowość zaworu wyniesie

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

gdzie :

p2 - ciśnienie dopuszczalne wody sieciowej

1,6 Mpa

b - współczyn. zależny od różnicy ciśnień p2- p1<0.5 Mpa,b=

1

b - współczyn. zależny od różnicy ciśnień p2- p1>0.5 Mpa,b=

2

p2-p1= 12,0 bar , b=2

A - powierzchnia , dla wymiennika wg. Karty katalogowej wymiennika

wynosi A=0.311 x 10-4 m2

M=447,3x2x0,000311xPIERWIASTEK(16,0 – 4,0)×943,129

M= 2,96 kg/s

do= 37,03 mm

przyjęto :

Dobrano zawór bezpieczeństwa SYR typ 1915 , Dn 25 mm, nastawa 4 bar-2szt

7.3. Dobór zaworów bezpieczeństwa instalacji c.w.u.

Zawór bezpieczeństwa po stronie instalacji c.o. wg PN-76/B-02440

wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa wyniesie

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

gdzie :

$\alpha_{c1}$  -

1,0

p2 - ciśnienie dopuszczalne wody sieciowej

16 bar

b - współczyn. zależny od różnicy ciśnień p2- p1<0.5 Mpa,b=

1

b - współczyn. zależny od różnicy ciśnień p2- p1>0.5 Mpa,b=

2

p1 - ciśnienie zadziałania zaworu

6 bar

p3-p1= 10,0 bar , b=2

F - powierzchnia przekroju dla wymiennika

wynosi 30,8mm2

p1 - ciśnienie dopuszczone podgrzewacza , 6 bar

b=2,0

p3

ciśnienie wody sieciowej , 16 bar

$\gamma_1$  - ciężar właściwy wody grzejnej , 980,5 kG/m3

Obliczeniowa przepustowość zaworu

G= 9698 kG/h

$\alpha_c$  =

0,30

p2-

ciśnienie wylotowe , 0 bar

Wewnętrzna minimalna średnica króćca dopływowego zaworu

bezpieczeństwa typu SYR2115

wyniesie :

$$d_o = \sqrt{\frac{4 \cdot G}{3,14 \cdot 1,59 \cdot \alpha_c \cdot \sqrt{(1,1 p_1 - p_2) \cdot \gamma_1}}} =$$

do= 17,94 mm

<do=27mm

przyjęto

Zawór bezpieczeństwa SYR typ 2115 , Dn 25 mm, nastawa 6 bar

1szt

## 8. Dobór automatyki

Obliczeniowe ciśnienie dyspozycyjne na sieci  $\Delta p$

100,00 kPa

Obliczeniowy przepływ sieciowy  $G_{co}$

1173 kg/h

Obliczeniowy przepływ sieciowy  $G_{ct}$

5800 kg/h

Obliczeniowy przepływ sieciowy,  $G_{cwu}$

1406 kg/h

Maksymalny spadek ciśnienia na zaworze regulacyjnym

15,00 kPa

### 8.1. Regulator ilościowy c.o.

Dla przepływu oliczeniowego i straty ciśnienia na zaworze równego 0,25  $\Delta p$  i stopniu otwarcia 75% , wymagany współczynnik wypływu wyniesie

$$K_v = \frac{G_{co}}{0.75 \cdot \sqrt{\Delta p}}$$

$$K_v = 4,32 \text{ m}^3/\text{h}$$

dobrano :

Zawór regulacyjny typu VB2, Dn 20  $K_v =$

4  $\text{m}^3/\text{h}$

Siłownik ze sprężyną powrotną 5825-10 s firmy Samson z termostatem

zabezpieczającym samoczynnie załącz. TR/STW (30-120 st.C), nast.85 C , Danfoss

opór hydrauliczny zaworu przy stopniu otwarcia 0,75 wyniesie :

$$\Delta p = 0,15 \text{ bar}$$

$$\Delta p = \left| \frac{G_{co}}{0.75 K_v} \right|^2$$

### 8.2. Regulator ilościowy c.T.

Dla przepływu oliczeniowego i straty ciśnienia na zaworze równego 0,25  $\Delta p$  i stopniu otwarcia 75% , wymagany współczynnik wypływu wyniesie

$$K_v = \frac{G_{co}}{0.75 \cdot \sqrt{\Delta p}}$$

$$K_v = 19,97 \text{ m}^3/\text{h}$$

dobrano :

Zawór regulacyjny typu VB2, Dn 40  $K_v =$

25  $\text{m}^3/\text{h}$

Siłownik ze sprężyną powrotną 5825-10 s firmy Samson z termostatem

zabezpieczającym samoczynnie załącz. TR/STW (30-120 st.C), nast.85 C , Danfoss

opór hydrauliczny zaworu przy stopniu otwarcia 0,75 wyniesie :

$$\Delta p = 0,10 \text{ bar}$$

$$\Delta p = \left| \frac{G_{co}}{0.75 K_v} \right|^2$$

### 8.2. Regulator ilościowy c.w.u.

Dla przepływu oliczeniowego i straty ciśnienia na zaworze równego 0,25  $\Delta p$  i stopniu otwarcia 75% , wymagany współczynnik wypływu wyniesie

$$K_v = \frac{G_{cw}}{0.75 \cdot \sqrt{\Delta p}}$$

$$K_v = 4,84 \text{ m}^3/\text{h}$$

dobrano :

Zawór regulacyjny typu VB2 , Dn 20,  $K_v =$

6,3  $\text{m}^3/\text{h}$

Siłownik ze sprężyną powrotną 5825-23 s firmy SAMSON z termostatem

zabezpieczającym samoczynnie załącz. TR/STW (30-120 st.C), nast.60 C , Danfoss

opór hydrauliczny zaworu przy stopniu otwarcia 0,75 wyniesie :

$$\Delta p = \left| \frac{G_{co}}{0.75 K_v} \right|^2$$

$\Delta p =$  0,09                      bar

## 10. Obliczenie wymaganego ciśnienia dyspozycyjnego dla węzła cieplnego

### 10.1. Zestawienie oporów hydraulicznych w okresie zimowym

#### 10.1.1. Zestawienie oporów hydraulicznych obiegu C.O.

wymienniki c.o.	1 kPa
regulator c.o.	15 kPa
ciepłomierz c.o.	5 kPa
opory rur	<u>7</u> kPa
razem	28 mm s.w.

#### 10.1.2. Zestawienie oporów hydraulicznych obiegu C.T.

wymienniki c.T.	2 kPa
regulator c.T.	10 kPa
opory rur	<u>7</u> kPa
razem	19 mm s.w.

#### 10.1.2. Zestawienie oporów hydraulicznych obiegu C.w.u.

wymienniki c.w.	3 kPa
regulator c.w.	9 kPa
ciepłomierz c.W.	5 kPa
opory rur	<u>5</u> kPa
razem	22 mm s.w.

Przepływ obliczeniowy	8379 kg/h		
Obliczeniowe $\Delta p_w$	78 kPa	=	0,78 bar

przy otwarciu zaworu 75% , wymagany współczynnik wypływu wyniesie

$$\Delta p = \left| \frac{G_{sc}}{0,75 K_v} \right|^2$$

$K_v =$  12,61 m<sup>3</sup>/h

Dobrano :

regulator różnicy ciśnienia z ograniczeniem przepływu , Dn40,  $K_v = 16,0$  m<sup>3</sup>/h, z członem regulującym w zakresie 0.2 – 1,0 bar.

### 10.2. Zestawienie oporów hydraulicznych w okresie letnim

#### 10.2.1. Zestawienie oporów hydraulicznych obiegu C.w.u.

wymienniki c.w.	3 kPa
regulator c.w.	9 kPa
ciepłomierz c.W.	5 kPa
opory rur	<u>5</u> kPa



razem 22 mm s.w.

Przepływ obliczeniowy

1406 kg/h

Obliczeniowe  $\Delta p_w$

78 kPa

=

0,78 bar

przy otwarciu zaworu 75% , wymagany współczynnik wypływu wyniesie

$$\Delta p = \left| \frac{G_{sc}}{0,70 \cdot K_v} \right|^2$$

$K_v = 2,12 \text{ m}^3/\text{h}$

