

## SPIS TREŚCI

1. Zakres opracowania.....	3
2. Podstawa opracowania.....	3
3. Opis techniczny – część technologiczna.....	3
3.1. Opis rozwiązań projektowych.....	3
3.2. Wyjściowe parametry węzła.....	3
4. Obliczenia sprawdzające.....	3
4.1. Obliczenia zapotrzebowania mocy na c.w.u.....	3
5. Obliczenia i dobór urządzeń – strona sieciowa.....	4
5.1. Dobór średnic przewodów.....	4
5.2. Dobór filtroomulnika.....	4
5.3. Dobór filtra siatkowego.....	4
5.4. Dobór wymiennika c.o.....	4
5.5. Dobór zaworu regulacyjnego dla c.o.....	4
5.6. Dobór wymiennika c.w.u.....	5
5.7. Dobór zaworu regulacyjnego dla c.w.u.....	5
5.8. Dobór licznika głównego.....	5
5.9. Dobór podlicznika ciepła dla c.w.u.....	5
5.10. Sprawdzenie warunku priorytetu c.w.u.....	5
5.11. Zestawienie oporów hydraulicznych po stronie sieciowej.....	6
5.12. Dobór regulatora różnicy ciśnień i przepływu.....	6
6. Obliczenia i dobór urządzeń – strona instalacyjna centralnego ogrzewania.....	6
6.1. Dobór średnic przewodów.....	6
6.2. Dobór filtroomulnika dla c.o.....	6
6.3. Zestawienie oporów hydraulicznych dla c.o.....	6
6.4. Dobór pompy obiegowej c.o.....	6
6.5. Dobór naczynia wzbiorczego dla c.o.....	6
6.6. Dobór zaworu bezpieczeństwa dla c.o.....	7
6.7. Napętnianie instalacji c.o.....	7
7. Obliczenia i dobór urządzeń – strona instalacyjna ciepłej wody.....	7
7.1. Dobór średnic przewodów.....	7
7.2. Dobór zasobnika c.w.u.....	8
7.3. Dobór pompy ładującej.....	8
7.4. Dobór pompy cyrkulacyjnej c.w.u.....	8
7.5. Dobór zaworu bezpieczeństwa dla c.w.u.....	8
7.6. Dobór naczynia wzbiorczego na c.w.u.....	8
7.7. Dobór wodomierzana dopływie wody zimnej do wymiennika c.w.u.....	9
8. Uwagi dotyczące montażu i wykonania instalacji.....	9
8.1. Montaż wymienników i instalacji.....	9
8.2. Próby ciśnieniowe i odbiór techniczny.....	9
8.3. Izolacje i zabezpieczenia antykorozyjne.....	9
8.4. Wentylacja pomieszczenia.....	10
8.5. Odprowadzenie wody sieciowej/instalacyjnej.....	10
8.6. Roboty budowlane.....	10
8.7. Uwagi końcowe.....	10
8.8. Zagadnienia BHP.....	10
9. Zestawienie urządzeń – część technologiczna węzła.....	11
10. Opis techniczny - część elektryczna.....	13
10.1. Podstawa wykonania instalacji elektrycznej.....	13
10.2. Zasilanie.....	13
10.3. Zasilanie i tablica rozdzielcza.....	13
10.4. Instalacja oświetlenia.....	13
10.5. Instalacja automatyki.....	13
10.6. Ochrona przeciwporażeniowa.....	14
10.7. Czujniki temperatury.....	14
11. Zestawienie urządzeń – część elektryczna węzła.....	14
12. Dobór wymiennik co	
13. Dobór wymiennika cwu	
14. Oświadczenia projektowe	
15. Uprawnienia projektowe	

## **CZĘŚĆ RYSUNKOWA**

- Rys. 1 Plan zagospodarowania terenu*
- Rys. 2 Schemat technologiczny węzła*
- Rys. 3 Rzut pomieszczenia węzła*
- Rys. 4 Zabezpieczenie WLZ + obwody główne pomieszczenia – rozdzielnia RG+G*
- Rys. 5 Rozmieszczenie aparatury elektrycznej w rozdzielnicy RG+G.*
- Rys. 6 Schemat instalacji elektrycznej węzła c.o. + c.w.u.*
- Rys. 7 Rozmieszczenie aparatury elektrycznej w rozdzielnicy RA.*

## 1. Zakres opracowania.

Zakres opracowania obejmuje projekt budowy węzła ciepłego, mieszczącego się w budynku Szkoły Podstawowej nr 2 przy ul. Miłej 2 w Rawie Mazowieckiej. Węzeł będzie źródłem ciepła dla potrzeb instalacji c.o. i c.w.u.

## 2. Podstawa opracowania.

Podstawę opracowania stanowiło:

- Umowa zawarta pomiędzy ZEC Sp. z o.o. a Wykonawcą,
- Inwentaryzacja pomieszczenia węzła,
- Polskie Normy, katalogi urządzeń zastosowanych w projekcie i literatura techniczna dotycząca tego tematu.

## 3. Opis techniczny – część technologiczna.

### 3.1. Opis rozwiązań projektowych.

Zaprojektowano węzeł ciepły z wymiennikami płytowymi, wzbiorczym naczyniem przeponowym i automatyką pogodową. Źródłem ciepła dla układu c.o. i c.w.u. będą wymienniki lutowane firmy ALFA LAVAL. Na zasilaniu wymienników zainstalowane będą zawory regulacyjne z napędami.

Ilość czynnika grzewczego dostarczana do wymienników, będzie regulowana elektronicznym regulatorem pogodowym – ECL 310 firmy DANFOSS. Do regulatora podłączone zostaną czujniki temperatury: zewnętrznej, na zasilaniu instalacji wewnętrznej c.o., na powrocie z wymiennika c.o. – po stronie wysokiej, na zasilaniu instalacji c.w.u., na powrocie z wymiennika c.w.u. – po stronie wysokiej oraz wewnątrz zasobnika c.w.u. (górze oraz dół).

Ilość ciepła dostarczanego do węzła będzie mierzona ultradźwiękowym licznikiem ciepła.

Instalacja wewnętrzna musi stanowić układ zamknięty. Węzeł posiadać będzie niezbędną armaturę odcinającą i pomiarową.

### 3.2. Wyjściowe parametry węzła.

wydajność cieplna c.o.	$Q_{CO}$ [kW]	311,0
wydajność cieplna c.w.u.	$Q_{CW}$ [kW]	50,0
czynnik sieciowy – woda	[°C]	120/65
czynnik sieciowy – woda (okres letni)	[°C]	70/45
czynnik instalacyjny – woda c.o.	[°C]	80/60
czynnik instalacyjny – woda c.w.u.	[°C]	5/55
opory instalacji cyrkulacyjnej	$p_{cyrk}$ [bar]	0,20

## 4. Obliczenia sprawdzające.

### 4.1. Obliczenia zapotrzebowania mocy na c.w.u. .

Obliczenia sprawdzające wielkość mocy zamówionej dla potrzeb podgrzewu ciepłej wody użytkowej dokonano w oparciu o następujące uzgodnienia ze służbami ZEC Rawa Mazowiecka:

- ilość uczniów: 622
- Iliść pracowników: 92
- ilość wydawanych posiłków: 435
- norma zużycia wody
- uczniowie:  $6 \text{ dm}^3/\text{os.} \cdot \text{xd}$
- nauczyciele:  $5 \text{ dm}^3/\text{os.} \cdot \text{xd}$
- wydawane posiłki:  $10 \text{ dm}^3/\text{os.} \cdot \text{xpos}$ .

Obliczenia średniego dobowego zapotrzebowania na ciepłą wodę.

$$q_{d\acute{s}r} = \sum U * q_c = 622 * 6 + 92 * 5 + 435 * 10 = 8542 \frac{\text{dm}^3}{\text{d}}$$

$q_c$  – norma zużycia wody,

$U$  – liczba użytkowników zaopatrywana w ciepłą wodę.

Obliczenia średniego godzinowego zapotrzebowania na ciepłą wodę.

$$q_{h\acute{s}r} = \frac{q_{d\acute{s}r}}{\tau} = \frac{8542}{8} = 1068 \frac{\text{dm}^3}{\text{h}}$$

$\tau$  - 10 h/d – czas użytkowania instalacji ciepłej wody,

Obliczenia maksymalnego godzinowego zapotrzebowania na ciepłą wodę.

$$q_{h\text{max}} = q_{h\acute{s}r} * N_h$$

$$N_h = 9,32 * U^{-0,244} = 1,88$$

$$q_{h\text{max}} = 1068 * 1,88 = 2003 \frac{\text{dm}^3}{\text{h}}$$

Obliczeniowa moc cieplna wymiennika c.w.u.

$$Q_{CW\text{MAX}} = q_{h\text{max}} * C_p * \rho * \Delta T = \frac{2003 * 4,2 * 0,9996 * 50}{3600} = 117 \text{ kW}$$

$c_w = 4,2 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{°C})$  – ciepło właściwe,

$\rho = 0,9996 \text{ kg}/\text{dm}^3$  – gęstość wody,

$t_c$  – obliczeniowa temperatura ciepłej wody,

$t_z$  – obliczeniowa temperatura zimnej wody,

Obliczone maksymalne zapotrzebowanie na moc cieplną jest wyższe niż przyznane przez dostawcę ciepła. Z uwagi na nierównomierność poboru c.w.u. projektuje się układ z zasobnikiem. Do dalszych obliczeń przyjmuje się  $Q_{CW}=50kW$

## 5. Obliczenia i dobór urządzeń – strona sieciowa.

### 5.1. Dobór średnic przewodów.

$$Q_{CO} = 311 \text{ kW}$$

$$Q_{CW} = 50 \text{ kW}$$

Przepływ wody grzejnej przez węzeł cieplny w sezonie grzewczym wyniesie:

- na odcinku c.o.+c.w.:

$$q_{Ms} = \frac{Q_{CO} + Q_{CW}}{C_p * \Delta T} = \frac{(311kW + 50kW) * 3600}{4,21 \frac{kJ}{kg*K} * 55 K * 1000} = 5,61 \frac{t}{h}$$

$$q_{Vs} = \frac{q_{Ms}}{\rho} = \frac{5,61 \frac{t}{h} * 1000}{962 \frac{kg}{m^3}} = 5,84 \frac{m^3}{h}$$

gdzie:  $Q_{CO}$  – obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła na c.o.[kW],  
 $Q_{CWMAX}$  – obliczeniowe maksymalne zapotrzebowanie ciepła na c.w.u.[kW],  
 $C_p$  – ciepło właściwe [kJ/(kg\*K)],  
 $\rho$  – gęstość wody [kg/m<sup>3</sup>],  
 $\Delta T$  – obliczeniowa różnica temperatur wody w instalacji [K],

- w odcinku c.o.:

$$q_{Mco} = \frac{Q_{CO}}{C_p * \Delta T} = \frac{311W * 3600}{4,21 \frac{kJ}{kg*K} * 55 K * 1000} = 4,84 \frac{t}{h}$$

$$q_{Vco} = \frac{q_{mco}}{\rho} = \frac{4,84 \frac{t}{h} * 1000}{962 \frac{kg}{m^3}} = 5,03 \frac{m^3}{h}$$

- w sezonie letnim.:

$$q_{Mcw} = \frac{Q_{CWMAX}}{C_p * \Delta T} = \frac{50kW * 3600}{4,18 \frac{kJ}{kg*K} * 25 K * 1000} = 1,72 \frac{t}{h}$$

$$q_{Vcw} = \frac{q_{Mcw}}{\rho} = \frac{1,72 \frac{t}{h} * 1000}{984 \frac{kg}{m^3}} = 1,75 \frac{m^3}{h}$$

Dla przepływu  $q_{Vs}=5,84 \text{ m}^3/\text{h}$  dobrano przewód o średnicy  $D_n=50$  ( $\varnothing 60,3 \times 2,9$ ), dla którego opory liniowe wynoszą  $R=86,5 \text{ Pa/m}$ .

Dla potrzeb c.o. i przepływu  $q_{Vco}=5,03 \text{ m}^3/\text{h}$  dobrano przewód o średnicy  $D_n=50$  ( $\varnothing 60,3 \times 2,9$ ), dla którego opory liniowe wynoszą  $R=65,4 \text{ Pa/m}$ .

Dla potrzeb c.w.u. i przepływu  $q_{Vcw}=1,75 \text{ m}^3/\text{h}$  dobrano przewód o średnicy  $D_n=32$  ( $\varnothing 42,4 \times 2,6$ ), dla którego opory liniowe wynoszą  $R=66,6 \text{ Pa/m}$ .

### 5.2. Dobór filtroomulnika.

Dla obliczonego przepływu  $q_{Vs}=5,84 \text{ m}^3/\text{h}$  dobrano filtroomulnik magnetyczny FM Aulin-50, na ciśnienie robocze 1,6 MPa, z max. temperaturą pracy 150°C, dla którego opór hydrauliczny wynosi:

$$\Delta p_{FM} = \left( \frac{q_{Vs}}{kV_s} \right)^2 * 100 = \left( \frac{5,84}{44} \right)^2 * 100 = 1,76 \text{ kPa}$$

### 5.3. Dobór filtra siatkowego.

Dla obliczonego przepływu  $q_{Vs}=5,84 \text{ m}^3/\text{h}$  dobrano filtr siatkowy,  $D_n=50\text{mm}$ ,  $k_{Vs}=50,0 \text{ m}^3/\text{h}$  na ciśnienie nominalne 1,6 MPa z max. temperaturą pracy 300°C. Opór hydrauliczny filtra wynosi:

$$\Delta p_F = \left( \frac{q_{Vs}}{kV_s} \right)^2 * 100 = \left( \frac{5,84}{50} \right)^2 * 100 = 1,36 \text{ kPa}$$

### 5.4. Dobór wymiennika c.o.

Obliczenie i dobór wymiennika dla potrzeb c.o. wykonano w oparciu o program obliczeniowy wymienników firmy ALFA LAVAL. Dobrano wymiennik lutowany typu CB110-30M o następujących oporach:

$$\text{str. wysoka} \quad \Delta p = 3,08 \text{ kPa}$$

$$\text{str. niska} \quad \Delta p = 19,0 \text{ kPa}$$

### 5.5. Dobór zaworu regulacyjnego dla c.o.

Dla przepływu  $q_{Vco}=5,03 \text{ m}^3/\text{h}$  dobrano zawór regulacyjny typ VM2 z korpusem kołnierzym o średnicy  $D_n=32\text{mm}$ ,  $k_{Vs}=10,0 \text{ m}^3/\text{h}$  firmy DANFOSS.

Opór hydrauliczny zaworu regulacyjnego wynosi:

$$\Delta p_{coreg} = \left( \frac{q_{vco}}{kV_s} \right)^2 * 100 = \left( \frac{5,03}{10,0} \right)^2 * 100 = 25,3 kPa$$

Autorytet zaworu wynosi:

$$a_{coreg} = \frac{\Delta p_{coreg}}{\Delta p_w} = \frac{25,3}{35,4} = 0,71$$

Zawór będzie sterowany regulatorem pogodowym ECL 310 przy pomocy napędu typu AMV23 firmy DANFOSS. Zasilanie 230V.

#### 5.6. Dobór wymiennika c.w.u.

Obliczenie i dobór wymiennika dla potrzeb c.w.u. wykonano w oparciu o program obliczeniowy wymienników firmy ALFA LAVAL. Dobrano wymiennik lutowany typu CBH16-25A o następujących oporach:

Strona wysoka: 8,90 kPa

Strona niska: 4,62 kPa

#### 5.7. Dobór zaworu regulacyjnego dla c.w.u.

Dla przepływu  $q_{vcw}=1,75 \text{ m}^3/\text{h}$  dobrano zawór regulacyjny typ VM2 z korpusem kołnierзовym o średnicy  $D_n=15 \text{ mm}$ ,  $k_{vS}=4,0 \text{ m}^3/\text{h}$  firmy DANFOSS.

Opór hydrauliczny zaworu regulacyjnego wynosi:

$$\Delta p_{cwreg} = \left( \frac{q_{vcw}}{kV_s} \right)^2 * 100 = \left( \frac{1,75}{4,0} \right)^2 * 100 = 19,1 kPa$$

Autorytet zaworu wynosi:

$$a_{cwreg} = \frac{\Delta p_{cwreg}}{\Delta p_w} = \frac{19,1}{30,7} = 0,62$$

Zawór będzie sterowany regulatorem pogodowym ECL 310 przy pomocy napędu typu AMV23 firmy DANFOSS. Zasilanie 230V.

#### 5.8. Dobór licznika głównego.

Dla obliczonego przepływu  $q_{vS}=5,84 \text{ m}^3/\text{h}$  dobrano ultradźwiękowy ciepłomierz firmy KAMSTRUP typu ULTRAFLOW 54, z końcówkami kołnierзовymi, licznikiem MULTICAL 603, o przepływie nominalnym  $q_p=6,0 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $D_n=25 \text{ mm}$ ,  $k_{vS}=13,4 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Opór hydrauliczny przepływomierza wynosi:

$$\Delta p_{wod} = \left( \frac{q_{vS}}{kV_s} \right)^2 * 100 = \left( \frac{5,84}{13,4} \right)^2 * 100 = 19,0 kPa$$

Przetwornik przepływu należy zamontować na rurociągu powrotnym.

#### 5.9. Dobór podlicznika ciepła dla c.w.u.

Dla obliczonego przepływu  $q_{vcw}=1,75 \text{ m}^3/\text{h}$  dobrano ultradźwiękowy ciepłomierz firmy KAMSTRUP typu ULTRAFLOW 54, z końcówkami kołnierзовymi, licznikiem MULTICAL 603, o przepływie nominalnym  $q_p=2,5 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $D_n=20 \text{ mm}$ ,  $k_{vS}=13,4 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Opór hydrauliczny przepływomierza wynosi:

$$\Delta p_{wod} = \left( \frac{q_{vcw}}{kV_s} \right)^2 * 100 = \left( \frac{1,75}{13,4} \right)^2 * 100 = 1,71 kPa$$

Przetwornik przepływu należy zamontować na rurociągu powrotnym.

#### 5.10. Sprawdzenie warunku priorytetu c.w.u.

Opory przepływu po stronie c.o. muszą być większe minimum o 15% niż po stronie c.w.u., lecz nie większe niż opory obiegu c.w.u. powiększone o 25%.

$$\Delta P_{CO} = \Delta P_{CW} * 1,15 = 30,7 * 1,15 = 35,4 kPa$$

Obliczenie ciśnienia do zredukowania na zaworze balansującym. Minimalny spadek ciśnienia na zaworze balansującym wynosi 3 kPa.

$$\Delta P_{zB} = 35,4 - 29,4 = 6 kPa$$

Dla obliczonego przepływu  $q_{CO}=5,03 \text{ m}^3/\text{h}$  dobrano zawór balansujący firmy TA Hydrionics typu STAD o średnicy  $D_n=50 \text{ mm}$  i nastawie 2,9. Montaż na powrocie z wymiennika c.o..

### 5.11. Zestawienie oporów hydraulicznych po stronie sieciowej.

	obieg c.o.	obieg c.w.u.	
Filtroodmulnik	1,76	1,76	kPa
Filtr siatkowy	1,36	1,36	kPa
Wymiennik CO	3,08	-	kPa
Wymiennik CWU	-	8,90	kPa
Zawór regulacyjny	25,3	19,1	kPa
Przetwornik przepływu (licznik główny)	19,0	19,0	kPa
Przetwornik przepływu (podlicznik c.w.u.)	-	1,71	kPa
Zawór równoważący	6,0	-	kPa
Rurociągi i armatura odcinająca	0,98	1,0	kPa
$\Delta p_w$	<b>57,5</b>	<b>52,8</b>	<b>kPa</b>

### 5.12. Dobór regulatora różnicy ciśnień i przepływu.

Dla obliczonego przepływu  $q_{Vs}=5,84 \text{ m}^3/\text{h}$  dobrano regulator różnicy ciśnień i przepływu typu AVPQ firmy DANFOSS o średnicy  $D_n=32 \text{ mm}$ , z końcówkami do wspawania,  $k_{Vs}=12,5 \text{ m}^3/\text{h}$ , PN25, zakres przepływów  $q=0,4-10 \text{ m}^3/\text{h}$ , zakres nastawy wartości zadanej różnicy ciśnień  $p=0,2-1 \text{ bara}$ .  
Strata ciśnienia na zaworze:

$$\Delta p_{ZR\acute{C}iP} = 20 + \left(\frac{q_{Vs}}{kV_s}\right)^2 * 100 = 20 + \left(\frac{5,84}{12,5}\right)^2 * 100 = 41,8 \text{ kPa}$$

Prędkość przepływu na zaworze:

$$u_{ZR\acute{C}iP} = \frac{q_{Vs}}{A} = \frac{5,84}{8,04 * 10^{-4} * 3600} = 2,02 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Regulator różnicy ciśnień należy zamontować na przewodzie powrotnym.

## 6. Obliczenia i dobór urządzeń – strona instalacyjna centralnego ogrzewania.

### 6.1. Dobór średnic przewodów.

Przepływ wody grzejnej przez węzeł cieplny w sezonie grzewczym po stronie instalacyjnej wyniesie:

$$q_{MinstCO} = \frac{Q_{CO}}{C_p * \Delta T} = \frac{311 \text{ kW} * 3600}{4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} * \text{K}} * 20 \text{ K} * 1000} = 13,4 \frac{\text{t}}{\text{h}}$$

$$q_{VinstCO} = \frac{q_{MinstCO}}{\rho} = \frac{13,4 \frac{\text{t}}{\text{h}} * 1000}{978 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 13,7 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Dla potrzeb instalacji c.o. i przepływu  $q_{instCO}=13,7 \text{ m}^3/\text{h}$  dobrano przewód o średnicy  $D_n=65 (\text{Ø}76,1 \times 2,9)$  dla którego opory wynoszą  $R=126 \text{ Pa/m}$ .

### 6.2. Dobór filtroodmulnika dla c.o.

Dla przepływu  $q_{instCO}=13,7 \text{ m}^3/\text{h}$  dobrano filtroodmulnik FM Aulin-65, na ciśnienie nominalne PN16. Opor hydrauliczny filtroodmulnika wynosi:

$$\Delta p_{FM} = \left(\frac{q_{VinstCO}}{kV_s}\right)^2 * 100 = \left(\frac{13,7}{57}\right)^2 * 100 = 5,76 \text{ kPa}$$

### 6.3. Zestawienie oporów hydraulicznych dla c.o.

Filtroodmulnik	5,76 kPa
Wymiennik c.o.	19,0 kPa
Rurociągi i armatura odcinająca	1,88 kPa
	<b>26,6 kPa</b>

### 6.4. Dobór pompy obiegowej c.o.

Obliczenie wydajności pompy.

$$V_p = 1,15 * q_{VinstCO} = 1,15 * 13,7 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 15,8 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Obliczenie różnicy ciśnienia wytwarzanego przez pompę:

$$\Delta p_p = 1,2 * \Delta P = 1,2 * 26,6 \text{ kPa} = 31,9 \text{ kPa}$$

gdzie:  $\Delta p'$  – opory źródła ciepła [kPa],

Dobrano pompę obiegową typu MAGNA3 40-80 firmy GRUNDFOS. Zapotrzebowanie mocy elektrycznej wynosi 17 - 267 W. Zasilanie 230 V.

### 6.5. Dobór naczynia wzbiorczego dla c.o.

Obliczenia wykonano w oparciu o PN-B-02414.

Pojemność zładu instalacji c.o. wynosi:  $V = 5,13 \text{ m}^3$ .

Pojemność użytkowa naczynia wzbiorczego:

$$V_u = V * \rho * \Delta V$$

gdzie:  $\rho = 999,7 \text{ kg/m}^3$  gęstość wody w temperaturze  $10^\circ\text{C}$ ,  
 $\Delta v = 0,0287$  dla temperatury na zasilaniu instalacji  $t_z=80^\circ\text{C}$

$$V_u = V * \rho * \Delta V = 5132 * \frac{999,7 \frac{kg}{m^3}}{1000} * 0,0287 = 147l$$

Pojemność całkowita naczynia wynosi:

$$V_N = V_u * \frac{p_{max} + 1}{p_{max} - p}$$

gdzie:  $p_{max}$  – maksymalne ciśnienie w instalacji,  $p_{max} = 4$  [bar]  
 $p$  – ciśnienie wstępne w naczyniu,  $p = p_{st} + 0,2$  [bar]

$$p_{st} = \frac{H * 9,81 * \rho}{100000} = \frac{12 * 9,81 * 999,7 \frac{kg}{m^3}}{100000} = 1,18 \text{ bar}$$

$$V_N = 147 * \frac{4 + 1}{4 - (1,18 + 0,2)} = 281 \text{ l}$$

Dobrano naczynie zbiorcze N 400 firmy REFLEX na ciśnienie 4 bar i max. temperaturę 120°C.

Średnica rury zbiorczej.:

$$d = 0,7 * \sqrt{V_u} = 0,7 * \sqrt{147} = 8,49 \text{ mm}$$

Przyjęto średnicę rury zbiorczej  $d=20$  mm.

### 6.6. Dobór zaworu bezpieczeństwa dla c.o.

W celu zabezpieczenia instalacji i wymiennika dobiera się zawór na podstawie normy PN-B-02414.

Przepustowość zaworu bezpieczeństwa:

$$M = 447,3 * b * A * \sqrt{(P_2 - P_1) * \rho} = 447,3 * 2 * 0,352 * 10^{-4} * \sqrt{(16 - 4) * 943,5} = 3,35 \text{ kg}$$

gdzie:  $b$  – współczynnik zależny od różnicy ciśnień,  $b = 2$ ,  
 $A = 0,352 * 10^{-4} \text{ m}^2$ ,  
 $p_1$  – ciśnienie dopuszczalne instalacji CO – 4,0 bar,  
 $p_2$  – ciśnienie dopuszczalne wody sieciowej – 16,0 bar,  
 $\rho$  – gęstość wody sieciowej,

Obliczenia średnicy wewnętrznej króćca dopływowego zaworu bezpieczeństwa dla przepustowości:

$M = 3,35 \text{ kg/s}$

$$d_0 = 54 * \sqrt{\frac{M}{0,9 * \alpha_c * \sqrt{P_{max}} * \rho}} = 54 * \sqrt{\frac{3,35}{0,9 * 0,25 * \sqrt{4 * 943,5}}} = 26,6 \text{ mm}$$

gdzie:  $\alpha_c$  – dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu bezpieczeństwa przy przyroście ciśnienia otwarcia  $b = 10\%$

Dobrano membranowy zawór bezpieczeństwa SYR 1915 o średnicy wewnętrznej  $d_0=27$  mm, średnicy przyłącza 1 1/4" i przyroście ciśnienia początku otwarcia  $b_1=10\%$ , na ciśnienie zadziałania 4 bar.

### 6.7. Napełnianie instalacji c.o.

Napełnianie instalacji centralnego ogrzewania i uzupełnianie w niej ubytków wody, odbywać się będzie wodą uzdatnioną z miejskiej sieci ciepłowniczej, poprzez układ do uzupełniania zładu. Zestaw ten, o średnicy  $D_n=15$ mm, wyposażony będzie w armaturę odcinającą, filtracyjną oraz w wodomierz do wody ciepłej, o przepływie nominalnym  $q_n=1,6 \text{ m}^3/\text{h}$ . Zestaw łączyć będzie rurociągi powrotne strony wysokiej i niskiej wg schematu.

## 7. Obliczenia i dobór urządzeń – strona instalacyjna ciepłej wody.

### 7.1. Dobór średnic przewodów

Przepływ c.w.u. przez węzeł wyniesie:

$$q_{MinstCW} = \frac{Q_{CW}}{C_p * \Delta T} = \frac{117 \text{ kW} * 3600}{4,19 \frac{kJ}{kg * K} * 50 \text{ K} * 1000} = 2,01 \frac{t}{h}$$

$$q_{VinstCW} = \frac{q_{MinstCW}}{\rho} = \frac{2,01 \frac{t}{h} * 1000}{993 \frac{kg}{m^3}} = 2,02 \frac{m^3}{h}$$

Przepływ w obiegu ładowania wyniesie:

$$q_{MinstCW} = \frac{Q_{CW}}{C_p * \Delta T} = \frac{50 \text{ kW} * 3600}{4,19 \frac{kJ}{kg * K} * 50 \text{ K} * 1000} = 0,86 \frac{t}{h}$$

$$q_{VinstCW} = \frac{q_{MinstCW}}{\rho} = \frac{0,86 \frac{t}{h} * 1000}{993 \frac{kg}{m^3}} = 0,86 \frac{m^3}{h}$$

Przepływ w obiegu cyrkulacji wyniesie:

$$q_{VinstCYR} = q_{VinstCW} * 0,3 = 2,02 \frac{m^3}{h} * 0,3 = 0,61 \frac{m^3}{h}$$

Dla potrzeb instalacji c.w.u. i przepływu  $q_{instCW}=2,02 \text{ m}^3/\text{h}$  dobrano przewód o średnicy  $D_n=50$  ( $\varnothing 60,3 \times 2,9$ ) dla którego opory wynoszą  $R=15,8 \text{ Pa/m}$ .

Dla potrzeb obiegu ładowania zasobnika i przepływu  $q_{instCW}=0,86 \text{ m}^3/\text{h}$  dobrano przewód o średnicy  $D_n=25$  ( $\varnothing 33,7 \times 2,6$ ) dla którego opory wynoszą  $R=79,4 \text{ Pa/m}$ .

Dla potrzeb instalacji cyrkulacji c.w.u. i przepływu  $q_{CYRK}=0,61 \text{ m}^3/\text{h}$  dobrano przewód o średnicy  $D_n=25$  ( $\varnothing 33,7 \times 2,6$ ) dla którego opory wynoszą  $R=42,5 \text{ Pa/m}$ .

### 7.2. Dobór zasobnika c.w.u.

Z uwagi na charakter pracy obiektu (szkoła) do współpracy z wymiennikiem c.w.u. dobiera się zasobnik na podstawie maksymalnego godzinowego zużycia c.w.u. tj:

$$q_{hmax} = 2,0 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Zgodnie z punktem 4.1 opisu technicznego. Stopień pokrycia zapotrzebowania przez wymiennik wynosi:

$$\varphi = \frac{Q_{CW}}{Q_{CWMAX}} = \frac{50}{117} = 0,43$$

Wymagana pojemność zasobnika c.w.u. jest zatem równa:

$$V = 0,43 * 2,0 = 0,85 \text{ m}^3$$

Do współpracy z węzłem dobrano zasobnik c.w.u. stojący typ MEGA Z-E 1000.80N firmy BIAWAR o pojemności  $V_U=984 \text{ dm}^3$ .

### 7.3. Dobór pompy ładującej.

Obliczenie wydajności pompy.

$$V_p = 1,2 * 1,15 * q_{VinstCYR} = 1,2 * 1,15 * 0,86 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 1,19 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Obliczenie różnicy ciśnienia wytwarzanego przez pompę:

$$\Delta P_p = 1,2 * (\Delta P_F + \Delta P_{ZZ} + \Delta P_{WYM} + \Delta P_{LIM}) = 1,2 * (1,2 \text{ kPa} + 2 \text{ kPa} + 4,6 \text{ kPa} + 1,2 \text{ kPa}) = 10,8 \text{ Pa}$$

Dobrano pompę typu ALPHA2 25-40 N 130 firmy GRUNDFOS. Zapotrzebowanie mocy elektrycznej wynosi 3- 18W. Zasilanie 1 ~ 230V.

### 7.4. Dobór pompy cyrkulacyjnej c.w.u.

Obliczenie wydajności pompy.

$$V_p = 1,15 * q_{VinstCYR} = 0,61 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Obliczenie różnicy ciśnienia wytwarzanego przez pompę:

$$\Delta P_p = 1,2 * (\Delta P' + \Delta P_{CYRK}) = 1,2 * (1 \text{ kPa} + 20 \text{ kPa}) = 25,2 \text{ Pa}$$

Dobrano pompę typu ALPHA2 25-60 N 130 firmy GRUNDFOS. Zapotrzebowanie mocy elektrycznej wynosi 3- 34W. Zasilanie 1 ~ 230V.

### 7.5. Dobór zaworu bezpieczeństwa dla c.w.u.

W celu zabezpieczenia urządzeń ciepłej wody dobrano zawór bezpieczeństwa na podstawie normy PN-76/B-02440. Ciśnienie dopuszczalne wymiennika jest wyższe od ciśnienia czynnika grzejącego na zasilaniu wymiennika. Przepustowość zaworu bezpieczeństwa:

$$M = 1,59 * \alpha_{C1} * b * F * \sqrt{(P_3 - P_1) * \rho} = 1,59 * 1 * 2 * 33,0 * \sqrt{(16 - 6) * 999,7} = 10494 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

gdzie:  $\alpha_{C1}$  – współczynnik wypływu wody grzejącej dla pękniętej rury,  
 $b$  – współczynnik zależny od różnicy ciśnień,  
 $F = 33,0 \text{ mm}^2$   
 $p_3$  – ciśnienie czynnika grzejącego na zasilaniu wymiennika,  
 $p_1$  – ciśnienie dopuszczalne instalacji c.w.u.,  
 $\rho$  – gęstość wody zimnej,

Obliczenia średnicy wewnętrznej króćca dopływowego zaworu bezpieczeństwa dla przepustowości:

$$M = 10494 \text{ kg/s}$$

$$d_0 = \sqrt{\frac{4 * M}{3,14 * 1,59 * \alpha_C * \sqrt{\rho * (1,1 * p_1 - p_2)}}} = \sqrt{\frac{4 * 10494}{3,14 * 1,59 * 0,3 * \sqrt{999,7 * (1,1 * 6 - 0)}}} = 18,6$$

gdzie:  $\alpha_C$  – dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu bezpieczeństwa przy przyroście ciśnienia otwarcia  $b = 10\%$ ,  
 $p_1$  – ciśnienie dopuszczone podgrzewacza,  
 $p_2$  – ciśnienie na wylocie z zaworu,

Dobrano membranowy zawór bezpieczeństwa SYR 2115 o średnicy wewnętrznej  $d_0=20 \text{ mm}$ , średnicy przyłącza 1" i przyroście ciśnienia początku otwarcia  $b_1=10\%$ , na ciśnienie zadziałania 6 bar.

### 7.6. Dobór naczynia wzbiorczego na c.w.u..

Pojemność zasobników wynosi:  $V_z = 1 \text{ m}^3$

Ciśnienie sieci wodociągowej wynosi: 4 bar

Ciśnienie otwarcia zaworu bezpieczeństwa: 8 bar



Pojemność użytkowa naczynia zbiorczego:

$$V_u = V * \rho * \Delta V$$

gdzie:  $\rho_1 = 999,7 \text{ kg/m}^3$  gęstość wody w temperaturze  $10^\circ\text{C}$ ,  
 $\Delta v = 0,0142$  dla temperatury c.w.u.  $= 55^\circ\text{C}$

$$V_u = V * \rho * \Delta V = 1000 * \frac{999,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{1000} * 0,0142 = 14,2 \text{ l}$$

Stopień napełnienia naczynia wynosi:

$$\frac{(p_a + 1,0) - (p_o + 1,0)}{(p_a + 1,0)} = \frac{(4,0 + 1,0) - (3,8 + 1,0)}{(4,0 + 1,0)} = 0,04$$

Współczynnik resztkowy wynosi:

$$1 - 0,04 = 0,96$$

Współczynnik efektywności wynosi:

$$\frac{(7,2 + 1,0) - (4,0 + 1,0)}{(7,2 + 1,0)} * 0,96 = 0,37$$

Wymagana pojemność naczynia wynosi:

$$\frac{14,2}{0,37} = 38,4 \text{ l}$$

Dobrano naczynie zbiorcze DT 60 firmy REFLEX na ciśnienie 10 bar i max. temperaturę  $70^\circ\text{C}$ .

### **7.7. Dobór wodomierzana dopływie wody zimnej do wymiennika c.w.u.**

Spodziewany maksymalny przepływ wody instalacyjnej przez węzeł, na podstawie rozbiórów sekundowych wyniesie:

$$q_{MAXCWU} = 3,42 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Obliczeniowy przepływ dla wodomierza.

$$q_{Wmax} = 2 * q_{MAXCWU} = 2 * 3,42 = 6,84 \text{ m}^3/\text{h} < 7,875 \text{ m}^3/\text{h}$$

gdzie:  $q_{MAXCWU}$  – maksymalny przepływ przez wymiennik CWU po stronie instalacyjnej,

Dobrano wodomierz typu WM-6,3,  $Q_n = 6,3, 0 \text{ m}^3/\text{h}$  ( $Q_{max} = 7,875 \text{ m}^3/\text{h}$ ),  $D_n = 25 \text{ mm}$  firmy APATOR.

Uwaga: **Wodomierz poza zakresem dostawy węzła ciepłego. W miejscu przedstawionym na schemacie należy zainstalować wstawkę montażową pod dobrany wodomierz.**

## **8. Uwagi dotyczące montażu i wykonania instalacji.**

### **8.1. Montaż wymienników i instalacji.**

Wymienniki z regulatorami i urządzeniami należy wykonać w formie zwartej konstrukcji. Instalacje w węzle wykonać z rur stalowych bez szwu wg PN-80/H-74219, łączonych przez spawanie zgodnie z PN-85/M-69775. Połączenia z armaturą po stronie wysokiej na kołnierze spawane wg PN-87/H-74731, na ciśnienie 1,6 MPa, a po stronie niskiej na połączenia gwintowane na ciśnienie 0,6 MPa. Kształtki i łuki z rur stalowych bez szwu według PN-77/M-34031. Jako armaturę odcinającą przewidziano zawory kulowe na max. ciśnienie 1,6 MPa i max. temperaturę  $+140^\circ\text{C}$  z końcówkami do wspawania po stronie wody sieciowej, mufowe po stronie wody instalacyjnej. W przypadku konieczności zastosowania odpowietrzeń, po stronie wysokiej stosować fajki odpowietrzające z zaworami kulowymi, do wspawania, po stronie niskiej odpowietrzniki automatyczne z zaworami kulowymi, mufowymi.

Przewody prowadzone przy ścianach montować na podporach ślizgowych, a pod stropem na podwieszaniach, na klockach lub obejmach gumowych pod opaskami stalowymi.

### **8.2. Próby ciśnieniowe i odbiór techniczny.**

Przed przystąpieniem do prób ciśnieniowych zaleca się płukanie węzła. Próby ciśnieniowe węzła przeprowadzić zgodnie z PN-64/B-10400, w następującej kolejności:

1. Próba na zimno (bez zaworów bezpieczeństwa) wodą o ciśnieniu:  
 2,4 MPa – po stronie wysokich parametrów, 0,9 MPa – po stronie niskich parametrów,
2. Próba na gorąco eksploatacyjna tzn. przy max parametrach możliwych do uzyskania w dniu próby w czasie 72 godzin, połączona z regulacją parametrów pracy.

Odbioru węzła dokonuje Komisja Odbioru Robót.

### **8.3. Izolacje i zabezpieczenia antykorozyjne.**

Powierzchnie zewnętrzne rurociągów i urządzeń węzła wykonane ze stali nieodpornych na korozję należy zabezpieczyć antykorozyjnie, po uprzednim przygotowaniu powierzchni przez czyszczenie ręczne lub mechaniczne wg normy PN-H-97051, odpowiadające 3 stopniowi czystości, zgodnie z PN-H-97050. Tak przygotowane powierzchnie należy malować farbą antykorozyjną odporną na temperaturę  $+140^\circ\text{C}$ . Pokrycie powinno być dwuwarstwowe (warstwa gruntowa i nawierzchniowa) o grubości całkowitej 80 – 120  $\mu\text{m}$ . Wykonanie powłoki antykorozyjnej powinno odpowiadać 2 klasie staranności wykonania wg przedmiotowej normy PN-H-97070.

Po przeprowadzonych próbach szczelności, rurociągi i urządzenia o podwyższonej temperaturze powierzchni oraz rurociągi wody zimnej w obrębie węzła powinny być izolowane cieplnie izolacją odpowiadającą wymaganiom normy przedmiotowej PN-85/B-02421.

Przewody strony wysokiej oraz niskiej c.o. należy izolować łubkami wykonanymi z pianki poliuretanowej pokrytej folią PCV. Przewody ciepłej wody i cyrkulacji oraz wody zimnej izolować otuliną polietylenową na temperaturę 90°C.

Należy stosować izolację (np. typu RISO firmy MAT) o grubościach minimalnych wg poniższej tabeli:

Wymagane grubości izolacji cieplnej rurociągów w obrębie węzła cieplnego o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda_{izol}=0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$  wg PN-B-02421:2000:

Średnia rury DN [mm]	$d_z$ [mm]	$\delta$ [mm]		
		dla $T \leq 60^\circ\text{C}$	dla $T \leq 95^\circ\text{C}$	dla $T \leq 135^\circ\text{C}$
32	42,4	15	25	35
40	48,3	15	25	40
50	60,3	20	25	40
65	76,1	20	30	45

Izolacją cieplną nie należy pokrywać tych fragmentów poszczególnych urządzeń węzła, na których znajduje się tabliczka znamionowa (powinna być czytelna bez naruszania izolacji).

Na rurociągach należy zaznaczyć kierunki przepływu czynnika.

#### **8.4. Wentylacja pomieszczenia.**

W pomieszczeniu węzła należy zapewnić wentylację grawitacyjną nawiewną i wywiewną. Kanał wentylacji nawiewnej powinien być wykonany w kształcie litery „Z”. Zaleca się, aby wlot do kanału był usytuowany na zewnątrz budynku na wysokości 2m powyżej poziomu terenu, a wylot z kanału, nie wyżej niż 0,5m nad podłogą węzła. Otwory wentylacyjne należy zabezpieczyć siatką metalową. Kanał wentylacji wywiewnej powinien się mieć otwór umieszczony nie niżej niż 0,3m od stropu pomieszczenia i powinien być wyprowadzony nad dach budynku.

#### **8.5. Odprowadzenie wody sieciowej/instalacyjnej.**

Wodę sieciową/instalacyjną z pomieszczenia węzła należy odprowadzać do kanalizacji poprzez studzienkę schładzającą, do której powinny być przyłączone wpusty podłogowe. W przypadku braku możliwości grawitacyjnego odwodnienia, ścieki powinny być przepompowane ze studzienki do kanalizacji za pomocą pompy z silnikiem elektrycznym i wyłącznikiem automatycznym. W przypadku odprowadzenia ścieków z pomieszczenia bezpośrednio do kanalizacji, na zewnątrz budynku należy zastosować urządzenia zabezpieczające przed cofnięciem się ścieków.

Podłoga w pomieszczeniu węzła powinna być wykonana ze spadkiem 1% w kierunku kratki ściekowej.

Odpowietrzenia i odwodnienia instalacji sprowadzić do rury spustowej Dn50 podłączonej do studzienki schładzającej zgodnie z normą PN – B – 02423 oraz przepisami BHP.

#### **8.6. Roboty budowlane.**

Przed wprowadzeniem urządzeń, pomieszczenie węzła będzie odpowiednio przygotowane. Ściany oraz sufit będą pomalowane na jasny kolor powłoką malarską chroniącą przed przenikaniem wilgoci. Podłoga w pomieszczeniu węzła będzie gładka, niepalna, wytrzymała na uderzenia mechaniczne i nagłe zmiany temperatury. Drzwi do pomieszczenia węzła wraz z futryną wykonane będą ze stali i będą miały wymiar 0,9m szerokości i 2,0m wysokości. Drzwi otwierane będą na zewnątrz od strony pomieszczenia.

#### **8.7. Uwagi końcowe.**

Zmiany w projekcie mogą być dokonane przez wykonawcę tylko za zgodą projektanta. Oddanie węzła do eksploatacji następuje w oparciu o protokół komisji odbiorowej.

#### **8.8. Zagadnienia BHP.**

Węzeł zaprojektowano tak, aby zapewnić swobodny dostęp do urządzeń i armatury. Rurociągi prowadzone są na wysokości powyżej 2,0 m, i gwarantują swobodne przejście. Wszystkie urządzenia w węźle powinny mieć czytelne tabliczki znamionowe.

Czynności rozruchowe, eksploatacyjne i remontowe muszą spełniać warunki BHP oraz wymogi normy PN-/B-10400 i Warunki Wykonania i Odbioru Robót – część Instalacje Sanitarne i Przemysłowe.

**9. Zestawienie urządzeń – część technologiczna węzła.**

Lp.	Wyszczególnienie.	Wymiar	Ilość	Uwagi
<b>STRONA WYSOKA</b>				
1	Zawór kulowy kołnierzowy odcinający, PN25,	Dn 50	2 szt.	WG. P.T. PRZYŁĄCZA
1A	Zawór kulowy kołnierzowy odcinający, PN25,	Dn 15	2 szt.	WG. P.T. PRZYŁĄCZA
2	Filtroodmulnik kołnierzowy FM Aulin-50, PN16,	Dn 50	1 szt.	AULIN
3	Filtr siatkowy kołnierzowy FS-1, 300 oczek/cm <sup>2</sup> , PN16,	Dn 50	1 szt.	POLNA
4	Zawór kulowy do wspawania odcinający, PN25, - c.w.u.	Dn 32	2 szt.	DZT
5	Zawór kulowy do wspawania odcinający, PN25, - c.o.	Dn 50	1 szt.	DZT
5A	Zawór balansujący typu STAD, PN 20,	Dn 50	1 szt.	TA Hydronics
6	Zawór regulacyjny c.o. – typ VM2, kołnierzowy, $k_{VS}=10,0 \text{ m}^3/\text{h}$ , z napędem AMV23 – <b>z funkcją bezpieczeństwa</b> (zasil. 230V),	Dn 32	1 kpl.	DANFOSS
7	Płytowy wymiennik ciepła c.o. – ALFA LAVAL, typ CB110-30M, z podstawą i izolacją,		1 kpl.	ALFA LAVAL
8	Zestaw pomiarowo – rozliczeniowy firmy KAMSTRUP z przetwornikiem przepływu ULTRAFLOW 54 $q_n=6,0 \text{ m}^3/\text{h}$ oraz przelicznikiem elektronicznym MULTICAL 603, z końcówkami kołnierzowymi, montaż na powrocie ( <b>licznik główny</b> ),	Dn 25	1 kpl.	KAMSTRUP
9	Zawór regulacyjny c.w.u. – typ VM2, kołnierzowy, $k_{VS}=4,0 \text{ m}^3/\text{h}$ z napędem AMV23 – <b>z funkcją bezpieczeństwa</b> (zasil. 230V),	Dn 15	1 szt.	DANFOSS
10	Płytowy wymiennik ciepła c.w.u. – ALFA LAVAL, typ CBH16-25A, z podstawą i izolacją,		1 kpl.	ALFA LAVAL
11	Regulator różnicy ciśnień i przepływu typu AVPQ, $k_{VS}=12,5 \text{ m}^3/\text{h}$ , PN25, z końcówkami do wspawania, zakres przepływów $V=0,4-10 \text{ m}^3/\text{h}$ , zakres nastawy wartości zadanej różnicy ciśnień $p=0,2-1 \text{ bara}$ , montaż na powrocie,	Dn 32	1 kpl.	DANFOSS
12	Elektroniczny regulator pogodowy dwukanałowy ECL Comfort 310, z kluczem aplikacji A247.1, z podstawą		1 szt.	DANFOSS
12.1	Zanurzeniowy czujnik temperatury typ ESMU-100, stal nierdzewna,		6 szt.	DANFOSS
12.2	Zewnętrzny czujnik temperatury typ ESMT		1 szt.	DANFOSS
12.3	Termostat bezpieczeństwa typu ST-1 (30-120OC) wraz z kieszenią ze stali nierdzewnej,		2 szt.	DANFOSS
13	Zestaw pomiarowo – rozliczeniowy firmy KAMSTRUP z przetwornikiem przepływu ULTRAFLOW 54 $q_n=2,5 \text{ m}^3/\text{h}$ oraz przelicznikiem elektronicznym MULTICAL 603, z końcówkami kołnierzowymi ( <b>podlicznik c.w.u.</b> ), montaż na powrocie	Dn 20	1 kpl.	KAMSTRUP
14	Rurki manometryczne, kurki i manometry zegarowe M 100 (0 – 1,6) MPa – 1,6,		5 kpl.	KFM
15	Termometr przemysłowy prosty w oprawie stalowej 1/2", 0-150°C, dł. zanurzeniowa 50 mm,		1 kpl.	KWT
16	Termometr przemysłowy prosty w oprawie stalowej 1/2", 0-100°C, dł. zanurzeniowa 50 mm,		2 kpl.	KWT
17	Zawór kulowy do wspawania odcinający, PN16,	Dn 15	3 szt.	DZT
18	Filtr siatkowy mufowy, 300 oczek/cm <sup>2</sup> , PN10,	Dn 15	1 szt.	PERFEXIM
19	Wodomierz JS90-1,6-NK, $Q_3=1,6 \text{ m}^3/\text{h}$ do wody gorącej z nadajnikiem impulsów– 10 l/imp,	Dn 15	1 szt.	MIROMETR
20	Automatyczny zawór napełniania instalacji typu 553140, PN16, zakres $p=0,3-0,4 \text{ bar}$ , $t_{max}=70^\circ\text{C}$ ,	Dn 15	1 kpl.	CALEFFI
21	Zawór zwrotny mufowy SOCLA 601, PN10,	Dn 15	1 szt.	DANFOSS
22	Zawór kulowy mufowy, PN10,	Dn 15	1 szt.	PERFEXIM

<b>STRONA NISKA C.O.</b>				
23	Membranowy zawór bezpieczeństwa SYR 1915 ciśnienie otwarcia 4,0 bar,	Dn 32	1 szt.	SYR
24	Zawór kulowy mufowy, PN10,	Dn 65	3 szt.	PERFEXIM
25	Pompa obiegowa c.o. typu MAGNA3 40-80, 1x230V,	Dn 40	1 kpl.	GRUNDFOS
26	Filtroodmulnik kołnierzowy FM Aulin-65, PN16,	Dn 65	1 szt.	AULIN
27	Naczynie wzbiorcze przeponowe Reflex N 400, p = 4,0 bar,		1 kpl.	REFLEX
27.1	Złącze samoodcinające SUR R1x1,	Dn 20	1 szt.	REFLEX
28	Zawór kulowy mufowy, PN10,	Dn 15	3 szt.	PERFEXIM
29	Rurki manometryczne, kurki i manometry zegarowe M 100 (0 – 0,6) MPa – 1,6,		5 kpl.	KFM
30	Termometr przemysłowy prosty w oprawie stalowej ½", 0-100°C, dł. zanurzeniowa 50 mm,		2 kpl.	KWT
<b>WODA ZIMNA, CIEPŁA I CYRKULACJA</b>				
31	Zawór kulowy mufowy, PN10,	Dn 50	3 szt.	PERFEXIM
32	Filtr siatkowy mufowy, 300 oczek/cm <sup>2</sup> , PN10,	Dn 50	1 szt.	PERFEXIM
33	Wstawka montażowa pod wodomierz WM 6,3,	Dn 25	1 szt.	APATOR
34	Zawór zwrotny antyskażeniowy EA 251, PN10,	Dn 50	1 szt.	DANFOSS
35	Membranowy zawór bezpieczeństwa SYR 2115, ciśnienie otwarcia 6,0 bar,	Dn 25	1 szt.	SYR
36	Zawór kulowy mufowy, PN10,	Dn 25	5 szt.	PERFEXIM
37	Filtr siatkowy mufowy, 300 oczek/cm <sup>2</sup> , PN10,	Dn 25	2 szt.	PERFEXIM
38	Pompa cyrkulacyjna typu ALPHA2 25-60 N 130, 1x230V,	Dn 25	1 kpl.	GRUNDFOS
39	Pompa ładująca typu ALPHA2 25-40 N 130, 1x230V,	Dn 25	1 kpl.	GRUNDFOS
40	Zawór zwrotny mufowy SOCLA 601, PN10,	Dn 25	2 szt.	DANFOSS
41	Rurki manometryczne, kurki i manometry zegarowe M 100 (0 – 1,0) MPa – 1,6,		10 kpl.	KFM
42	Termometr przemysłowy prosty w oprawie stalowej ½", 0-100°C, dł. zanurzeniowa 50 mm,		3 kpl.	KWT
43	Naczynie wzbiorcze przeponowe Reflex DT 60, p = 10 bar,		1 kpl.	REFLEX
43.1	Złącze samoodcinające SUR R1x1,	Dn 20	1 szt.	REFLEX
44	Zawór kulowy mufowy, PN10,	Dn 15	1 szt.	PERFEXIM
45	Zasobnik c.w.u. stojący typ MEGA Z-E 1000.80N o pojemności V <sub>U</sub> = 984dm <sup>3</sup>		1 kpl.	BIAWAR

**10. Opis techniczny - część elektryczna.****10.1. Podstawa wykonania instalacji elektrycznej.**

Projekt instalacji elektrycznej wykonano w oparciu o:

- normę PN-IEC 60364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych”,
- inwentaryzację istniejącej instalacji elektrycznej,
- instrukcja montażu i obsługi regulatora ECL 310.

**10.2. Zasilanie.**

Pomieszczenie węzła zasilane będzie z tablicy odbiorów administracyjnych budynku. Zasilanie należy wykonać przewodem YDY 3x4mm<sup>2</sup>, w rurce ochronnej RL-22 i wprowadzić do tablicy licznikowej TL. Projektowany węzeł jest zasilany poprzez licznik energii elektrycznej, zamontowany w miejscu dostępnym dla pracowników Zakładu Energetycznego. Z tablicy TL zasilana będzie rozdzielnia RG pomieszczenia węzła. Rozdzielnię RG typu RN 1\*18-55 wyposażono w główny wyłącznik prądu, wyłączający napięcie w całym pomieszczeniu węzła. RG zlokalizowana będzie w rejonie wejścia do pomieszczenia węzła i wykonana w stopniu ochrony min. IP55.

**10.3. Zasilanie i tablica rozdzielcza.**

Z rozdzielni RG należy zasilic jednofazowo przewodem YDY3x2,5 $\phi$  mm<sup>2</sup> w rurce RL-18, tablicę rozdzielczo-sterowniczą RA węzła kompaktowego.

Tablicę rozdzielczo – sterowniczą RA zaprojektowano w oparciu o obudowę naścienną typu RN 3\*18-55. W obudowie zainstalowano regulator ECL310 Z A247, oraz aparaturę rozdzielczo – sterowniczą. Oprzewodowanie wnętrza tablicy wykonać przewodem LY 1,0 mm<sup>2</sup>. Instalację w węźle wykonać, jako natynkową w rurkach RL-18.

Nazwa odbiornika		Gniazdo wtykowe
Wyłącznik różnicowo - prądowy.	TYP	P 312 typ AC
	PRĄD [A]	B25 / 0,03
Przewód	TYP	YDY $\phi$ o
	PRZEKRÓJ [mm <sup>2</sup> ]	3x1,5

**10.4. Instalacja oświetlenia.**

Instalacje do oprav oświetleniowych będą wykonane przewodami o przekroju 1,5mm<sup>2</sup> prowadzonych natynkowo w rurkach RL-18. Obwody oświetleniowe projektuje się z zastosowaniem opraw świetlówkowych o stopniu ochrony min. IP54. Usytuowanie opraw pokazano na planie. Minimalne natężenie oświetlenia w pomieszczeniu węzła wynosi 200lx.

**10.5. Instalacja automatyki.**

Układ regulacji temperatury realizowany jest przy pomocy:

- regulator ECL310 Z A247 firmy DANFOSS,
- napęd firmy DANFOSS typu AMV23 z zaworem regulacyjnym dla c.o.,
- napęd firmy DANFOSS typu AMV23 z zaworem regulacyjnym dla c.w.u.,
- czujnik temperatury zasilania instalacji c.o. typu ESMU-100 stal nierdzewna,
- czujnik temperatury zasilania instalacji c.w.u. typu ESMU-100 stal nierdzewna,
- czujnik temperatury powrotu z wymiennika c.o. typu ESMU-100 stal nierdzewna,
- czujnik temperatury powrotu z wymiennika c.w.u. typu ESMU-100 stal nierdzewna,
- czujnik temperatury zasobnika c.w.u. typu ESMU-100 stal nierdzewna (góra),
- czujnik temperatury zasobnika c.w.u. typu ESMU-100 stal nierdzewna (dół),
- czujnik temperatury bezpieczeństwa c.o. typu ST-1
- czujnik temperatury bezpieczeństwa c.w.u. typu ST-1
- czujnik temperatury zewnętrznej typu ESMT,
- obieg czynnika grzewczego wymusza pompa obiegowa.
- obieg ładowania zasobnika c.w.u. wymusza pompa ładująca
- obieg czynnika c.w.u. wymusza pompa cyrkulacyjna.

Schemat elektryczny układu automatycznej regulacji przedstawiono na rysunku nr 6.

Nazwa odbiornika		Regulator ECL310 z A247	Napęd c.o. AMV23	Napęd c.w.u. AMV23	Pompa obiegowa c.o.	Pompa cyrkulacyjna	Pompa ładująca
Wyłącznik różnicowo - prądowy	TYP	P 302 typ A					
	PRĄD [A]	25 / 0,03					
Wyłącznik instalacyjny	TYP	S301	S302	S302	S301	S301	S301
	PRĄD [A]	C 2	C 0,5	C 0,5	C 6A	C 2A	C 2A
Przewód	TYP	LY	OWY $\phi$ o	OWY $\phi$ o	YDY $\phi$ o	YDY $\phi$ o	YDY $\phi$ o
	PRZEKRÓJ [mm <sup>2</sup> ]	1,0	5x1,0	5x1,0	3x1,5	3x1,5	3x1,5

**10.6. Ochrona przeciwporażeniowa.**

Instalację zaprojektowano w układzie TN-S z oddzielnymi przewodami: neutralnym N i ochronnym PE. Rozdzielenie przewodu ochronno-neutralnego PEN na przewód ochrony PE i neutralny N powinno nastąpić w złączu tablicy głównej, lub rozdzielniczy głównej budynku. Punkt rozdziału powinien być uziemiony zgodnie z normą PN-IEC 60364. Przewód PEN przed rozdziałem powinien posiadać przekrój min. 10mm<sup>2</sup> Cu lub 16mm<sup>2</sup> Al.

Należy ułożyć bednarke FeZn 25x3 łączącą rury c.o. wejściowe do węzła i wyjściowe i konstrukcję węzła. Przewody łączące wymienione elementy z główną szyną wyrównawczą winny być wykonane przewodami miedzianymi LY10 o izolacji żółto zielonej. Połączenie z rurami należy wykonać przy zastosowaniu obejm. Miejsca połączeń powinny być czyste i zabezpieczone przed korozją. Szyna główna wyrównawcza winna być połączona przewodem min. LY10 z przewodem ochronnym PE. W przypadku istnienia w węźle cieplnym metalowej rury wodociągowej należy ją połączyć z przewodem ochronnym PE. Ochronę od porażenia prądem elektrycznym zrealizowano w oparciu o wyłącznik różnicowo-prądowy P302 typu A o prądzie różnicowym 30 mA.

**10.7. Czujniki temperatury.**

Do współpracy z regulatorem temperatury przewidziano czujniki rezystancyjne 1000Ω/0°C. Wykonanie czujników c.o. zanurzeniowe ze standardowymi inercjami. Czujnik temperatury zewnętrznej, winien być umiejscowiony z dala od źródeł ciepła i strumieni powietrza na ścianie północnej budynku na wysokości ok. 4,0 m, zgodnie z fabryczną instrukcją montażu. W przypadku braku możliwości umiejscowienia czujnika w miejscu wskazanym powyżej, jego lokalizację należy uzgodnić ze służbami technicznymi ZEC Sp. z o.o..

**UWAGI:**

- 1) Przed uruchomieniem urządzeń elektrycznych, Wykonawca, po odłączeniu odbiorników, przeprowadza sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej i potwierdza stosownym protokołem.
- 2) Przewody do czujników wprowadzić do regulatora z zapasem ok. 10 cm.

**11. Zestawienie urządzeń – część elektryczna węzła.**

L/P	Symbol	Nazwa aparatu	Producent	Typ aparatu	Ilość
<b>Rozdzielnia RA</b>					
1	S6	Wyłącznik różnicowoprądowy	Legrand	P302 25A ΔI0,03A „A”	1
2	S1	Wyłącznik nadprądowy	Legrand	S 301 C6	1
2	S2, S10	Wyłącznik nadprądowy	Legrand	S 301 C2	2
3	S3,S4	Wyłącznik nadprądowy	Legrand	S 302 C0.5	2
4	S5	Wyłącznik nadprądowy	Legrand	S 301 C2	1
5	S7, S11	Przełącznik	Legrand	FR321	2
6	S8,S9	Wyłącznik nadprądowy	Legrand	S 301 C0,5	2
7	Q1,Q2, Q3	Stycznik	Legrand	SM 425 25A 2z	3
8	H1,H2, H3	Lampka zielona	Legrand	L 403	3
9	H	Lampka niebieska	Legrand	L 404	1
10	RA	Skrzynka	ABB	Mistral65 54M 1SLM006500A1218	1

<b>Rozdzielnia RG+G</b>					
1	RG+G	Skrzynka	ABB	Mistral65 18M 1SL1202A00	1
2	R	Rozłącznik bezpiecznikowy	Legrand	R321 20A	1
3	FG	Wyłącznik różnicowoprądowy	Legrand	P312 B10 ΔI0,03A „AC”	1
4	FG1	Wyłącznik nadprądowy	Legrand	S 301 B10	1
5	FG2	Wyłącznik nadprądowy	Legrand	S 301 C6	1
6	G	Gniazdo na szynę	Legrand	Ref. 0100-4280	1