

II. PROJEKT TECHNOLOGII WĘZŁA CIEPLNEGO

II.I. CZĘŚĆ OPISOWA

1.0. Podstawa opracowania

- o Zlecenie Inwestora – Miasto Bydgoszcz, ul. Jezuicka 1, 85-102 Bydgoszcz reprezentowany przez Administrację Domów Miejskich „ADM” Sp. z o.o. z siedzibą w Bydgoszczy Śniadeckich 1,
- o „Audyt energetyczny budynku mieszkalno – usługowego przy ul. Pięknej 27 w Bydgoszczy wykonany przez ENEPROJEKT BIURO PROJEKTOWE Adam Dziamski, ul. Unii Lubelskiej 249 Poznań, oprac. czerwiec 2017,
- o "Warunki przyłączenia obiektu do miejskiej sieci ciepłowniczej" dla budynku mieszkalno usługowego przy ul. Pięknej 27 w Bydgoszczy - nr EE/136/2016, z dnia 26.02.2016 oraz aktualny "Warunków" nr EE/ST/421b/1708/2017 z dnia 27.03.2017 r.
- o "Założenia techniczno-eksploatacyjne do projektu węzła cieplnego wielofunkcyjnego" "Wytyczne dla pomieszczeń węzłów ciepłych"- wydane przez KPEC w Bydgoszczy, 12.2017
- o Projekt instalacji centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej, oprac. „ENEPRO. 07.2017r.
- o Wizja lokalna i inwentaryzacja przedprojektowa,
- o Obowiązujące normy i literatura techniczna, DTR urządzeń.
- o Uzgodnienia międzybranżowe.

2.0. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt źródła ciepła dla budynku mieszkalnego z częścią usługową zlokalizowanego przy ul. Pięknej 27 w Bydgoszczy.

Źródłem ciepła dla obiektu będą:

- 2-funkcyjny węzeł cieplny dla potrzeb części mieszkalnej budynku, o mocy ~~40,5 kW~~ i c.w. o mocy 38,0 kW, i użytkowej 44,0 kW

~~- węzeł jednofunkcyjny, dla potrzeb c.o., dla części użytkowej budynku o mocy 3,5 kW.~~

Zgodnie z "Warunkami przyłączenia" j.w. oba węzły zlokalizowane będą w jednym pomieszczeniu i zasilane z wspólnego przyłącza sieci ciepłowniczej.

Przyłącze sieci ciepłowniczej nie stanowi zakresu opracowania.

Projekt centralnej ciepłej wody użytkowej i cyrkulacji oraz instalacji c.o. stanowi odrębne opracowanie.

3.0. Stan istniejący

Istniejący budynek jest budynkiem mieszkalnym z częścią usługową, 5-kondygnacyjny, podpiwniczony. Budynek jest wyposażony w instalację gazową, wodociągową, kanalizację elektryczną, nie posiada centralnej instalacji ciepłej wody użytkowej ani instalacji centralnego ogrzewania.

Pomieszczenia części mieszkalnej oraz usługowej ogrzewane są za pomocą pieców kaflowych oraz grzejników olejowych. Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest w indywidualnych pojemnościowych elektrycznych podgrzewaczach c.w.u., są lokale mieszkalne nie posiadające instalacji c.w.u.

Projekt centralnej ciepłej wody użytkowej i cyrkulacji oraz podłączenia projektu instalacji c.o. do węzła cieplnego stanowi odrębne opracowanie.

4.0. Charakterystyka eksploatacyjna węzłów ciepłych

Projektowany węzeł cieplny zlokalizowany będzie w wydzielonym pomieszczeniu na podpiwnicy, w pomieszczeniu obecnie przeznaczonym na piwnice lokatorskie.

Zgodnie z "Warunkami technicznymi" j.w. do węzła cieplnego należy doprowadzić przyłącze ciepłownicze, które będzie włączone do istniejącej sieci ciepłej preizolowanej 2 x DN65 w ul. Pięknej.

Projektuje się:

- dla części mieszkalnej węzeł cieplny kompaktowy wiszący w układzie równoległym, z jednostopniowym podgrzewem c.w.u.
- ~~dla części użytkowej węzeł kompaktowy wiszący jednofunkcyjny, tylko dla c.o.~~
- ~~moduł przyłączeniowy indywidualny dla każdego z węzłów.~~

TABELA PARAMETRÓW

1. Parametry miejskiej sieci ciepłej zgodnie z „Warunkami technicznymi podłączenia do sieci ciepłowniczej”, wynoszą:

L.p.	Parametry czynnika grzewczego	Zima	Lat
1.	Maksymalna temperatura zasilania wody sieciowej	130/60°C	70/35°C
2.	Parametry wody sieciowej do doboru wymienników w okresie letnim	-	70/35°C
4.	Ciśnienie dyspozycyjne	100kPa	100kPa
5.	Maksymalne ciśnienie robocze sieci ciepłej	1,6 MPa	

2. Parametry obliczeniowe instalacji c.o.:

L.p.	Parametry instalacji c.o. części mieszkalnej	
1.	Moc cieplna zamówiona	40,5 kW 44,0 kW
2.	Obliczeniowa temperatura zasilania / powrotu instalacji	70/50°C
3.	Wymagane ciśnienie dyspozycyjne	10,9 kPa
4.	Pojemność wodna instalacji	349,5 l

L.p.	Parametry instalacji c.o. części usługowej	
1.	Moc cieplna zamówiona	3,5 kW
2.	Obliczeniowa temperatura zasilania / powrotu instalacji	70/50°C
3.	Wymagane ciśnienie dyspozycyjne	8,5 kPa
4.	Pojemność wodna instalacji	23,1 l

3. Parametry obliczeniowe instalacji c.w.u.:

L.p.	Parametry instalacji c.w.u.	
1.	Moc cieplna	$Q_{cwuSr} = 9,0 \text{ kW}$ $Q_{cwumax} = 37,9 \text{ kW}$
2.	Obliczeniowa temperatura instalacji	5/55°C
3.	Strata ciśnienia w obiegu c.w.u.	25 kPa

Proponuje się doprowadzenie przyłącze ciepłego 2 x Dn25 (rura preizolowana bez szwu 33,7X2,9/110) .

Projekt przyłącza nie stanowi zakresu opracowania

5.0. Projektowany układ technologiczny węzła cieplnego

W pomieszczeniu węzła cieplnego przewiduje się montaż dwóch kompaktowych wiszących węzłów ciepłych:

- węzeł cieplny 2-funkcyjny, produkcji firmy Danfoss(lub inny równoważny), dla części mieszkalnej budynku, o mocy maksymalnej dla c.o. 41 kW oraz 38 kW na cele c.w.u.

44

~~- węzeł cieplny 1-funkcyjny, produkcji firmy Danfoss (lub inny równoważny), dla części usługowej budynku, o mocy maksymalnej dla c.o. 3,5 kW.~~

Węzły montowane będą w wydzielonym pomieszczeniu znajdującym się na poziomie piwnicy budynku. Zakres prac budowlanych niezbędnych dla dostosowania pomieszczenia do potrzeb i wymagań stawianych w normie PN-99/8864-46 „Węzły ciepłe. Wymagania i badania przy odbiorze” zawarto w p-cie A.8.0 opracowania.

WĘZEŁ KOMPAKTOWY WISZĄCY 2-FUNKCYJNY NA CO I CWU

W skład 2-funkcyjnego węzła cieplnego wchodzi poza orurowaniem technologicznym, niezbędną armaturą odcinającą i pomiarową, następujące moduły funkcjonalne:

- MODUŁ PRZYŁĄCZENIOWY

Moduł przyłączeniowy, montowany na progu węzła za głównymi zaworami odcinającymi węzła.

Moduł stanowi zespół urządzeń firmy Danfoss, w którego skład wchodzi :

- regulator różnicy ciśnień z regulatorem przepływu, montowany na przewodzie powrotnym sieci ciepłej,
 - armatura odcinająca - nastawcza
- część filtracyjna
- część pomiarowo – rozliczeniowa:
 - dla strumienia wody sieciowej zasilającej moduł c.o. i c.w.u.,
 - układ dla pomiaru uzupełniania wody w instalacji c.o.

Regulator różnicy ciśnienia i przepływu spełnia funkcje wymagane w „Wytycznych projektowania”.

- MODUŁ REGULACJI ELEKTRONICZNEJ

Moduł sterowniczo – pomiarowy, zlokalizowany w szafce sterowniczej zabudowanej na agregacie kompaktowym, złożony ze sterownika oraz kompletu czujników temperatury. Do sterowania pracą węzła cieplnego zastosowany został zespół urządzeń elektronicznych firmy Danfoss, w którego skład wchodzi :

- regulator pogodowy ECL Comfort 310 z kluczem do aplikacji ECL A266 – do pogodowej regulacji temperatury zasilania w układach centralnego ogrzewania i regulacją stałotemperaturową obiegu ciepłej wody użytkowej w układzie przepływowym, przy zachowaniu priorytetu podgrzewu c.w.u.
- zespół elektronicznych czujników temperatury wody instalacyjnej, temperatury zewnętrznej ESMT oraz termostaat bezpieczeństwa TR/STW, jako ogranicznik temperatury instalacyjnej.

Regulator spełnia funkcje wymagane w „Wytycznych projektowania”.

- MODUŁ C.O.

Moduł przygotowania c.o. wchodzi w zakres 2-funkcyjnego węzła kompaktowego .

W skład modułu wchodzi następujące elementy:

- Wymiennik ciepła płytowy lutowany dla potrzeb c.o.
- Zawór bezpieczeństwa wymiennika c.o. – 1 szt.
- Przeponowe naczynie wzbiorcze – 1 szt.
- Część regulacyjno - nastawcza : zawór regulacyjny, z siłownikiem elektrycznym z funkcją zwrotną, do sterowania pracą wymiennika ciepła, na powrocie wody sieciowej
- Zespół filtracyjny wody instalacyjnej
- Zespół pompy obiegowej instalacji c.o.

- MODUŁ C.W.U.

Moduł przygotowania c.w.u. wchodzi w zakres 2-funkcyjnego węzła kompaktowego .

W skład modułu wchodzi następujące elementy :

- Wymiennik ciepła płytowy lutowany 1 - stopniowy dla potrzeb przygotowania c.w.u.
- Zawór bezpieczeństwa wymiennika c.w.u. – 1 szt.

- Część regulacyjno - nastawcza : zawór regulacyjny, z siłownikiem elektrycznym z funkcją zwrotną, do sterowania pracą wymiennika ciepła, zamontowany na powrocie wody sieciowej
- Zespół filtracyjny wody zimnej
- Zespół pompy cyrkulacyjnej c.w.u.
- Zespół pomiarowo - rozliczeniowy zużycia ciepła na c.w.u.

WĘZŁ KOMPAKTOWY WISZĄCY 1-FUNKCYJNY NA CO

W skład 1-funkcyjnego węzła ciepłego wchodzi poza orurowaniem technologicznym, niezbędną armaturą odcinającą i pomiarową, następujące moduły funkcjonalne:

- MODUŁ PRZYŁĄCZENIOWY

Moduł przyłączeniowy, montowany na progu węzła za głównymi zaworami odcinającymi węzła.

Moduł stanowi zespół urządzeń firmy Danfoss, w którego skład wchodzi :

- regulator różnicy ciśnień z regulatorem przepływu, montowany na przewodzie powrotnym sieci ciepłej,
 - armatura odcinająca - nastawcza
- część filtracyjna
- część pomiarowo - rozliczeniowa:
 - dla strumienia wody sieciowej zasilającej moduł c.o. i c.w.u.,
 - układ dla pomiaru uzupełniania wody w instalacji c.o.

Regulator różnicy ciśnienia i przepływu spełnia funkcje wymagane w „Wytycznych projektowania”.

- MODUŁ REGULACJI ELEKTRONICZNEJ

Moduł sterowniczo - pomiarowy, zlokalizowany w szafce sterowniczej zabudowanej na agregacie kompaktowym, złożony ze sterownika oraz kompletu czujników temperatury. Do sterowania pracą węzła ciepłego zastosowany został zespół urządzeń elektronicznych firmy Danfoss, w którego skład wchodzi :

- regulator pogodowy ECL Comfort 310 z kluczem do aplikacji ECL A230 - do pogodowej regulacji temperatury zasilania w układach centralnego ogrzewania
- zespół elektronicznych czujników temperatury wody instalacyjnej, temperatury zewnętrznej ESMT oraz termostat bezpieczeństwa TR/STW, jako ogranicznik temperatury instalacyjnej.

Regulator spełnia funkcje wymagane w „Wytycznych projektowania”.

- MODUŁ C.O.

Moduł przygotowania c.o. wchodzi w zakres 1-funkcyjnego węzła kompaktowego .

W skład modułu wchodzi następujące elementy:

- Wymiennik ciepła płytowy lutowany dla potrzeb c.o.
- Zawór bezpieczeństwa wymiennika c.o. - 1 szt.
- Przeponowe naczynie wzbiorcze - 1 szt.
- Część regulacyjno - nastawcza : zawór regulacyjny, z siłownikiem elektrycznym z funkcją zwrotną, do sterowania pracą wymiennika ciepła, na powrocie wody sieciowej
- Zespół filtracyjny wody instalacyjnej
- Zespół pompy obiegowej instalacji c.o.

6.0. Urządzenia technologiczne

6.1. Wymienniki ciepła

Dla przedstawionych wielkości zapotrzebowania ciepła dobrano wymienniki ciepła płytowe, lutowane miedzią.

Główne dane techniczne:

- Min. temperatura -10 °C
- Max. temperatura +180 °C
- Max. ciśnienie robocze 25 bar

II.II. OBLICZENIA WĘZŁA CIEPLNEGO CZĘŚCI MIESZKALNEJ

1.0. Dane wyjściowe do obliczeń węzła

1. Temperatura sieci LATO	zasilanie powrót	T_{zl} T_{pl}	70°C 35°C
2. Temperatura sieci ZIMA	zasilanie powrót	T_{zz} T_{pz}	130°C 60°C
3. Maksymalne ciśnienie robocze sieci ciepłej		P_{max}	1,6 MPa
4. Parametry temperaturowe instalacji c.o.	zasilanie powrót	T_{zco} T_{pcO}	70°C 50°C
5. Parametry temperaturowe instalacji c.w.u.	zasilanie powrót	T_{cwu} T_x	55°C 5 °C 44,0
6. Zapotrzebowanie ciepła c.o.		Q_{co}	40,5 kW
7. Zapotrzebowanie ciepła c.w.u.	maksymalne średnie	Q_{cwumax} $Q_{cwuśr}$	38,0 kW 9,0 kW
8. Opory instalacji	centralne ogrzewanie c.w.u.	dp_{co} dp_{cwu}	10,9 kPa 25,0 kPa
9. Dopuszczalne ciśnienie instalacji	centralne ogrzewanie c.w.u.	P_{maxco} P_{maxw}	0,4 MPa 0,6 MPa
10. Ciśnienie statyczne centralne ogrzewanie		P_{st}	0,15 MPa

2.0. Przepływy obliczeniowe

Okres grzewczy- parametry wg tabeli regulacyjnej

Przepływ obliczeniowy wody sieciowej dla węzła ciepłego z jednostopniowym podgrzewem ciepłej wody w sezonie grzewczym wynosi:

$$m_1 = \frac{Q_{co}}{c_w \cdot (130 - T_{pl})} + \frac{Q_{cwu r}}{c_w \cdot (70 - 35)} \text{ [kg/s]}$$

gdzie:

m_1 – przepływ w sezonie grzewczym, [kg/s]

c_w – ciepło właściwe wody, [kJ/kg·K] $c_w = 4,19$ kJ/kg·K

T_{pl} – temperatura powrotu z wymiennika c.o., [°C]

Q_{co} – zapotrzebowanie ciepła dla centralnego ogrzewania, [kW] $Q_{co} = 40,5$ kW

$Q_{cwu r}$ – zapotrzebowanie ciepła dla ciepłej wody średnie, [kW] $Q_{cwu r} = 9$ kW

$$m_1 = \frac{41}{4,19 \cdot (130 - 60)} + \frac{9}{4,19 \cdot (70 - 35)} = 0,138 + 0,061 = 0,206 \text{ kg/s}$$

$$V_{sz1} = 0,74 \text{ m}^3/\text{h}$$

Objętościowy strumień wody sieciowej:

Okres letni

Przepływ obliczeniowy wody sieciowej dla węzła cieplnego z jednostopniowym podgrzewem ciepłej wody w sezonie letnim wynosi:

$$m_2 = \frac{Q_{cw \max}}{c_w \cdot 35} \text{ [kg/s]}$$

gdzie:

m_1 – przepływ w sezonie letnim, [kg/s]

c_w – ciepło właściwe wody, [kJ/kg·K] $c_w = 4,19 \text{ kJ/kg·K}$

$Q_{cw \max}$ – zapotrzebowanie ciepła dla ciepłej wody maksymalnej, [kW]
 $Q_{cw \max} = 38,0 \text{ kW}$

$$m_2 = \frac{38,0}{4,19 \cdot 35} = 0,259 \text{ kg/s}$$

Objętościowy strumień wody sieciowej:

$$G_{scw} = 0,93 \text{ m}^3/\text{h}$$

TABELA PRZEPŁYWÓW

Węzeł c.o. i c.w.u. [°]		Temperatury		Przepływ wody sieciowej		Przepływ wody instalacyjnej	
		Okres grzewczy [°C]	Lato [°C]	[m³/h]		[m³/h]	
sieć	zasilanie	130	70	zima	0,74	-	-
	powrót	60	35	lato	0,93	-	-
Instalacja c.o.	zasilanie	70	-	Wymiennik c.o.	0,54	Wymiennik c.o.	1,81
	powrót	50	-				
Instalacja c.w.u.	Zasilanie	55	55	Wymiennik c.w.u.	0,93	Inst. c.w.u.	0,66
	powrót	5	5			cyrkulacja	0,20

3.0. Dobór średnic

DOBÓR ŚREDNIC

Średnica przyłącza (przepływ łączny dla całego węzła):			
Przepływ 0,93m³/h	Przyjęto Dn rury	25 (33,7x2,9)	mm
	Prędkość przepływu v =	0,44	m/s
Średnica przyłącza (przepływ dla węzła części mieszkalnej):			
Przepływ 0,74m³/h	Przyjęto Dn rury	25 (33,7x2,9)	mm
	Prędkość przepływu v =	0,41	m/s
Średnica przyłącza c.o. (strona sieciowa):			
Przepływ 0,54m³/h	Przyjęto Dn rury	20	mm
	Prędkość przepływu v =	0,47	m/s
Średnica przyłącza c.w. (strona sieciowa):			
Przepływ 0,93m³/h	Przyjęto Dn rury	20	mm
	Prędkość przepływu v =	0,71	m/s
Średnica przyłącza c.o. (strona instalacyjna):			
Przepływ 1,81m³/h	Przyjęto Dn rury	32	mm
	Prędkość przepływu v =	0,51	m/s
Średnica przyłącza c.w. (strona instalacyjna):			
Przepływ 0,66m³/h	Przyjęto Dn rury	20	mm
	Prędkość przepływu v =	0,57	m/s

Średnica przyłącza cyrkulacji:			
Przepływ 0,20m³/h	Przyjęto Dn rury	15	mm
	Prędkość przepływu v =	0,30	m/s

4.0. Węzeł c.w.u.

4.1. Wymiennik c.w.u.

Obliczeniowa moc wymiennika

38 kW

Do doboru wymiennika

T_{zi} / T_{pl} 70/35°C
 T_{cwu} / T_z 55/5°C

Dla powyższych danych dobrano:

Typ wymiennika _ płytowy, luźnowy

XB37M-1-16 G1

Danfoss.

Kartę doboru wymiennika zamieszczono w załącznikach.

Opory wymiennika :

- lato

Przepływ - strona sieciowa

0,93 m³/h

Przepływ- strona instalacyjna

0,66 m³/h

Strona sieciowa

$dp_{wcwu\ s}$

6 kPa

Strona instalacyjna

dp_{wcwui}

4 kPa

4.2. Pompa c.w.u.

Przepływ wody cyrkulacyjnej

G_{cyr}

0,20 m³/h

Urządzenia oczyszczające wodę instalacyjną

Filtr siatkowy typu

FS-15 KvF

7 m³/h

dp_f

0,1 kPa

Dobór parametrów pracy pompy:

Opory instalacji c.w.u.

dp_{cwu}

25,00 kPa

Opór wymiennika c.w.- strona instalacyjna

dp_{wcwui}

4,00 kPa

Opory na filtrze

dp_f

1,00 kPa

Opory miejscowe

dp_{wicw}

1,00 kPa

31,00 kPa

Dobrano pompę:

(z płynną regulacją obrotów)

ALPHA 2L-25-60N 180

UPS 25-40 N

Grundfos

4.3. Zabezpieczenie instalacji c.w.u.

Podstawa doboru zaworu bezpieczeństwa

PN-76/B-02440

Ciśnienie dopuszczalne wody sieciowej

P_{smax}

1,6 MPa

Ciśnienie dopuszczalne wody instalacyjnej

P_{maxcwu}

0,60 MPa

Powierzchnia przekroju XB37M

A

4 mm²

Masowa przepustowość zaworu: $M = 1,59 \cdot \alpha_{c1} \cdot b \cdot A \cdot [(p_3 - p_1) \cdot \gamma_1]^{1/2}$

1 272 kg/h

gdzie:

α_{c1} – współczynnik wypływu wody grzejnej; $\alpha_{c1} = 1,0$

b – współczynnik zależny od różnicy ciśnień dla $p_3 - p_1 \leq 5 \text{ kG/cm}^2$

b = 1

$p_3 - p_1 > 5 \text{ kG/cm}^2$

b = 2

p_3 – ciśnienie czynnika grzejnego [bar]; $p_2 = 16 \text{ bar}$

p_1 – ciśnienie dopuszczalne instalacji c.w.u. [bar]; $p_1 = 6 \text{ bar}$

γ_1 – ciężar objętościowy wody przy jej obliczeniowej temperaturze [kg/m³];

γ_1

980,59 kg/m³

Współczynnik wyptywu dla zaworu	$\alpha = 0,31$	α_c	0,22
Średnica wewnętrzna zaworu		d_0	14 mm
współczynnik wyptywu wody grzejnej		α_{c1}	1
ciśnienie na wylocie		p_2	0 bar

$$\text{Średnica króćca dopływowego } d_o = \sqrt{\frac{4 \cdot M}{3,14 \cdot 1,59 \cdot \alpha_c \cdot \sqrt{(1,1 \cdot p_{\max \text{ cwu}} - p_2) \cdot \gamma_1}}} \quad 7,6 \text{ mm}$$

Dobrano zawór bezpieczeństwa typ	SVW , MTR DN20 , ilość 1 szt.	WATTS
średnica wewnętrzna	d_0	14 mm
ciśnienie otwarcia	p_1	6 bar

Obliczenia dla przepływu dwufazowego – mieszanina wody i pary:

Podstawa doboru

UDT

Obliczenie maksymalnego przepływu w przypadku uszkodzenia wymiennika:

$$\dot{m} \geq 3600 \cdot \frac{N}{r} \text{ [kg/h]} \quad 66,48 \text{ kg/h}$$

gdzie:

N – wydajność wymiennika ciepła w warunkach obliczeniowych [kW]; N = 38 kW

r – ciepło parowania dla ciśnienia 0,6 MPa [kJ/kg]; r = 2057,8 kJ/kg

Obliczenia przepływu przez 1 szt. zaworu bezpieczeństwa MTR typ SVW DN 20 6,0 bar.

$$\dot{m} = 10 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \alpha \cdot A \cdot (1,1 \cdot p_{\max \text{ cwu}} + 0,1) \text{ [kg/h]} \quad 611,72 \text{ kg/h.}$$

gdzie:

k_1 – wsp. poprawkowy uwzględniający właściwości czynnika roboczego i jego parametry przed zaworem lub głowicą zabezpieczającą, $k_1 = 0,523$

k_2 – współczynnik poprawkowy uwzględniający wpływ stosunku ciśnień przed i za zaworem bezpieczeństwa, $k_2 = 1,0$

α – współczynnik wyptywu dla pary wg. danych katalogowych; $\alpha = 0,46$

p_1 – ciśnienie dopływu, $p_1 = 1,1 \cdot p_2 = 0,66 \text{ MPa}$

A = 153,9 mm² dla MTR typ SVW DN20, 6,0 bar, $d_0 = 14 \text{ mm}$

Dobrano dla przepływu dwufazowego zawór spełnia warunek:

$$611,72 > 66,48$$

5.0. Węzeł c.o.

5.1. Wymiennik c.o.

Obliczeniowa moc wymiennika

Do doboru wymiennika
zasilanie

T_{zz} / T_{pz}	130/60°C
T_{zco} / T_{pco}	70/50°C

44,0

41,0 kW

Dla powyższych danych dobrano:

Typ wymiennika _ płytowy, lutowany

XB 37L-1-16

XB37L-1-10 G1G1, Danfoss.

Kartę doboru wymiennika zamieszczono w załącznikach.

Opory wymiennika :

Przepływ - strona sieciowa

0,54 m³/h

Przepływ- strona instalacyjna

Strona sieciowa
Strona instalacyjna

dp_{wcos}
 dp_{wcoi}

1,93
~~1,81~~ m³/h
1,0
~~3,0~~ kPa
9,14 kPa

5.2. Pompa c.o.

Przepływ wody obiegowej
Urządzenia oczyszczające wodę instalacyjną
filtr DN25 Kvf 12,5 m³/h

G_{ico}

1,93
~~1,81~~ m³/h

dp_f

2,20 kPa

Dobór parametrów pracy pompy:

Opory instalacji c.o.
Opór wymiennika c.o.- strona instalacyjna
Opory na filtrze
Opory miejscowe

dp_{co}
 dp_{wcoi}
 dp_f
 dp_{wico}

10,9 kPa
9,14 kPa
2,20 kPa
8,00 kPa

30,24 kPa

Dobrano pompę:

(z płynną regulacją obrotów)

MAGNA3 32-120 F

Grundfos

5.3. Zawór bezpieczeństwa instalacji c.o.

Podstawa doboru zaworu bezpieczeństwa

PN-B-02414:1999 i zaleceniami UDT (WUDT-UC-WO-A/01, WUDT-UC-ZS/E)

Ciśnienie dopuszczalne wody sieciowej
Ciśnienie dopuszczalne wody instalacyjnej
Powierzchnia przekroju XB37L-1-10

P_{smax}
 P_1
A

1,6 MPa
0,30 MPa
9 mm²

Masowa przepustowość zaworu: $M = 447,3 \cdot b \cdot A \cdot [(p_{smax} - p_1) \cdot \rho]^{1/2}$

0,82 kg/s

gdzie:

b – współczynnik zależny od różnicy ciśnień dla $p_3 - p_1 \leq 5 \text{ kG/cm}^2$
 $p_3 - p_1 > 5 \text{ kG/cm}^2$

b = 1
b = 2

p_{smax} – ciśnienie czynnika grzejącego [bar]; $p_{smax} = 16 \text{ bar}$

p_1 – ciśnienie dopuszczalne instalacji c.o. [bar]; $p_1 = 4 \text{ bar}$

γ_1 – ciężar objętościowy wody przy jej obliczeniowej temperaturze [kg/m³]; $\gamma_1 = 943,4 \text{ kg/m}^3$

Współczynnik wypływu dla zaworu $a = 0,30$

$a_c = 0,9 \cdot a$

0,27

Średnica wewnętrzna zaworu

d_0

20 mm

współczynnik wypływu wody grzejnej

a_{c1}

1

ciśnienie na wylocie

p_2

0 bar

Średnica króćca dopływowego

$$d_o = 54 \cdot \sqrt{\frac{M}{a_c \cdot \sqrt{p_1 \cdot \rho}}}$$

12,00 mm

Dobrano zawór bezpieczeństwa typ SYR1915, DN25, ilość 1 szt.

HUSTY

średnica wewnętrzna

d_o

20 mm

ciśnienie otwarcia

p_1

4 bar

Obliczenia dla przepływu dwufazowego – mieszanina wody i pary:

UDT

Podstawa doboru

Obliczenie maksymalnego przepływu w przypadku uszkodzenia wymiennika:

$$\dot{m} \geq 3600 \cdot \frac{N}{r} \text{ [kg/h]}$$

$$55,21 \text{ kg/h}$$

gdzie:

N – wydajność wymiennika ciepła w warunkach obliczeniowych [kW]; N = 42,0 kW

r – ciepło parowania dla ciśnienia 0,4 MPa [kJ/kg]; r = 2738,5 kJ/kg

Obliczenia przepływu przez 1 szt. zaworu bezpieczeństwa HUSTY typ SYR1915 DN 25 4,0 bar.

$$\dot{m} = 10 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \alpha \cdot A \cdot (p_1 + 0,1) \text{ [kg/h]} \quad 488,3 \text{ kg/h}$$

gdzie:

k₁ – wsp. poprawkowy uwzględniający właściwości czynnika roboczego i jego parametry przed zaworem lub głowicą zabezpieczającą, k₁ = 0,533

k₂ – współczynnik poprawkowy uwzględniający wpływ stosunku ciśnień przed i za zaworem bezpieczeństwa, k₂ = 1,0

α – współczynnik wypływu dla pary wg. danych katalogowych; α = 0,54

p₁ – ciśnienie dopływu, p₁ = 1,1 * p_z = 0,44 MPa

A = 314,2 mm² dla HUSTY typ SYR1915 DN25, 4,0 bar, d_o = 20 mm

Dobrano dla przepływu dwufazowego zawór spełnia warunek:

$$488,3 > 55,2$$

5.4. Naczynie wzbiornicze

Podstawa doboru

PN-B-02414:1999:

Parametry instalacji c.o.

zapotrzebowanie ciepła

$$Q_{co} \quad 41,0 \text{ kW}$$

pojemność instalacji

$$V_{co} \quad 0,35 \text{ m}^3$$

maksymalne ciśnienie w instalacji

$$P_{maxco} \quad 4,0 \text{ bar}$$

obliczeniowa temperatura wody instalacyjnej

$$\text{na zasilaniu } T_z \quad 70,0 \text{ }^\circ\text{C}$$

obliczeniowa temperatura wody instalacyjnej

$$\text{na powrocie } T_p \quad 50,0 \text{ }^\circ\text{C}$$

ciśnienie statyczne budynku

$$P_{stat.} \quad 1,3 \text{ bar}$$

Ciśnienie wstępne w naczyniu wzbiorniczym przeponowym

$$p \quad 1,5 \text{ bar}$$

Maksymalne obliczeniowe ciśnienie w naczyniu

$$p_{max} \quad 4,0 \text{ bar}$$

Pojemność użytkowa naczynia

gęstość wody instalacyjnej w temperaturze początkowej

$$\rho \quad 999,7 \text{ kg/m}^3$$

temperatura początkowa

$$T_1 \quad 10,0 \text{ }^\circ\text{C}$$

przyrost objętości właściwej wody instalacyjnej

$$\Delta v \quad 0,0224 \text{ dm}^3/\text{kg}$$

Minimalna pojemność użytkowa naczynia wzbiorniczego przeponowego wyznaczona wg wzoru:

$$V_u = V \cdot \rho_1 \cdot \Delta v \quad V_u \quad 7,84 \text{ dm}^3$$

Pojemność całkowita naczynia

Minimalna pojemność całkowita naczynia wzbiorniczego wyznaczona wg wzoru:

$$V_n = V_u \cdot \frac{p_{max} + 1}{p_{max} - p} \quad V_n \quad 15,68 \text{ dm}^3$$

Obliczenie pojemności użytkowej naczynia wzbiorniczego z rezerwą eksploatacyjną:

$$V_{ur} = V_u + V \cdot E \cdot 10 \text{ [dm}^3\text{]} \quad V_{ur} \quad 19,18 \text{ dm}^3$$

- przyjęte procentowe ubytki wody instalacyjnej E = 1,0%

Obliczenie ciśnienia wstępnego pracy instalacji i całkowitej pojemności naczynia wzbiorniczego z uwzględnieniem rezerwy eksploatacyjnej:

ciśnienie wstępne pracy instalacji:

7.0. Wykaz urządzeń węzła

Zestawienie urządzeń węzła kompaktowego, schemat węzła wg rysunku nr 2:

Ozn. rys.	Pozycja	Typ	Opis	Ilość
1	1	Wymiennik ciepła co	XB37L-1-16, Danfoss	1
2	2	Wymiennik ciepła cwu	XB37M-1-16, Danfoss	1
	INSU	Izolacja węzła	.	1
Moduł przyłączeniowy				
Układ regulacyjno-pomiarowy				
3	S1	Zawór odcinający	Danfoss, JIP-WW, DN25, Spawany	2
4	S2	Zawór odcinający	Danfoss, JIP-WW, DN25, Spawany	2
5	TE	Czujnik temperatury licznika ciepła		2
6	DPV	Regulator różnicy ciśnień z regulatorem przepływu DOSTAWA I MONTAŻ KPEC BYDGOSZCZ	Danfoss typu AVPQ, średnica DN25 G3/4, $k_{vs} = 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$, Gwint zewnętrzny, PN25	1
7	FQQ FQQ1	Licznik ciepła DOSTAWA I MONTAŻ KPEC BYDGOSZCZ <i>KPEC - tylko 1 ciepłomierz</i>	Kamstrup, Multical 602 (calc), ULTRAFLOW 54 Qp0,6m ³ /h, 110mm, G3/4", PN16, Gwint zewnętrzny, Zasilanie	2
	FQQ FQQ1	Moduł licznika ciepła	Moduł RS232 wejście/wyjście impulsowe 670010	2
8	F1	Filtr	Danfoss, FVF - [300], DN25, Magnetyczny, Kołnierz	1
9	P1	Zawór spustowy	Danfoss, JIP IW T-handle, DN15, Gwint wewnętrzny	3
10	T1	Termometr	Danfoss, TDL150, 0-160°C	2
11	PI1	Manometr	Danfoss, M80, 0-16 bar, D-80mm, Temp. max 130°C, Kl. 1.0, G1/2" Kurek manometryczny 3-drog Fig.528 PN25 RURKA SYF. 1/2"x 1/2" CZARNA	3
12	ZO	Komponent specjalny	Zbiornik odpowietrzający V=4,3 dm ³ wyk. warsztatowe wg PN-91/B-02420 DANFOSS	2
Układ stabilizujący -uzupełniający				
13	G6	Zawór odcinający	Zawór gwintowany BVR-DZR, DN15, PN25	1
14	G7	Zawór spustowy	Kurek kulowy spustowy ze złączką do węzła, DN15, PN10	2
15	RE	Reduktor ciśnienia	Regulator ciśnienia typ D06FH DN15 zak.1,5-12 bar t-70C PN25, HONEYWELL. NASTAWA 3,0 bar	1
16	FQ1	Wodomierz	JS90-NK Q3=2,5 m ³ /h 10imp/h, POWOGAZ	1
17	NW	Naczynie wzbiorcze	Naczynie wzbiorcze przeponowe NG50/6 bar, REFLEX	1
18	G5	Zawór rozprężny	Reflex, SU, Gwint wewnętrzny, 3/4 "	1
19	PI2	Manometr	Danfoss, M80, 0-6 bar, D-80mm, Temp. max 130°C, Kl. 1.0, G1/2" Kurek manometryczny 3-drog Fig.528 PN25	5
20	P2	Zawór spustowy	Danfoss, BVR-DZR, 1/2 ", Gwint wewnętrzny	1

Wysoki parametr				
21	S3	Zawór odcinający	602 DN20/1" PN25, WESA	1
22	S4	Zawór odcinający	602 DN20/1" PN25, WESA	1
23	ZR1Sco	Siłownik elektryczny dla zaworu regulacyjnego	Danfoss, AMV 13, 230V	1
24	ZR1Sco	Zawór regulacyjny	Danfoss, VS 2, kvs 1,6, DN15	1
25	ZR2Scw	Zawór regulacyjny	Danfoss, VM 2, kvs 1,6, DN15	1
26	ZR2Scw	Siłownik elektryczny dla zaworu regulacyjnego	Danfoss, AMV 33, 230V	1
WYM.CO niskie parametry				
27	F2	Filtr	Filtr siatkowy gwintowany DN25 PN20 FVR-DZR 280 oczek, Danfoss	1
28	Z1	Zawór odcinający	Zawór odcinający gwintowany BVR-DZR DN25 PN25, Danfoss <i>25-120</i>	2
29	PO	Pompa	Grundfos, MAGNA3 25-60 1*230V	1
30	TM2	Termomanometr	KFM, WP 80/R kl.2.5, 0-1,0MPa / 0-120°C	2
31	Tco	Czujnik przylgowy	Danfoss, ESM-11	1
32	ZBO	Zawór bezpieczeństwa	SYR DN25/4,0 bar, HUSTY	1
32a	Trco	Termostat	Termostat TR/STW ST-1 (30-120C) G1/2", Danfoss	1
WYM.CWU niskie parametry				
33	F3	Filtr	Filtr siatkowy gwintowany DN20 PN20 FVR-DZR 280 oczek, Danfoss	1
34	F4	Filtr	Filtr siatkowy gwintowany DN15 PN20 FVR-DZR 280 oczek, Danfoss	1
35	Z2	Zawór odcinający	Zawór odcinający gwintowany BVR-DZR DN25 PN25, Danfoss	5
36	Z2a	Zawór odcinający	Zawór odcinający z wbudowanym zaworem zwrotnym DN20 323050 BALLSTOP, CALEFFI	1
37	Z3	Zawór odcinający	Zawór odcinający gwintowany BVR-DZR DN15 PN25, Danfoss	3
38	Z3a	Zawór odcinający	Zawór odcinający z wbudowanym zaworem zwrotnym DN15 323050 BALLSTOP, CALEFFI	1
39	PC	Pompa cyrkulacyjna	Grundfos, UPS 25-60 N 180, 1*230V, 0.3A, DN25, PN10 <i>ALPHA 2L 25-60</i>	1
40	TM2	Termomanometr	KFM, WP 80/R kl.2.5, 0-1,0MPa / 0-120°C	2
41	Tcw	Czujnik kieszeniowy	Danfoss, ESMU 100 St st	1
42	Trcw	Termostat	Termostat TR/STW ST-1 (30-120C) G1/2", Danfoss	1
43	ZBW	Zawór bezpieczeństwa	SVW DN20/6,0 bar, MTR	1
44	WZ	Wodomierz	Wodomierz skrzydełkowy jednostrumieniowy do wody zimnej typ JS2,5 Dn15, POWOGAZ	1
45	R	Reduktor	Reduktor ciśnienia wody typ 315 DN20, SYR	1
Układ regulacji elektronicznej				
-	0	Skrzynka elektryczna	Styczniki, 2, < 16A, KMK2, obudowa plastik	1
46	R	Regulator pogodowy	Danfoss, ECL Comfort 310, 230V	1
-	R	Klucz aplikacji ECL	A266	1
47	Tzew	Czujnik temp. zewnętrznej	Danfoss, ESMT	1

Zestawienie urządzeń dodatkowych:

Ozn. rys.	Nazwa urządzenia		Typ	Producent	Ilość
48	ZA	Zawór antyskażeniowy	EA251 DN32	Socla	1
49	O	Odpowietrznik automatyczny	DN15		1
50	SCWA	Stabilizator c.w.	Stabilizator ciepłej wody SCWA2 V-300, PN10 /85C -NIERDZEWNY	Instalmet	1
-	Rurociągi c.w.u. np. z rur typu Inox		DN25		6 m
-			DN15		4 m
-	Rury instalacyjne c.o. wg PN-74/H-74200, ze stali typu S, łączone przez spawanie		DN32		3 m
-			DN25		2 m
-	Rury instalacyjne wg PN-EN 10216-2:2004, ze stali P235GH., łączone przez spawanie		DN15		10 m
-			DN25		12 m
-	Kanał blaszany		20x16cm		4,5 m
-	Rura stalowa spiro 125		Ø125		1,0 m
-	Rura kanalizacyjna żeliwna kielichowa		Dn100	Koneckie Zakłady Odlewnicze SA	6,0 m
-	Wentylator kanałowy sterowany czujnikiem wilgotności		Wentylator kanałowy typu TD-160-100, 1x230V, 40W, I=0,18-0,26A	Venture Industries	1
-	Studnia schładzająca		Kręgi betonowe Dn600 – 1 szt. Zwężka kanalizacyjna z włazem typu lekkiego A15		1 szt.
-	Pompa zatapialna do wody zanieczyszczonej, gorącej		Pompa typu US73 HES - z wyłącznikiem automatycznym	JUNG PUMPEN	1
-	Odwodnienie liniowe		Odwodnienie liniowe rusztem żeliwnym L=1,0m V100 z odpływem bocznym Dn100	ACO	2
-	Zlew				1
-	Zawór ze złączką do węża				1
-	Wodomierz		Wodomierz do pomiaru wody zimnej JS1,5 Dn15	POWOGAZ	1

Rurociągi kompaktowego węzła cieplnego:

strona wysokoparametrowa:

strona niskoparametrowa - obieg c.o.:

strona niskoparametrowa - obieg c.w.u.:

rury stalowe czarne bez szwu

rury stalowe czarne ze szwem

rury Inox

UWAGA:

Wszystkie urządzenia stosowane w węźle cieplnym winny spełniać wymagania eksploatacyjne KPEC Bydgoszcz:

- urządzenia i elementy po stronie wysokich parametrów:

- temperatura obliczeniowa

$t_o = 130^{\circ}\text{C}$

- ciśnienie obliczeniowe

$p_o = 1,6 \text{ MPa}$

- urządzenia i elementy stosowane w instalacji centralnego ogrzewania:

- temperatura obliczeniowa

$t_o = 100^{\circ}\text{C}$

- ciśnienie obliczeniowe

$p_o = 1,0 \text{ MPa}$

II.III. OBLICZENIA WĘZŁA CIEPLNEGO CZĘŚCI USŁUGOWEJ

Projektuje się węzeł cieplny kompaktowy wiszący jednofunkcyjny typ DSA WALL 1-F-1, będący źródłem ciepła dla części usługowej budynku. Do węzła należy doprowadzić projektowaną instalację c.o. Praca węzła tylko w okresie grzewczym.

1.0. Dane wyjściowe do obliczeń węzła

1. Temperatura sieci ZIMA	zasilanie	T_{zz}	130°C
	powrót	T_{pz}	60°C
3. Maksymalne ciśnienie robocze sieci ciepłej		P_{max}	1,6 MPa
4. Parametry temperaturowe instalacji c.o.	zasilanie	T_{zco}	70°C
	powrót	T_{pco}	50°C
5. Zapotrzebowanie ciepła c.o.		Q_{co}	3,5 kW
6. Opory instalacji	centralne ogrzewanie	dp_{co}	8,5 kPa
7. Dopuszczalne ciśnienie instalacji	centralne ogrzewanie	P_{maxco}	0,3 MPa
8. Ciśnienie statyczne centralne ogrzewanie		P_{st}	0,06 MPa

2.0. Przepływy obliczeniowe

Okres grzewczy- parametry wg tabeli regulacyjnej

Przepływ obliczeniowy wody sieciowej dla węzła cieplnego jednofunkcyjnego wynosi:

$$m_1 = \frac{Q_{co}}{c_w \cdot (130 - T_{pl})} \text{ [kg/s]}$$

gdzie:

m_1 – przepływ w sezonie grzewczym, [kg/s]

c_w – ciepło właściwe wody, [kJ/kg·K] $c_w = 4,19 \text{ kJ/kg·K}$

T_{pl} – temperatura powrotu z wymiennika c.o., [°C]

Q_{co} – zapotrzebowanie ciepła dla centralnego ogrzewania, [kW] $Q_{co} = 3,5 \text{ kW}$

$$m_1 = \frac{3,5}{4,19 \cdot (130 - 60)} = 0,012 \text{ kg/s}$$

Objętościowy strumień wody sieciowej:

$$V_{sz1} = 0,04 \text{ m}^3/\text{h}$$

TABELA PRZEPŁYWÓW

Węzeł c.o. i c.w.u. I ^o		Temperatury		Przepływ wody sieciowej		Przepływ wody instalacyjnej	
		Okres grzewczy [°C]	Lato	[m ³ /h]		[m ³ /h]	
sieć	zasilanie	130		zima	0,04	-	-
	powrót	60		lato	0,0	-	-
Instalacja c.o.	zasilanie	70		Wymiennik c.o.	0,04	Wymiennik c.o.	0,15
	powrót	50					

3.0. Dobór średnic

DOBÓR ŚREDNIC

Średnica przyłącza (przepływ dla węzła części usługowej):			
Przepływ 0,04m³/h	Przyjęto Dn rury	15	mm
	Prędkość przepływu v =	0,06	m/s
Średnica przyłącza c.o. (strona instalacyjna):			
Przepływ 0,15m³/h	Przyjęto Dn rury	15	mm
	Prędkość przepływu v =	0,21	m/s

4.0. Węzeł c.o.

4.1. Wymiennik c.o.

Obliczeniowa moc wymiennika

Do doboru wymiennika
zasilanie

T_{zz}/T_{pz}
 T_{zco}/T_{pco}

3,3 kW
130/60°C
70/50°C

Dla powyższych danych dobrano:

Typ wymiennika _ płytowy, lutowany

Kartę doboru wymiennika zamieszczono w załącznikach.

Opory wymiennika :

Przepływ - strona sieciowa

0,04 m³/h

Przepływ- strona instalacyjna

0,15 m³/h

Strona sieciowa

dp_{wcos}

0,0 kPa

Strona instalacyjna

dp_{wcoi}

1,0 kPa

4.2. Pompa c.o.

Przepływ wody obiegowej

G_{ico}

0,15 m³/h

Urządzenia oczyszczające wodę instalacyjną

filtr DN15 Kvf 7,0 m³/h

dp_f

0,05 kPa

Dobór parametrów pracy pompy:

Opory instalacji c.o.

dp_{co}

8,50 kPa

Opór wymiennika c.w.- strona instalacyjna

dp_{wcoi}

1,00 kPa

Opory na filtrze

dp_f

0,05 kPa

Opory miejscowe

dp_{wico}

1,00 kPa

10,55 kPa

Dobrano pompę:

(z płynną regulacją obrotów)

ALPHA2 25-40 180

Grundfos

5.3. Zawór bezpieczeństwa instalacji c.o.

Podstawa doboru zaworu bezpieczeństwa

PN-B-02414:1999 i zaleceniami UDT (WUDT-UC-WO-A/01, WUDT-UC-ZS/E)

Ciśnienie dopuszczalne wody sieciowej

P_{smax}

1,6 MPa

Ciśnienie dopuszczalne wody instalacyjnej

P_1

0,30 MPa

Powierzchnia przekroju XB37L-1-10

A

9 mm²

Masowa przepustowość zaworu: $M = 447,3 \cdot b \cdot A \cdot [(p_{smax} - p_1) \cdot \rho]^{1/2}$

0,82 kg/s

gdzie:

b – współczynnik zależny od różnicy ciśnień dla $p_3 - p_1 \leq 5 \text{ kG/cm}^2$ $b = 1$
 $p_3 - p_1 > 5 \text{ kG/cm}^2$ $b = 2$

p_{smax} – ciśnienie czynnika grzejącego [bar]; $p_{smax} = 16 \text{ bar}$

p_1 – ciśnienie dopuszczalne instalacji c.o. [bar]; $p_1 = 5 \text{ bar}$

γ_1 – ciężar objętościowy wody przy jej obliczeniowej temperaturze [kg/m^3]; $\gamma_1 = 943,4 \text{ kg/m}^3$

Współczynnik wypływu dla zaworu $a = 0,41$ $a_c = 0,9 \cdot a$ 0,36
Średnica wewnętrzna zaworu d_o 20 mm
współczynnik wypływu wody grzejnej a_{c1} 1
ciśnienie na wylocie p_2 0 bar

Średnica końca dopływowego $d_o = 54 \cdot \sqrt{\frac{M}{a_c \cdot \sqrt{p_1 \cdot \rho}}}$ 9,71 mm

Dobrano zawór bezpieczeństwa typ SVH, MTR DN20 , ilość 1 szt. WATTS

średnica wewnętrzna d_o 14 mm
ciśnienie otwarcia p_1 3 bar

Obliczenia dla przepływu dwufazowego – mieszanina wody i pary:

Podstawa doboru

UDT

Obliczenie maksymalnego przepływu w przypadku uszkodzenia wymiennika:

$$\dot{m} \geq 3600 \cdot \frac{N}{r} \text{ [kg/h]} \quad 5,82 \text{ kg/h}$$

gdzie:

N – wydajność wymiennika ciepła w warunkach obliczeniowych [kW]; $N = 3,5 \text{ kW}$

r – ciepło parowania dla ciśnienia 0,3 MPa [kJ/kg]; $r = 2164,1 \text{ kJ/kg}$

Obliczenia przepływu przez 1 szt. zaworu bezpieczeństwa MTR typ SVH DN 20 3,0 bar.

$$\dot{m} = 10 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot a \cdot A \cdot (p_1 + 0,1) \text{ [kg/h]} \quad 109,34 \text{ kg/h}$$

gdzie:

k_1 – wsp. poprawkowy uwzględniający właściwości czynnika roboczego i jego parametry przed zaworem lub głowicą zabezpieczającą, $k_1 = 0,533$

k_2 – współczynnik poprawkowy uwzględniający wpływ stosunku ciśnień przed i za zaworem bezpieczeństwa, $k_2 = 1,0$

a – współczynnik wypływu dla pary wg. danych katalogowych; $a = 0,31$

p_1 – ciśnienie dopływu, $p_1 = 1,1 \cdot p_2 = 0,33 \text{ MPa}$

$A = 153,9 \text{ mm}^2$ dla MTR typ SVH DN20, 3,0 bar, $d_o = 14 \text{ mm}$

Dobrano dla przepływu dwufazowego zawór spełnia warunek:

$109,34 > 5,82$

5.4. Naczynie wzbiorcze

Podstawa doboru

PN-B-02414:1999:

Parametry instalacji c.o.

zapotrzebowanie ciepła

Q_{co} 3,3 kW

pojemność instalacji

V_{co} 0,023 m³

maksymalne ciśnienie w instalacji

P_{maxco} 3,0 bar

obliczeniowa temperatura wody instalacyjnej

na zasilaniu T_z 70,0 °C

obliczeniowa temperatura wody instalacyjnej

na powrocie T_p 50,0 °C

ciśnienie statyczne budynku

$P_{stat.}$ 0,6 bar

Ciśnienie wstępne w naczyniu zbiorczym przeponowym

Maksymalne obliczeniowe ciśnienie w naczyniu

Pojemność użytkowa naczynia

gęstość wody instalacyjnej w temperaturze początkowej

temperatura początkowa

przyrost objętości właściwej wody instalacyjnej

p	0,8 bar
p _{max}	3,0 bar
ρ	999,7 kg/m ³
T ₁	10,0 °C
Δv	0,0224 dm ³ /kg

Minimalna pojemność użytkowa naczynia zbiorczego przeponowego wyznaczona wg wzoru:

$$V_u = V \cdot p_1 \cdot \Delta v$$

V_u

0,54 dm³

Pojemność całkowita naczynia

Minimalna pojemność całkowita naczynia zbiorczego wyznaczona wg wzoru:

$$V_n = V_u \cdot \frac{p_{\max} + 1}{p_{\max} - p}$$

V_n

0,98 dm³

Obliczenie pojemności użytkowej naczynia zbiorczego z rezerwą eksploatacyjną:

$$V_{ur} = V_u + V \cdot E \cdot 10 \text{ [dm}^3\text{]}$$

V_{ur}

1,22 dm³

- przyjęte procentowe ubytki wody instalacyjnej E = 1,0%

Ze względu na bardzo małą pojemność instalacji przyjmuje się montaż naczynia typu:

	NG25 /6	1 szt.	Reflex
--	---------	--------	--------

Rura zbiorcza

Minimalna średnica wewnętrzna rury zbiorczej (nie mniej niż 20 mm): d_{min} 20,0 mm

5.0. Węzeł przyłączeniowy

5.1. Licznik ciepła

Licznik główny - dobór i dostawa ciepłomierza głównego po stronie KPEC Bydgoszcz.

Do pomiaru ilości ciepła przewiduje się montaż ciepłomierza z przetwornikiem przepływu. Montaż ciepłomierza na przewodzie zasilającym, bezpośrednio za głównymi zaworami odcinającymi. Pozostawia się miejsce do zabudowy ciepłomierza o długości 500mm - miejsce montażu zaznaczono na schemacie oraz rzucie węzła.

Wstępny dobór ciepłomierza:

Przepływ wody sieciowej zima:

Zakres pomiarowy

V _{sz1}	0,04 m ³ /h
q _{min}	0,002 m ³ /h
q _{max}	2,5 m ³ /h

obliczeniowy spadek ciśnienia dla kv=3,46 m³/h :

- dla V_{sz1} 0,04 m³/h

dp_{liz1} 0,013 kPa

Przepływomierz typu:

Ultraflow54 0,6 m³/h DN15 (G3/4) L=110mm Kamstrup

Z przelicznikiem typu:

Multical 602

5.2. Wodomierz wody uzupełniającej

Pojemność zładu c.o.

Czas napełniania

Przepływ wodomierza

V _{co}	0,024 m ³
	1 h
G _w	0,024 m ³ /h

Wodomierz do wody ciepłej z nadajnikiem impulsów typ JS90Q3-2,5 POWOGAZ

5.3. Opory modułu przyłączeniowego

Opór węzła przyłączeniowego - zima

- dla przepływu:

V_{sz1}

0,04

Opór na urządzeniach czyszczących:

Filtr typu FVF(300) DN15 $kvs = 7 \text{ m}^3/\text{h}$

Opór na przepływowym liczniku głównego

Opory miejscowe

opór węzła przyłączeniowego zima

dp_{sf}

0,0 kPa

0,013kPa

1,00kPa

dp_{przylz}

1,013kPa

5.5. Zawór regulacyjny

Zawór regulacyjny c.o.

Przepływ wody sieciowej przez zawór:

- wg tabeli regulacyjnej

Kvs zaworu regulacyjnego

Rzeczywisty opór zaworu całkowicie otwartego

G_{sR1}

0,04 m^3/h

0,25 m^3/h

2,56 kPa

$dp_{100\%}$

VS2 DN15

Danfoss

0,25 m^3/h

DN15

Dobór zaworu typu:

Kvs zaworu

Średnica nominalna

AMV13

Danfoss

Siłownik elektryczny typu

5.6. Regulator stałej różnicy ciśnień i przepływu

Przepływ wody sieciowej przez zawór:

zima :

- wg tabeli regulacyjnej

V_{sz1}

0,04 m^3/h

Ciśnienie dyspozycyjne węzła ciepłego

zima/lato

100/100 kPa

Kvs zaworu regulacyjnego

Kvs

1,0 m^3/h

Rzeczywisty opór zaworu całkowicie otwartego

Zima:

- dla V_{sz1}

$H_{100\%}$

0,16kPa

Ciśnienie dyspozycyjne węzła ciepłego

zima/lato

100/100 kPa

Dobrano regulator typu

AVPQ

DN15(G3/4)

Danfoss

Kvs zaworu

1,0 m^3/h

Średnica nominalna

15 mm

Spadek ciśnienia na dławiku

20 kPa

Zakres nastawy przepływu

0,2 - 1,0

Współczynnik z

0,60

Dobór nastaw regulatora ciśnienia i przepływu

STRATY CIŚNIENIA WĘZŁA CIEPŁNEGO	SEZON GRZEWczy
	c.o.
	[kPa]
Obliczenia i sprawdzenie	130/60
Wymiennik ciepła	0,0
Opory miejscowe i liniowe	1,00
Zawór regulacyjny całkowicie otwarty	2,56
Opór gęzi	3,26
Regulowana różnica ciśnień (nastawa regulatora)	4,0
Obliczenia i sprawdzenie	130/60

Opór regulatora dP/V +Pmier	20,16
Obieg węzła (filtr)	0,0
Licznik ciepła	0,013
Opory miejscowe i liniowe	2,0
Ciśnienie dyspozycyjne węzła	25,43

Zakres nastaw ciśnienia na regulatorze:
Zakres nastaw przepływu na regulatorze:

0,2...1,0 bar

zima: 4,0 kPa

zima : 0,04m³/h

lato: -kPa

lato:- m³/h

5.7. Parametry pracy węzła

TABELA PARAMETRÓW

WĘZEŁ C.O. I C.W.U I ^o	ZIMA	LATO
Parametry sieci: - temperatury tabeli regulacyjnej: - ciśnienie dyspozycyjne węzła: - przepływ	130/60°C 26,0 kPa 0,04 m ³ /h	
Parametry c.o.: - moc zamówiona - temperatury - nastawa termostatu c.o. - ciśnienie dyspozycyjne - ciśnienie wstępne w naczyniu wzbiorczym - nastawa otwarcia zaworu bezpieczeństwa - pompa obiegowa: tryb pracy	3,5 kW 70/50°C 70°C 8,5 kPa 0,8 bar 3,0 bar p-v/auto	
Nastawa regulatora dP-V - regulowana różnica ciśnienia - przepływ	20 kPa 0,04 m ³ /h	

6.0. Wykaz urządzeń węzła

Zestawienie urządzeń węzła kompaktowego schemat węzła wg rysunku nr 3:

Ozn. rys.	Pozycja	Typ	Opis	Ilość
1	1	Wymiennik ciepła co	XB37L-1-10, Danfoss	1
	INSU	Izolacja węzła		1
Moduł przyłączeniowy				
Układ regulacyjno-pomiarowy				
2	S1	Zawór odcinający	Danfoss, JIP-WW, DN15, Spawany	2
3	TE	Czujnik temperatury licznika ciepła		2
4	DPV	Regulator różnicy ciśnień z regulatorem przepływu DOSTAWA I MONTAŻ KPEC BYDGOSZCZ	8. Danfoss typu AVPQ, średnica DN15, k _{vs} = 1,0 m ³ /h, Gwint zewnętrzny, PN25	1
5	FQQ	DOSTAWA I MONTAŻ KPEC BYDGOSZCZ Licznik ciepła	Kamstrup, Multical 602 (calc), ULTRAFLOW 54 Qp0,6m ³ /h, 110mm, G3/4", PN16, Gwint zewnętrzny, Zasilanie	-

	FQQ	Moduł licznika ciepła	Moduł RS232 wejście/wyjście impulsowe 670010	-
6	F1	Filtr	Danfoss, FVF - [300], DN15, Magnetyczny, Kołnierz	1
7	P1	Zawór spustowy	Danfoss, JIP IW T-handle, DN15, Gwint wewnętrzny	3
8	T1	Termometr	Danfoss, TDL150, 0-160°C	2
9	PI1	Manometr	Wika, 111.10.100, 0-16 bar, Temp. max 150°C Kurek manometryczny 3-drog Fig.528 PN25 RURKA SYF. 1/2"x 1/2" CZARNA	3
Układ stabilizujący - uzupełniający				
10	G6	Zawór odcinający	Zawór gwintowany BVR-DZR, DN15, PN25	1
11	G7	Zawór spustowy	Kurek kulowy spustowy ze złączką do węża, DN15, PN10	2
12	RE	Reduktor ciśnienia	Regulator ciśnienia typ D06FH DN15 zak.1,5-12 bar t-70C PN25, HONEYWELL. NASTAWA 3,0 bar	1
13	FQ1	Wodomierz	JS90-NK Q3=2,5 m³/h 10imp/h, POWOGAZ	1
14	NW	Naczynie wzbiornicze	Naczynie wzbiornicze przeponowe NG25/6 bar, REFLEX	1
15	G5	Zawór rozprężny	Reflex, SU, Gwint wewnętrzny, 3/4 "	1
16	PI2	Manometr	Danfoss, M80, 0-6 bar, D-80mm, Temp. max 130°C, Kl. 1.0, G1/2" Kurek manometryczny 3-drog Fig.528 PN25	1
17	P2	Zawór spustowy	Danfoss, BVR-DZR, 1/2 ", Gwint wewnętrzny	1
Wysoki parametr				
18	S3	Zawór odcinający	602 DN15 3/4" PN25, WESA	1
19	ZR1Sco	Siłownik elektryczny dla zaworu regulacyjnego	Danfoss, AMV 13, 230V	1
20	ZR1Sco	Zawór regulacyjny	Danfoss, VS 2, kvs 0,25, DN15	1
WYM.CO niskie parametry				
21	F2	Filtr	Filtr siatkowy gwintowany DN15 PN20 FVR-DZR 280 oczek, Danfoss	1
22	Z1	Zawór odcinający	Zawór odcinający gwintowany BVR-DZR DN25 PN25, Danfoss	2
23	PO	Pompa	Grundfos, ALPHA 2 25-40 180, 1*230V	1
24	TM2	Termomanometr	KFM, WP 80/R kl.2.5, 0-1,0MPa / 0-120°C	2
25	Tco	Czujnik przylgowy	Danfoss, ESM-11	1
26	ZBO	Zawór bezpieczeństwa	SVH DN20/3,0 bar , MTR	1
27	Trco	Termostat	Termostat TR/STW ST-1 (30-120C) G1/2", Danfoss	1
Układ regulacji elektronicznej				
-	O	Skrzynka elektryczna	Styczniki, 2, < 16A, KMK2, obudowa plastik	1
28	R	Regulator pogodowy	Danfoss, ECL Comfort 310, 230V	1
-	R	Klucz aplikacji ECL	A230	1
29	Tzew	Czujnik temp. zewnętrznej	Danfoss, ESMT	1

Zestawienie urządzeń dodatkowych:

Ozn. rys.	Nazwa urządzenia	Typ	Producent	Ilość
-	Rury instalacyjne c.o. wg PN-74/H-74200, ze stali typu S, łączonych przez spawanie	DN15		6 m
-	Rury instalacyjne wg PN-EN 10216-2:2004, ze stali P235GH., łączonych przez spawanie	DN15		10 m

Rurociągi kompaktowego węzła ciepłego:

strona wysokoparametrowa:

strona niskoparametrowa - obieg c.o.:

rury stalowe czarne bez szwu

rury stalowe czarne ze szwem

UWAGA:

Wszystkie urządzenia stosowane w węźle cieplnym winny spełniać wymagania eksploatacyjne KPEC Bydgoszcz:

- urządzenia i elementy po stronie wysokich parametrów:

- temperatura obliczeniowa $t_o = 130^{\circ}\text{C}$

- ciśnienie obliczeniowe $p_o = 1,6 \text{ MPa}$

- urządzenia i elementy stosowane w instalacji centralnego ogrzewania:

- temperatura obliczeniowa $t_o = 100^{\circ}\text{C}$

- ciśnienie obliczeniowe $p_o = 1,0 \text{ MPa}$