2. Obliczenia i dobór urządzeń.

2.1. Dane wyjściowe.

Dane wyjściowe

Parametry sieci cieplnej zimą	Zasilanie	Tzsz =	**135**	°C
	Powrót	Tpsz =	**70**	°C
Parametry instalacji c.o.	Zasilanie	Tzco =	**80**	°C
	Powrót	Tpco =	**60**	°C
Parametry instalacji zasilającej nagrzewnicę centrali wentylacyjnej	Zasilanie	Tzct =	**80**	°C
	Powrót	Tpct =	**60**	°C
Ciśnienie dyspozycyjne	Zima	PdyspZ =	**80,0**	kPa
Dopuszczalne ciśnienie wody sieciowej		Pmax =	**1,6**	MPa
Zapotrzebowanie ciepła na cele c.o.		Qco =	**47,0**	kW
Zapotrzebowanie ciepła na cele c.t.		Qct =	**6,0**	kW
Moc zamówiona: Qz = Qco + Qct		Qz =	**53,0**	kW
Ciśnienie dyspozycyjne instalacji	c.o.	Hico =	**13,4**	kPa
	c.t.	Hict =	**14,0**	kPa
Dopuszczalne ciśnienie w instalacji	c.o.	Pmaxco =	**0,50**	Mpa
	c.t.	Pmaxct =	**0,50**	Mpa
Ciśnienie statyczne instalacji c.o.		Pst =	**0,46**	bar
Ciśnienie statyczne instalacji c.t.		Pst =	**0,95**	bar

2.2. Przepływy obliczeniowe

2.2.1. Przepływ sieciowy.

Przepływ sieciowy c.o.:

$$G_{Sco} = \frac{Q_{co} \times 0,86}{(Tzsz - Tpsz)}$$

Gsco = **0,62** t/h **0,64** m3/h

Przepływ sieciowy c.t.:

$$G_{Sct} = \frac{Q_{ct} \times 0,86}{(Tzsz - Tpsz)}$$

Gsct = **0,08** t/h **0,08** m3/h

Przepływ max sieciowy zimą:

$$G_{SZ} = \frac{Q_{co} \times 0,86}{(Tzsz - Tpsz)} + \frac{Q_{ct} \times 0,86}{(Tzsz - Tpsz)}$$

Gsz = **0,70** t/h **0,72** m3/h

Przepływy – strona sieciowa

Przepływ sieciowy c.o.	Gsco =	**0,62**	t/h	**0,64**	m3/h
Przepływ sieciowy c.t.	Gsct =	**0,08**	t/h	**0,08**	m3/h
Przepływ sieciowy	Gscz =	**0,70**	t/h	**0,72**	m3/h

2.2.2. Przepływ instalacyjny.

Przepływ instalacyjny c.o.:

$$G_{ico} = \frac{Q_{co} \times 0,86}{(Tzco - Tpco)}$$

Gico = **2,02** t/h **2,07** m3/h

Przepływ instalacyjny c.t.:

$$G_{ict} = \frac{Q_{ct} \times 0,86}{(Tzct - Tpct)}$$

Gict = **0,26** t/h **0,26** m3/h

Przepływy – strona instalacyjna

Przepływ instalacyjny c.o.	Gico =	**2,02**	t/h	**2,07**	m3/h
Przepływ instalacyjny c.t.	Gict =	**0,26**	t/h	**0,26**	m3/h

2.3. Dobór średnic przyłączy

Średnica przyłącza sieci	Dn =	**25**	mm
Średnica przyłącza c.o. (strona sieciowa)	Dn =	**25**	mm
Średnica przyłącza c.t. (strona sieciowa)	Dn =	**25**	mm
Średnica przyłącza c.o. (strona instalacyjna)	Dn =	**32**	mm
Średnica przyłącza c.t. (strona instalacyjna)	Dn =	**20**	mm

2.4. Obieg sieciowy.

2.4.1. Dobór wymienników.

Moc wymiennika c.o.	Qco =	**47,0**	kW
Parametry sieci cieplnej	Tzsz =	**135**	°C
	Tpsz =	**70**	°C
Parametry instalacji c.o.	Tzco =	**80**	°C
	Tpco =	**60**	°C
Moc wymiennika c.t.	Qct =	**6,0**	kW
Parametry sieci cieplnej	Tzsz =	**135**	°C
	Tpsz =	**70**	°C
Parametry instalacji c.t.	Tzct =	**80**	°C
	Tpct =	**60**	°C

Wymienniki c.o. i c.t. dobrano programem HEX CALC firmy Danfoss zgodnie z danymi wyjściowymi.

Na potrzeby c.o. dobrano wymiennik typu **XB 10-1 20**

Na potrzeby c.t. dobrano wymiennik typu **XB 10-1 10**

2.5. Obieg c.o.

2.5.1. Dobór wymiennika c.o.

Zgodnie z programem komputerowym dobrano wymiennik firmy **Danfoss/LPM** typ **XB 10-1 20**

Opory po stronie sieciowej	Hsco =	**1,0**	kPa
Opory po stronie instalacyjnej	Hcoi =	**12**	kPa

2.5.2. Dobór pompy obiegowej

Przepływ obliczeniowy instalacji c.o.		Gico =	**2,07**	m3/h
Wydajność pompy Gico		Gp =	**2,07**	m3/h
Opory instalacji c.o.		Hico =	**13,40**	kPa
Spadek ciśnienia na wymienniku		Hcoi =	**12,00**	kPa
Spadek ciśnienia na instalacji węzła		Hw =	**4,32**	kPa
Spadek ciś. na odmulniku FOM-25	Kvos= 14,0 m3/h	Hos =	**2,18**	kPa

Wysokość podnoszenia pompy

ΣH = **31,90** kPa

Dobrano pompę obiegową c.o. firmy **Grundfos** typu **MAGNA 25-100** szt. **1**

Pobór mocy 190 W , zasilanie 1x230 V , prąd znamionowy 1,25 A.

Praca wg charakterystyki proporcjonalnej

2.5.3. Zabezpieczenie instalacji c.o.

Elementy zabezpieczenia instalacji c.o. dobrano zgodnie z PN-EN 12828 "Instalacje ogrzewcze w budynkach. Projektowanie wodnych instalacji centralnego ogrzewania" .

2.5.3.1. Dobór naczynia wzbiorczego

Pojemność użytkowa

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

Ve = **7,1** dm3

Pojemność instalacji	Vsys =	**282**	dm3
Przyrost objętości wody	e =	**2,52**	%

Pojemność całkowita

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

Vexp,min = **18,9** dm3

Pojemność rezerwy wody	$V_{WR} = V_{system} \times 1\% =$	**2,82**	dm3
Max ciśnienie	pe =	**2,5**	bar
Ciśnienie wstępne	po =	**0,66**	bar
Wysokość geometryczna instalacji	Pst =	**4,6**	m

Ciśnienie początkowe napełniania

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

$p_{a,\min} =$ **1,0** bar

Ciśnienie końcowe napełniania

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

$p_{a,\max} =$ **1,45** bar

Dobrano **1** naczynie wzbiorcze firmy **Reflex** typ **NG** **35** z niewymienną membraną o poj. całkowitej 35**l**, Max ciśnienie 6 bar, temp. 70 °C, Nr kat. 72.70.113. Wym. D = 354 mm, H = 459 mm.

Minimalna wewnętrzna średnica rury wzbiorczej

$$d = 0,7 \times \sqrt{Ve}$$

d = 1,87 mm

Przyjęto rurę o średnicy Ø20.

2.5.3.2. Dobór zaworu bezpieczeństwa

Przepustowość zaworu bezpieczeństwa

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

M = **4,03** kg/s

Ciśnienie w sieci cieplnej	p1 =	**16,0**	bar
Dopuszczalne ciśnienie w instalacji	p2 =	**3,0**	bar
Gęstość wody sieciowej (t=120 ºC)	ρ =	**930,495**	kg/m3
Współczynnik	b =	**2**	
Powierzchnia przekroju otworu - wg katalogu dla XB 10	A =	**0,000041**	m2

Minimalna średnica króćca dolotowego zaworu

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

do = **24,9** mm

Dopuszczalny współczynnik wypływu αC = αCrz*0,9 = **0,36**

Ciśnienie otwarcia	p2 =	**3,0**	bar
Współczynnik wypływu dla cieczy	αC =	**0,4**	

Dobrano **2** zawory bezpieczeństwa **SYR** typu **1915**

Średnica nominalna	dn =	**25**	mm
Średnica kanału dolotowego	do =	**20**	mm
Ciśnienie otwarcia zaworu bezpieczeństwa	p =	**3,0**	bar

Wymogi UDT - świadectwo badania typu UDT Nr 42-C/04 - imp.

2.6. Obieg c.t.

2.6.1. Dobór wymiennika c.t.

Zgodnie z programem komputerowym dobrano wymiennik firmy **Danfoss/LPM** typ

XB 10-1 10

Opory po stronie sieciowej			
Opory po stronie instalacyjnej	Hsct =	**0,0**	kPa
	Hcti =	**2**	kPa

2.6.2. Dobór pompy obiegowej

Przepływ obliczeniowy instalacji c.t.			Gict =	**0,26**	m3/h
Wydajność pompy Gict			Gp =	**0,26**	m3/h
Opory instalacji c.t.			Hict =	**13,95**	kPa
Spadek ciśnienia na wymienniku			Hcti =	**2,00**	kPa
Spadek ciśnienia na instalacji węzła			Hw =	**0,00**	kPa
Spadek ciś. na odmulniku FOM-25	Kvos=	14,0 m3/h	Hos =	**2,18**	kPa
Wysokość podnoszenia pompy			ΣH =	**18,13**	kPa

Dobrano pompę obiegową c.o. firmy **Grundfos** typu **MAGNA 25-100** szt. **1**
Pobór mocy 190 W , zasilanie 1x230 V , prąd znamionowy 1,25 A.
Praca wg charakterystyki proporcjonalnej

2.6.3. Zabezpieczenie instalacji c.t.

Elementy zabezpieczenia instalacji c.o. dobrano zgodnie z PN-EN 12828 "Instalacje ogrzewcze w budynkach. Projektowanie wodnych instalacji centralnego ogrzewania" .

2.6.3.1. Dobór naczynia wzbiorczego

Pojemność użytkowa

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

Ve = **0,8** dm3

Pojemność instalacji	Vsys =	**32**	dm3
Przyrost objętości wody	e =	**2,52**	%

Pojemność całkowita

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

Vexp,min = **2,9** dm3

Pojemność rezerwy wody	$V_{WR} = V_{system} \times 1\% =$	**0,32**	dm3
Max ciśnienie	pe =	**2,5**	bar
Ciśnienie wstępne	po =	**1,15**	bar
Wysokość geometryczna instalacji	Pst =	**9,5**	m

Ciśnienie początkowe napełniania

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

$p_{a,\min} =$ **1,2** bar

Ciśnienie końcowe napełniania

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

$p_{a,\max} =$ **2,26** bar

Dobrano **1** naczynie wzbiorcze firmy **Reflex** typ **NG** **18** z niewymienną membraną o poj. całkowitej 18**l**, Max ciśnienie 6 bar, temp. 70 °C, Nr kat. 72.50.113. Wym. D = 280 mm, H = 345 mm.

Minimalna wewnętrzna średnica rury wzbiorczej

$$d = 0,7 \times \sqrt{Ve}$$

d = 0,63 mm

Przyjęto rurę o średnicy Ø20.

2.6.3.2. Dobór zaworu bezpieczeństwa

Przepustowość zaworu bezpieczeństwa

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

M = **4,03** kg/s

Ciśnienie w sieci cieplnej	p1 =	**16,0**	bar
Dopuszczalne ciśnienie w instalacji	p2 =	**3,0**	bar
Gęstość wody sieciowej (t=120 ºC)	ρ =	**930,495**	kg/m3
Współczynnik	b =	**2**	
Powierzchnia przekroju otworu - wg katalogu dla XB 10	A =	**0,000041**	m2

Minimalna średnica króćca dolotowego zaworu

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

do = **24,9** mm

Dopuszczalny współczynnik wypływu αC = αCrz*0,9 = **0,36**

Ciśnienie otwarcia	p2 =	**3,0**	bar
Współczynnik wypływu dla cieczy	αC =	**0,4**	

Dobrano **1** zawór bezpieczeństwa **SYR** typu **1915**

Średnica nominalna	dn =	**25**	mm
Średnica kanału dolotowego	do =	**20**	mm
Ciśnienie otwarcia zaworu bezpieczeństwa	p =	**3,0**	bar

Wymogi UDT - świadectwo badania typu UDT Nr 42-C/04 - imp.

2.7. Urządzenia automatycznej regulacji

2.7.1. Regulator różnicy ciśnień i przepływu wody sieciowej.

Przepływ wody sieciowej

zima **Gscz** = **0,72** m3/h

Stała wartość ciśnienia dyspozycyjnego dla obiegów sieciowych powinna być utrzymana niezależnie od wahań ciśnienia w sieci cieplnej na stałym poziomie. W tym celu dobrano regulator różnicy ciśnień i przepływu firmy Danfoss typu

Kvs zaworu regulacyjnego	**AVPQ Dn 15, Kvs=1,6 m3/h**	Kvs =	**1,6**	m3/h
zakres nastaw ciśnienia regulatora			**0,2-1,0**	bar
zakres nastaw przepływu			**0,06-1,4**	m3/h
mierniczy spadek ciśnienia			**0,2**	bar
przepływ nominalny przy dP=0,2 bar		Qn =	**1,4**	m3/h

Rzeczywisty opór zaworu całkowicie otwartego zima **Hzr100%z=** **40,10** kPa

Regulator należy zamontować na przewodzie zasilającym węzła przyłączeniowego.

2.7.2. Regulacja temperatury centralnego ogrzewania i ciepła technicznego.

Przyjęto zestaw regulacji temperatury firmy Danfoss składający się z elektronicznego regulatora pogodowego typ ECL Comfort 310 z kluczem A376 i modułem ECA32.

2.7.2.1. Zestaw regulacyjny c.o.

Dobrano następujący zestaw regulacyjny dla potrzeb c.o.:

zawór typu:	**Danfoss**	**VM2 DN15, Kvs = 1,6 m3/h**		
Przepływ wody sieciowej		**Gsco =**	**0,64**	m3/h
Kvs zaworu regulacyjnego - zredukowane		Kvs =	**1,6**	m3/h
Rzeczywisty opór zaworu całkowicie otwartego		**Hzco100% =**	**15,81**	kPa
siłownik elektryczny typu:	**Danfoss**	**AMV 13**		
czujnik temperatury zewnętrznej	**Danfoss**	**ESMT**		
czujnik temperatury zasilania	**Danfoss**	**ESMU-100**		
termostat z funkcją bezpieczeństwa, zakres nastaw 30-120 C	**Danfoss**	**ST-1**	- nastawa 85 °C	

2.7.2.2. Zestaw regulacyjny c.t.

Dobrano następujący zestaw regulacyjny dla potrzeb c.t.:

zawór typu:	**Danfoss**	**VM2 DN15, Kvs = 0,25 m3/h**		
Przepływ wody sieciowej		**Gsct =**	**0,08**	m3/h
Kvs zaworu regulacyjnego - zredukowane		Kvs =	**0,3**	m3/h
Rzeczywisty opór zaworu całkowicie otwartego		**Hzct100% =**	**10,55**	kPa
siłownik elektryczny typu:	**Danfoss**	**AMV 10**		
czujnik temperatury zasilania	**Danfoss**	**ESMU-100**		

2.8. Urządzenia pomiarowo-rozliczeniowe

2.8.1. Ciepłomierz na węźle przyłączeniowym (globalny licznik ciepła)

Do rozliczeń zużycia ciepła pomiędzy Dostawcą i Odbiorcą projektuje się ultradźwiękowy licznik ciepła firmy Kamstrup składający się z:

*mikroprocesorowego przelicznika ciepła typu **MULTICAL 602 67-C 0 20 2 B12 + M-BUS**

zakres temperatur	10-160	°C
różnica temperatur	5-150	K
pomiar ciepła	GJ	
pomiar przepływu	m3	
zasilanie bateryjne	10 lat pracy	
impulsowanie	100 imuls/l	

*przepływomierza typu **ULTRAFLOW 54 Dn20, qn=1,5 m3/h** PN25 (montaż na powrocie)

w wykonaniu kołnierzowym DN20x130 typ **65-5-CDAD-XXX** kabel 3,0 mb + 2 uszczelki Nr kat. **2210-062**

przepływ nominalny	qp =	1,5	m3/h
przepływ maksymalny	qs =	3	m3/h
przepływ rozruchowy	ql =	0,015	m3/h
	kv =	3,2	m3/h

przepływ wody sieciowej zimą Gscz = **0,72** m3/h
przepływ nominalny przepływomierza Qn = **1,50** m3/h
Strata ciśnienia na przepływomierzu wynosi:
dla przepływu nominalnego Qn **20,00** kPa
w okresie zimowym **0,05** kPa
*pary czujników temperatury **PT500** f. Kamstrup typu **65-00-0B0-XXX** w tulei L= 90 mm typ **65-57-327**

2.8.2. Uzupełnianie zładu c.o.

Celem rozliczania ilości wody sieciowej pobranej do uzupełniania ubytków w zładzie instalacji c.o. projektuje się montaż wodomierza do wody gorącej.
Ubytki wody w zładzie c.o. zgodnie z normą PN-91/B-02415 wynoszą 1,5% wydajności pompy obiegowej c.o.

$$G_U = 0{,}015 \times G_P$$

GU = **0,03** m3/h

Przyjęto wodomierz typu **JS 90-1,5-NK Dn15 (z impuls. 1k=1l)** firmy **PoWoGaz** współny dla uzupełniania zładu c.t.
Nominalny strumień **1,5** m3/h
Max strumień roboczy **3,0** m3/h
Minimalny strumień **0,03** m3/h
Wartość impulsu **1** L/imp
Wyjście kontaktowe wodomierza połączyć z przelicznikiem globalnego ciepłomierza. **1** L/imp
Powyższa ilość wody uzupełniana będzie z powrotu sieciowego przewodem dn15.

2.8.3. Dobór zaworu zupełniania zładu c.o.

Uzupełnianie zładu c.o. odbywać się będzie samoczynnie za pomocą zaworu do napełniania instalacji grzewczych Dn 15 typ 2128 firmy SYR. Nastawa ciśnienia **1,0 bar**.
Uzupełnianie zładu powinno odbywać się pod nadzorem obsługi.

2.8.4. Uzupełnianie zładu c.t.

Uzupełnianie zładu c.t. projektuje się roztworem glikolu polietylenowego o stężeniu 30 % za pomocą pompki ręcznej poprzez zawór odcinający.

2.9. Obliczenia hydrauliczne

2.9.1. Strona wysokich parametrów w okresie zimowym

Odcinek wspólny - węzeł przyłączeniowy

	Przepływ	Średnica	V	R	Lp	Lz	Lc	RxL
	t/h	mm	m/s	mm/m	m	m	m	kPa
1	0,70	25	0,4	9,7	7,5	16,0	23,5	2,27
2	0,70	20	0,6	33,7	0,2	1,2	1,4	0,47

Opór regulatora AVPQ Dn 15, Kvs=1,6 m3/h 40,10
Opór przepływomierza globalnego ULTRAFLOW 54 Dn20, qn=1,5 m3/h 0,05
Opór odmulnika IOW-1 Dn25 Kvs= 14,0 m3/h 0,25
ΔPprzz = **43,14**

Odcinek c.o.

	Przepływ	Średnica	V	R	Lp	Lz	Lc	RxL
	t/h	mm	m/s	mm/m	m	m	m	kPa
1	0,62	25	0,4	7,6	2,5	5,6	8,1	0,61
2	0,62	15	1,0	114,9	0,3	1,3	1,6	1,79

Opór wymiennika c.o.	XB 10-1 20	1,00
Opór zaworu regulacyjnego	VM2 DN15, Kvs = 1,6 m3/h	15,81
	Razem	62,35
Wymagane ciśnienie dyspozycyjne dla węzła w okresie zimowym		**62,35**
Wysokość ciśnienia do nastawy na regulatorze różnicy ciśnień		**19,21**

Odcinek c.t.

	Przepływ	Średnica	V	R	Lp	Lz	Lc	RxL
	t/h	mm	m/s	mm/m	m	m	m	kPa
1	0,08	25	0,0	0,1	2,5	8,0	10,5	0,01
2	0,08	15	0,1	1,9	7,2	1,0	8,2	0,15

Opór wymiennika c.t.	XB 10-1 10	0,00
Opór zaworu regulacyjnego	VM2 DN15, Kvs = 0,25 m3/h	10,55
	Razem	53,84
Wymagane ciśnienie dyspozycyjne dla węzła w okresie zimowym		**53,84**
Wysokość ciśnienia do nastawy na regulatorze różnicy ciśnień		**10,71**

2.9.2. Strona niskich parametrów

Obieg c.o.

	Przepływ	Średnica	V	R	Lp	Lz	Lc	RxL
	t/h	mm	m/s	mm/m	m	m	m	kPa
1	2,02	32	0,7	21,0	7,2	13,3	20,5	4,32
2	2,02	25	1,1	71,2	0,2	0,8	1,0	0,74

Opór wymiennika c.o.	XB 10-1 20	12,00
Opór filtra Dn32	Kvs= 21,5 m3/h	0,88
	Razem	**17,95**

Obieg c.t.

	Przepływ	Średnica	V	R	Lp	Lz	Lc	RxL
	t/h	mm	m/s	mm/m	m	m	m	kPa
1	0,26	20	0,3	7,1	8,5	6,6	15,1	1,07

Opór wymiennika c.t.	XB 10-1 10	0,00
Opór filtra Dn25	Kvs= 8,2 m3/h	0,10
	Razem	**1,17**