

SPIS TREŚCI

1. Zakres opracowania	2
2. Podstawa opracowania	2
3. Opis techniczny – część technologiczna	2
3.1. Opis rozwiązań projektowych	2
3.2. Wyjściowe parametry węzła	2
4. Obliczenia i dobór urządzeń – strona sieciowa	2
4.1. Dobór średnic przewodów	2
4.2. Dobór filtrododmulnika	3
4.3. Dobór filtra siatkowego	3
4.4. Dobór wymiennika c.o.	3
4.5. Dobór zaworu regulacyjnego dla c.o.	3
4.6. Dobór wymiennika c.w.u.	3
4.7. Dobór zaworu regulacyjnego dla c.w.u.	3
4.8. Dobór licznika ciepła dla c.o.	3
4.9. Dobór licznika ciepła dla c.w.u.	4
4.10. Sprawdzenie warunku priorytetu c.w.u.	4
4.11. Zestawienie oporów hydraulicznych po stronie sieciowej	4
4.12. Dobór regulatora różnicy ciśnień i przepływu	4
5. Obliczenia i dobór urządzeń – strona instalacyjna centralnego ogrzewania	4
5.1. Dobór średnic przewodów	4
5.2. Dobór filtrododmulnika dla c.o.	4
5.3. Zestawienie oporów hydraulicznych dla c.o.	4
5.4. Dobór pompy obiegowej c.o.	5
5.5. Dobór naczynia wzbiorczego dla c.o.	5
5.6. Dobór zaworu bezpieczeństwa dla c.o.	5
5.7. Napełnianie instalacji c.o.	5
6. Obliczenia i dobór urządzeń – strona instalacyjna ciepłej wody	6
6.1. Dobór średnic przewodów	6
6.2. Dobór pompy cyrkulacyjnej c.w.u.	6
6.3. Dobór zaworu bezpieczeństwa dla c.w.u.	6
6.4. Dobór zaworu bezpieczeństwa dla stabilizatora c.w.u.	6
6.5. Dobór wodomierza na dopływie wody zimnej do wymiennika c.w.u.	6
7. Uwagi dotyczące montażu i wykonania instalacji	6
7.1. Montaż wymienników i instalacji	6
7.2. Próby ciśnieniowe i odbiór techniczny	7
7.3. Izolacje i zabezpieczenia antykorozyjne	7
7.4. Wentylacja pomieszczenia	7
7.5. Odprowadzenie wody sieciowej/instalacyjnej	7
7.6. Roboty budowlane	7
7.7. Uwagi końcowe	8
7.8. Zagadnienia BHP	8
8. Zestawienie urządzeń – część technologiczna węzła	9
9. Opis techniczny - część elektryczna	11
10. Warunki techniczne	
11. Oświadczenia projektowe	
12. Uprawnienia projektowe	

CZĘŚĆ RYSUNKOWA

- Rys. 1 Plan zagospodarowania terenu
Rys. 2 Schemat technologiczny węzła
Rys. 3 Rzut pomieszczenia węzła
Rys. 4 Obwody główne pomieszczenia – rozdzielnia RG.
Rys. 5 Rozmieszczenie aparatury elektrycznej w rozdzielnicy głównej.
Rys. 6 Schemat instalacji elektrycznej węzła c.o. + c.w.u.
Rys. 7 Rozmieszczenie aparatury elektrycznej w rozdzielnicy automatyki.

1. Zakres opracowania.

Zakres opracowania obejmuje projekt przebudowy węzła ciepłego, mieszczącego się w obiekcie przemysłowym (budynek biurowy ciepłowni) przy ul. Cmentarnej 5 w Pabianicach. 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,
- Warunki techniczne nr 31/01/17 z dnia 13.01.2017r., wydane przez ZEC Sp. z o.o. w Pabianicach,
- 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, wzbiornym 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 – TROVIS firmy SAMSON. Do regulatora podłączone zostaną czujniki temperatury: zewnętrznej, na zasilaniu instalacji wewnętrznej c.o., na powrocie z wymiennika c.o. – po stronie wysokiej oraz na zasilaniu instalacji c.w.u.

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]	47,5
wydajność cieplna c.w.u.	$Q_{CW\ max}$ [kW]	34,0
czynnik sieciowy – woda	[°C]	140/75
czynnik sieciowy – woda (okres letni)	[°C]	70/35
czynnik instalacyjny – woda c.o.	[°C]	90/70
czynnik instalacyjny – woda c.w.u.	[°C]	5/55
ciśnienie dyspozycyjne na wejściu do węzła	p_d [bar]	2,8
opory instalacji c.o.	p_{co} [bar]	0,25
opory instalacji cyrkulacyjnej	p_{cyrk} [bar]	0,20

4. Obliczenia i dobór urządzeń – strona sieciowa.

4.1. Dobór średnic przewodów.

$$Q_{CO} = 47,5 \text{ kW}$$

$$Q_{CWMAX} = 34,0 \text{ kW}$$

Przepływ wody grzejnej przez węzeł ciepły w sezonie grzewczym wyniesie:

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

$$q_{Ms} = \frac{Q_{CO} + Q_{CWMAX}}{C_p * \Delta T} = \frac{(47,5 \text{ kW} + 34 \text{ kW}) * 3600}{4,22 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} * \text{K}} * 65 \text{ K} * 1000} = 1,07 \frac{\text{t}}{\text{h}}$$

$$q_{Vs} = \frac{q_{Ms}}{\rho} = \frac{1,07 \frac{\text{t}}{\text{h}} * 1000}{951 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 1,12 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

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)],

ρ – gęstość wody [kg/m³],

ΔT – obliczeniowa różnica temperatur wody w instalacji [K],

- w odcinku c.o.:

$$q_{Mco} = \frac{Q_{CO}}{C_p * \Delta T} = \frac{47,5 \text{ kW} * 3600}{4,22 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} * \text{K}} * 65 \text{ K} * 1000} = 0,62 \frac{\text{t}}{\text{h}}$$

$$q_{Vco} = \frac{q_{Mco}}{\rho} = \frac{0,62 \frac{\text{t}}{\text{h}} * 1000}{951 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0,67 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

- w sezonie letnim.:

$$q_{Mcw} = \frac{Q_{CWMAX}}{C_p * \Delta T} = \frac{34 \text{ kW} * 3600}{4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} * \text{K}} * 35 \text{ K} * 1000} = 0,84 \frac{\text{t}}{\text{h}}$$

$$q_{vcw} = \frac{q_{Mcw}}{\rho} = \frac{0,84 \frac{t}{h} * 1000}{986 \frac{kg}{m^3}} = 0,86 \frac{m^3}{h}$$

Dla przepływu $q_{vs}=1,12 \text{ m}^3/\text{h}$ dobrano przewód o średnicy $D_n=25 (\text{Ø}33,7 \times 2,6)$, dla którego opory liniowe wynoszą $R=97,0 \text{ Pa/m}$.

Dla potrzeb c.o. i przepływu $q_{vco}=0,67 \text{ m}^3/\text{h}$ dobrano przewód o średnicy $D_n=25 (\text{Ø}33,7 \times 2,6)$, dla którego opory liniowe wynoszą $R=35,8 \text{ Pa/m}$.

Dla potrzeb c.w.u. i przepływu $q_{vcw}=0,86 \text{ m}^3/\text{h}$ dobrano przewód o średnicy $D_n=25 (\text{Ø}33,7 \times 2,6)$, dla którego opory liniowe wynoszą $R=67,2 \text{ Pa/m}$.

4.2. Dobór filtrodłulnika.

Dla obliczonego przepływu $q_{vs}=1,12 \text{ m}^3/\text{h}$ dobrano filtrodłulnik magnetyczny FM Aulin-25, na ciśnienie robocze 1,6 MPa, z max. temperaturą pracy 150°C , dla którego opór hydrauliczny wynosi:

$$\Delta p_{FM} = \left(\frac{q_{vs}}{kV_s} \right)^2 * 100 = \left(\frac{1,12}{14} \right)^2 * 100 = 0,64 \text{ kPa}$$

4.3. Dobór filtra siatkowego.

Dla obliczonego przepływu $q_{vs}=1,12 \text{ m}^3/\text{h}$ dobrano filtr siatkowy, $D_n=25\text{mm}$, $k_{vs}=12,5 \text{ m}^3/\text{h}$ na ciśnienie nominalne 1,6 MPa z max. temperaturą pracy 300°C . Opór hydrauliczny filtra wynosi:

$$\Delta p_F = \left(\frac{q_{vs}}{kV_s} \right)^2 * 100 = \left(\frac{1,12}{12,5} \right)^2 * 100 = 0,81 \text{ kPa}$$

4.4. 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 CBH16-25A o następujących oporach:

str. wysoka $\Delta p = 2,67 \text{ kPa}$

str. niska $\Delta p = 13,0 \text{ kPa}$

4.5. Dobór zaworu regulacyjnego dla c.o.

Dla przepływu $q_{vco}=0,67 \text{ m}^3/\text{h}$ dobrano zawór regulacyjny typ 3222 z korpusem kołnierzym o średnicy $D_n=15\text{mm}$, $k_{vs}=1,6 \text{ m}^3/\text{h}$ firmy SAMSON.

Opór hydrauliczny zaworu regulacyjnego wynosi:

$$\Delta p_{coreg} = \left(\frac{q_{vco}}{kV_s} \right)^2 * 100 = \left(\frac{0,67}{1,6} \right)^2 * 100 = 17,5 \text{ kPa}$$

Autorytet zaworu wynosi:

$$a_{coreg} = \frac{\Delta p_{coreg}}{\Delta p_w} = \frac{17,5}{22,2} = 0,79$$

Zawór będzie sterowany regulatorem pogodowym TROVIS 5573-1 przy pomocy napędu typu 5825-10 firmy SAMSON. Zasilanie 230V.

4.6. 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 CBH16-25H o następujących oporach:

Strona wysoka: $3,02 \text{ kPa}$

Strona niska: $1,59 \text{ kPa}$

4.7. Dobór zaworu regulacyjnego dla c.w.u.

Dla przepływu $q_{vcw}=0,86 \text{ m}^3/\text{h}$ dobrano zawór regulacyjny typ 3222 z korpusem kołnierzym o średnicy $D_n=15 \text{ mm}$, $k_{vs}=2,5 \text{ m}^3/\text{h}$ firmy SAMSON.

Opór hydrauliczny zaworu regulacyjnego wynosi:

$$\Delta p_{cwreg} = \left(\frac{q_{vcw}}{kV_s} \right)^2 * 100 = \left(\frac{0,86}{2,5} \right)^2 * 100 = 11,8 \text{ kPa}$$

Autorytet zaworu wynosi:

$$a_{cwreg} = \frac{\Delta p_{cwreg}}{\Delta p_w} = \frac{11,8}{18,3} = 0,65$$

Zawór będzie sterowany regulatorem pogodowym TROVIS 5573-1 przy pomocy napędu typu 5825-10 firmy SAMSON. Zasilanie 230V.

4.8. Dobór licznika ciepła dla c.o.

Dla obliczonego przepływu $q_{vco}=0,67$ dobrano ultradźwiękowy ciepłomierz firmy MIROMETR typu SHARKY775, z końcówkami do wspawania, o przepływie nominalnym $q_p=1,5 \text{ m}^3/\text{h}$, $D_n=15\text{mm}$, $k_{vs}=5,48 \text{ m}^3/\text{h}$.

Opór hydrauliczny przepływomierza wynosi:

$$\Delta p_{wod} = \left(\frac{q_{vco}}{kV_s} \right)^2 * 100 = \left(\frac{0,67}{5,48} \right)^2 * 100 = 1,49 \text{ kPa}$$

Przetwornik przepływu należy zamontować na rurociągu powrotnym.

4.9. Dobór licznika ciepła dla c.w.u.

Dla obliczonego przepływu $q_{vcw}=0,86 \text{ m}^3/\text{h}$ dobrano ultradźwiękowy ciepłomierz firmy MIROMETR typu SHARKY 775, z końcówkami do spawania, o przepływie nominalnym $q_p=1,5 \text{ m}^3/\text{h}$, $D_n=15 \text{ mm}$, $k_{vs}=5,48 \text{ m}^3/\text{h}$.

Opór hydrauliczny przepływomierza wynosi:

$$\Delta p_{wod} = \left(\frac{q_{vcw}}{kV_s} \right)^2 * 100 = \left(\frac{0,86}{5,48} \right)^2 * 100 = 2,46 \text{ kPa}$$

Przetwornik przepływu należy zamontować na rurociągu powrotnym.

4.10. 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%.

$$\Delta P_{CW} * 1,15 = 18,3 * 1,15 = 21,0 \text{ kPa}$$

$$\Delta P_{CO} = 22,2 \text{ kPa} > 21,0 \text{ kPa}$$

Warunek jest spełniony.

4.11. Zestawienie oporów hydraulicznych po stronie sieciowej.

	obieg c.o.	obieg c.w.u.	
Filtroodmulnik	0,64	0,64	kPa
Filtr siatkowy	0,81	0,81	kPa
Wymiennik CO	2,67	-	kPa
Wymiennik CWU	-	3,02	kPa
Zawór regulacyjny	17,5	11,8	kPa
Przetwornik przepływu (licznik c.o.)	1,49	-	kPa
Przetwornik przepływu (licznik c.w.u.)	-	2,46	kPa
Rurociągi i armatura odcinająca	0,54	1,01	kPa
Δp_w	23,6	19,7	kPa

4.12. Dobór regulatora różnicy ciśnień i przepływu.

Dla obliczonego przepływu $q_{vs}=1,12 \text{ m}^3/\text{h}$ dobrano regulator różnicy ciśnień i przepływu typu 46-7 firmy SAMSON o średnicy $D_n=15 \text{ mm}$, z końcówkami do spawania, $k_{vs}=2,5 \text{ m}^3/\text{h}$, PN25, zakres przepływów $q=0,2-1,2 \text{ m}^3/\text{h}$, zakres nastawy wartości zadanej różnicy ciśnień $p=0,1-1 \text{ bara}$.

Strata ciśnienia na zaworze:

$$\Delta p_{ZR\acute{C}iP} = 20 + \left(\frac{q_{vs}}{kV_s} \right)^2 * 100 = 20 + \left(\frac{1,12}{2,5} \right)^2 * 100 = 40,2 \text{ kPa}$$

Prędkość przepływu na zaworze:

$$u_{ZR\acute{C}iP} = \frac{q_{vs}}{A} = \frac{1,12}{1,77 * 10^{-4} * 3600} = 1,77 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Regulator różnicy ciśnień należy zamontować na przewodzie powrotnym.

5. Obliczenia i dobór urządzeń – strona instalacyjna centralnego ogrzewania.

5.1. Dobór średnic przewodów.

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

$$q_{MinstCO} = \frac{Q_{CO}}{C_p * \Delta T} = \frac{47,5 \text{ kW} * 3600}{4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} * \text{K}} * 20 \text{ K} * 1000} = 2,04 \frac{\text{t}}{\text{h}}$$

$$q_{VinstCO} = \frac{q_{MinstCO}}{\rho} = \frac{2,04 \frac{\text{t}}{\text{h}} * 1000}{972 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 2,10 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Dla potrzeb instalacji c.o. i przepływu $q_{instCO}=2,10 \text{ m}^3/\text{h}$ dobrano przewód o średnicy $D_n=32 (\text{Ø}42,4 \times 2,6)$ dla którego opory wynoszą $R=87,2 \text{ Pa/m}$.

5.2. Dobór filtroodmulnika dla c.o.

Dla przepływu $q_{instCO}=2,10 \text{ m}^3/\text{h}$ dobrano filtroodmulnik FM Aulin-32, na ciśnienie nominalne PN16. Opór hydrauliczny filtroodmulnika wynosi:

$$\Delta p_{FM} = \left(\frac{q_{VinstCO}}{kV_s} \right)^2 * 100 = \left(\frac{2,10}{28,5} \right)^2 * 100 = 0,54 \text{ kPa}$$

5.3. Zestawienie oporów hydraulicznych dla c.o.

Filtroodmulnik	0,54 kPa
Wymiennik c.o.	13,0 kPa
Rurociągi i armatura odcinająca	1,31 kPa
	14,9 kPa

5.4. Dobór pompy obiegowej c.o.

Obliczenie wydajności pompy.

$$V_p = 1,15 * q_{vinstCO} = 1,15 * 2,10 \frac{m^3}{h} = 2,41 \frac{m^3}{h}$$

Obliczenie różnicy ciśnienia wytwarzanego przez pompę:

$$\Delta P_p = 1,2 * (\Delta P' + \Delta P_{co}) = 1,2 * (14,9 kPa + 25 kPa) = 47,8 kPa$$

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

ΔP_{co} – opory instalacji wewnętrznej [kPa],

Dobrano pompę obiegową typu MAGNA3 25-100 N firmy GRUNDFOS. Zapotrzebowanie mocy elektrycznej wynosi 9-163 W. Zasilanie 230 V.

5.5. Dobór naczynia wzbiorczego dla c.o.

Obliczenia wykonano w oparciu o PN-B-02414.

Pojemność zładu instalacji c.o. wynosi: $V = 0,67 m^3$.

Pojemność użytkowa naczynia wzbiorczego:

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

gdzie: $\rho_1 = 999,7 kg/m^3$ gęstość wody w temperaturze $10^\circ C$,

$\Delta v = 0,0356$ dla temperatury na zasilaniu instalacji $t_z = 90^\circ C$

$$V_u = V * \rho * \Delta V = 665 * \frac{999,7 \frac{kg}{m^3}}{1000} * 0,0356 = 23,7 l$$

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, $p = p_{st} + 0,2 [bar]$

$$p_{st} = \frac{H * 9,81 * \rho}{100000} = \frac{9 * 9,81 * 999,7 \frac{kg}{m^3}}{100000} = 0,88 bar$$

$$V_N = 23,7 * \frac{4 + 1}{4 - (0,88 + 0,2)} = 40,6 l$$

Dobrano naczynie wzbiorcze NG50 firmy REFLEX na ciśnienie 4 bar i max. temperaturę $120^\circ C$.

Średnica rury wzbiorczej:

$$d = 0,7 * \sqrt{V_u} = 0,7 * \sqrt{23,7} = 3,41 mm$$

Przyjęto średnicę rury wzbiorczej $d=20 mm$.

5.6. Dobór zaworu bezpieczeństwa dla c.o.

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

$$M = 447,3 * b * A * \sqrt{(P_2 - P_1) * \rho} = 447,3 * 2 * 0,33 * 10^{-4} * \sqrt{(16 - 4) * 926,4} = 3,11 kg$$

:

gdzie: b – współczynnik zależny od różnicy ciśnień, $b = 2$,

$A = 0,33 * 10^{-4} m^2$,

p_1 – ciśnienie dopuszczalne instalacji CO – 4,0 bar,

p_2 – ciśnienie dopuszczalne wody sieciowej – 16,0 bar,

ρ – gęstość wody sieciowej,

Obliczenia średnicy wewnętrznej króćca dopływowego zaworu bezpieczeństwa dla przepustowości:

$M = 3,11 kg/s$

$$d_0 = 54 * \sqrt{\frac{M}{\alpha_c * \sqrt{P_{max} * \rho}}} = 54 * \sqrt{\frac{3,11}{0,25 * \sqrt{4 * 926,4}}} = 24,4 mm$$

gdzie: α_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 $1 \frac{1}{4}$ " i przyroście ciśnienia początku otwarcia $b_1=10\%$, na ciśnienie zadziałania 4 bar.

5.7. 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 $D_n=15mm$, wyposażony będzie w armaturę odcinającą, filtracyjną oraz w wodomierz do wody ciepłej, o przepływie nominalnym $q_n=2,5 m^3/h$. Zestaw łączyć będzie rurociągi powrotne strony wysokiej i niskiej wg schematu.

6. Obliczenia i dobór urządzeń – strona instalacyjna ciepłej wody.

6.1. Dobór średnic przewodów

Przepływ wody instalacyjnej przez węzeł ciepły w sezonie letnim wyniesie:

$$q_{MinstCW} = \frac{Q_{CW}}{C_p \cdot \Delta T} = \frac{34kW \cdot 3600}{4,19 \frac{kJ}{kg \cdot K} \cdot 50 K \cdot 1000} = 0,58 \frac{t}{h}$$

$$q_{VinstCW} = \frac{q_{MinstCW}}{\rho} = \frac{0,58 \frac{t}{h} \cdot 1000}{993 \frac{kg}{m^3}} = 0,59 \frac{m^3}{h}$$

$$q_{VinstCYR} = q_{VinstCW} \cdot 0,3 = 0,59 \frac{m^3}{h} \cdot 0,3 = 0,18 \frac{m^3}{h}$$

Dla potrzeb instalacji c.w.u. i przepływu $q_{instCW}=0,58 \text{ m}^3/\text{h}$ dobrano przewód o średnicy $D_n=32$ ($\varnothing 42,4 \times 2,6$) dla którego opory wynoszą $R=11,3 \text{ Pa/m}$.

Dla potrzeb instalacji cyrkulacji c.w.u. i przepływu $q_{CYRK}=0,18 \text{ m}^3/\text{h}$ dobrano przewód o średnicy $D_n=25$ ($\varnothing 33,7 \times 2,6$) dla którego opory wynoszą $R=3,08 \text{ Pa/m}$.

6.2. Dobór pompy cyrkulacyjnej c.w.u.

Obliczenie wydajności pompy.

$$V_p = 1,15 \cdot q_{VinstCYR} = 0,20 \frac{m^3}{h}$$

Obliczenie różnicy ciśnienia wytwarzanego przez pompę:

$$\Delta P_p = 1,2 \cdot (\Delta P' + \Delta P_{cyrk}) = 1,2 \cdot (0,16kPa + 20kPa) = 24,2Pa$$

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

6.3. 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:

$$M = 1,59 \cdot \alpha_{C1} \cdot b \cdot F \cdot \sqrt{(P_3 - P_1) \cdot \rho} = 1,59 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 30,9 \cdot \sqrt{(16 - 6) \cdot 999,7} = 9825 \frac{kg}{h}$$

gdzie: α_{C1} – współczynnik wypływu wody grzejnej dla pękniętej rury,
 b – współczynnik zależny od różnicy ciśnień,
 $F = 30,9 \text{ mm}^2$
 p_3 – ciśnienie czynnika grzejącego na zasilaniu wymiennika,
 p_1 – ciśnienie dopuszczalne instalacji c.w.u.,
 ρ – gęstość wody zimnej,

Obliczenia średnicy wewnętrznej króćca dopływowego zaworu bezpieczeństwa dla przepustowości:

$M = 9825 \text{ kg/s}$

$$d_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot M}{3,14 \cdot 1,59 \cdot \alpha_C \cdot \sqrt{\rho \cdot (1,1 \cdot p_1 - p_2)}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 9825}{3,14 \cdot 1,59 \cdot 0,3 \cdot \sqrt{999,7 \cdot (1,1 \cdot 6 - 0)}}} = 18,0$$

gdzie: α_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.

6.4. Dobór zaworu bezpieczeństwa dla stabilizatora c.w.u.

Na podstawie karty kat. zaworów SYR dla zabezpieczenia stabilizatora c.w.u. dobrano zawór bezpieczeństwa SYR2115 o średnicy wewnętrznej $d_0=14\text{mm}$, średnicy przyłącza $\frac{3}{4}"$ i przyroście ciśnienia początku otwarcia $b_1=10\%$, na ciśnienie zadziałania 6 bar.

6.5. Dobór wodomierza na dopływie wody zimnej do wymiennika c.w.u.

Obliczeniowy przepływ dla wodomierza.

$$q_{Wmax} = 2 \cdot q_{instCW} = 2 \cdot 0,58 = 1,16 \frac{m^3}{h}$$

gdzie: q_{instCW} – przepływ przez wymiennik CWU po stronie instalacyjnej,

Dobrano wodomierz typu WS-2,5, $Q_n=2,5 \text{ m}^3/\text{h}$ ($Q_{max}=5,0 \text{ m}^3/\text{h}$), $D_n=20\text{mm}$ firmy METRON.

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

7. Uwagi dotyczące montażu i wykonania instalacji.

7.1. Montaż wymienników i instalacji.

Wymienniki z regulatorami i urządzeniami należy wykonać w formie zwartej konstrukcji. Instalacje w węźle 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°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 podwieszeniach, na klockach lub obejmach gumowych pod opaskami stalowymi.

7.2. 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.

7.3. 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°C. Pokrycie powinno być dwuwarstwowe (warstwa gruntowa i nawierzchniowa) o grubości całkowitej 80 – 120 µm. 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 ciepłnego o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda_{izol}=0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ wg PN-B-02421:2000:

Średnia rury DN [mm]	d_z [mm]	δ [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.

7.4. 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.

7.5. 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.

7.6. 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.

7.7. 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.

7.8. 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.

8. Zestawienie urządzeń – część technologiczna węzła.

Lp.	Wyszczególnienie.	Wymiar	Ilość	Uwagi
STRONA WYSOKA				
1	Zawór kulowy kołnierzowy odcinający, PN25	Dn 25	2 szt.	DZT
1A	Zawór kulowy kołnierzowy odcinający, PN25	Dn 15	2 szt.	DZT
2	Filtroodmulnik kołnierzowy FM Aulin-25, PN16,	Dn 25	1 szt.	AULIN
3	Filtr siatkowy kołnierzowy FS-1, 300 oczek/cm ² , PN16,	Dn 25	1 szt.	POLNA
4	Zawór kulowy do wspawania odcinający, PN25 - c.w.u.	Dn 25	2 szt.	DZT
5	Zawór kulowy do wspawania odcinający, PN25 - c.o.	Dn 25	2 szt.	DZT
6	Zawór regulacyjny c.o. – typ 3220, kołnierzowy, $k_{VS}=1,6 \text{ m}^3/\text{h}$, z napędem 5825-10 – z funkcją bezpieczeństwa (zasil. 230V),	Dn 15	1 kpl.	SAMSON
7	Płytkowy wymiennik ciepła c.o. – ALFA LAVAL, typ CBH16-25A, z podstawą i izolacją,		1 kpl.	ALFA LAVAL
8	Zestaw pomiarowo – rozliczeniowy firmy MIROMETR typu SHARKY 775, $q_n=1,5 \text{ m}^3/\text{h}$, czujnikami temperaturowymi, z końcówkami do wspawania, montaż na powrocie (licznik c.o.), zasilanie bateryjne,	Dn 15	1 kpl.	MIROMETR
9	Zawór regulacyjny c.w.u. – typ 3220, kołnierzowy, $k_{VS}=2,5 \text{ m}^3/\text{h}$ z napędem 5825-10 – z funkcją bezpieczeństwa (zasil. 230V),	Dn 15	1 szt.	SAMSON
10	Płytkowy wymiennik ciepła c.w.u. – ALFA LAVAL, typ CBH16-25H, z podstawą i izolacją,		1 kpl.	ALFA LAVAL
11	Regulator różnicy ciśnień i przepływu typu 46-7, $k_{VS}=2,5 \text{ m}^3/\text{h}$, z końcówkami do wspawania, PN25, zakres przepływów $V=0,2-1,2 \text{ m}^3/\text{h}$, zakres nastawy wartości zadanej różnicy ciśnień $p=0,1-1 \text{ bara}$, montaż na powrocie,	Dn 15	1kpl.	SAMSON
12	Elektroniczny regulator pogodowy dwukanałowy TROVIS 5573-1,		1 szt.	SAMSON
12.1	Zanurzeniowy czujnik temperatury c.o., typ 5277-2,		2 szt.	SAMSON
12.2	Zewnętrzny czujnik temperatury, typ 5227-2,		1 szt.	SAMSON
12.3	Zanurzeniowy czujnik temperatury c.w.u., typ 5207-61, dł. 80mm, stal nierdzewna,		1 szt.	SAMSON
12.4	Czujnik temperatury bezpieczeństwa (STW) dla instalacji c.w.u. typ 5343-4, zakres 35-95°C, mosiądz,		1 szt.	SAMSON
12.5	Czujnik temperatury bezpieczeństwa (STW) dla instalacji c.o. typ 5343-2, zakres 40-100°C, mosiądz,		1 szt.	SAMSON
13	Zestaw pomiarowo – rozliczeniowy firmy MIROMETR typu SHARKY 775, $q_n=1,5 \text{ m}^3/\text{h}$, z czujnikami temperaturowymi, z końcówkami do wspawania, montaż na powrocie (licznik c.w.u.), zasilanie bateryjne,	Dn 15	1 kpl.	MIROMETR
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 ² , PN10,	Dn 15	1 szt.	PERFEXIM
19	Wodomierz AQUARIUS V3, $q_n=2,5 \text{ m}^3/\text{h}$ do wody gorącej, z modułem radiowym IZAR RC 868i R4 PL,	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
STRONA NISKA C.O.				
23	Membranowy zawór bezpieczeństwa SYR 1915 ciśnienie otwarcia 4,0 bar,	Dn 32	1 szt.	SYR
24	Zawór kulowy mufowy, PN10,	Dn 32	3 szt.	PERFEXIM
25	Pompa obiegowa c.o. typu MAGNA3 25-100, 1x230V,	Dn 25	1 kpl.	GRUNDFOS
26	Filtroodmulnik kołnierzowy FM Aulin-32, PN16,	Dn 32	1 szt.	AULIN

Lp.	Wyszczególnienie.	Wymiar	Ilość	Uwagi
27	Naczynie wzbiornicze przeponowe Reflex NG50, 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 1/2", 0-100°C, dł. zanurzeniowa 50 mm,		2 kpl.	KWT
WODA ZIMNA, CIEPŁA I CYRKULACJA				
31	Zawór kulowy mufowy, PN10,	Dn 32	5 szt.	PERFEXIM
32	Filtr siatkowy mufowy, 300 oczek/cm ² , PN10,	Dn 32	1szt.	PERFEXIM
33	Wstawka montażowa pod wodomierz WS 2,5,	Dn 20	1 szt.	METRON
34	Zawór zwrotny antyskażeniowy EA 251, PN10,	Dn 32	1 szt.	DANFOSS
35	Membranowy zawór bezpieczeństwa SYR 2115, ciśnienie otwarcia 6,0 bar,	Dn 25	1 szt.	SYR
36	Membranowy zawór bezpieczeństwa SYR 2115, ciśnienie otwarcia 6,0 bar,	Dn 20	1 szt.	SYR
37	Stabilizator c.w.u., ocynk., typ SCWA-2/300, poj. 300l, z izolacją Naturflex,		1 kpl.	INSTALMET
38	Odpowietrznik automatyczny z zaworem stopowym typu FLEXWENT,	Dn 15	1 kpl.	FLAMCO
39	Zawór kulowy mufowy, PN10,	Dn 32	1 szt.	PERFEXIM
40	Zawór kulowy mufowy, PN10,	Dn 25	2 szt.	PERFEXIM
41	Filtr siatkowy mufowy, 300 oczek/cm ² , PN10,	Dn25	1 szt.	PERFEXIM
42	Pompa cyrkulacyjna typu ALPHA2 25-60 N 130, 1x230V,	Dn 25	1 kpl.	GRUNDFOS
43	Zawór zwrotny mufowy SOCLA 601, PN10,	Dn 25	1 szt.	DANFOSS
44	Rurki manometryczne, kurki i manometry zegarowe M 100 (0 – 1,0) MPa – 1,6,		6 kpl.	KFM
45	Termometr przemysłowy prosty w oprawie stalowej 1/2", 0-100°C, dł. zanurzeniowa 50 mm,		2 kpl.	KWT

9. Opis techniczny - część elektryczna.

9.1. 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 TROVIS 5573-1.

9.2. Zasilanie.

Pomieszczenie węzła zasilane będzie z tablicy odbiorów administracyjnych budynku. Zasilanie należy wykonać przewodem YDY 3x6mm², w rurce ochronnej RL-22 i wprowadzić do rozdzielni RG w pomieszczeniu węzła. Rozdzielnię RG typu RN 2*12-55 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.

9.3. Zasilanie i tablica rozdzielcza.

Z rozdzielni RG należy zasilic jednofazowo przewodem YDY3x2,5żo mm² w rurce RL-18, tablicę rozdzielczo-sterowniczą T-S węzła kompaktowego.

Tablicę rozdzielczo – sterowniczą T-S zaprojektowano w oparciu o obudowę naścienną typu RN 3*12-55. W obudowie zainstalowano regulator TROVIS 5573-1, oraz aparaturę rozdzielczo – sterowniczą. Oprzewodowanie wnętrza tablicy wykonać przewodem LY 1,0 mm². Instalację w węźle wykonać, jako natynkową w rurkach RL-18.

Nazwa odbiornika		Gniazdo wtykowe
Wyłącznik różnicowo - prądowy.	TYP	P 312 typ AC
	PRĄD [A]	B6 / 0,03
Przewód	TYP	YDY żo
	PRZEKRÓJ [mm ²]	3x1,5

9.4. Instalacja oświetlenia.

Instalacje do opraw oświetleniowych będą wykonane przewodami o przekroju 1,5mm² prowadzonych natynkowo w rurkach RL-18. Obwody oświetleniowe projektuje się z zastosowaniem opraw świetłówkowych o stopniu ochrony min. IP54. Usytuowanie opraw pokazano na planie. Minimalne natężenie oświetlenia w pomieszczeniu węzła wynosi 200lx.

9.5. Instalacja automatyki.

Układ regulacji temperatury realizowany jest przy pomocy:

- regulator TROVIS 5573-1 firmy SAMSON,
- napęd firmy SAMSON typu 5825-10 z zaworem regulacyjnym dla c.o.
- napęd firmy SAMSON typu 5825-10 z zaworem regulacyjnym dla c.w.u.,
- czujnik temperatury zasilania instalacji c.o. typu 5277-2,
- czujnik temperatury powrotu z wymiennika c.o. typu 5277-2,
- czujnik temperatury zewnętrznej typu 5227-2,
- czujnik temperatury zasilania instalacji c.w.u. 5207-61,
- obieg czynnika grzewczego wymusza pompa obiegowa,
- obieg czynnika c.w.u. wymusza pompa cyrkulacyjna.

Schemat elektryczny układu automatycznej regulacji przedstawiono na rysunku nr 6.

Nazwa odbiornika		Regulator TROVIS 5573-1	Napęd c.o. 5825-10	Napęd c.w.u. 5825-10	Pompa obiegowa c.o.	Pompa cyrkulacyjna
Wyłącznik różnicowo - prądowy	TYP	P 302 typ A				
	PRĄD [A]	25 / 0,03				
Wyłącznik instalacyjny	TYP	S301	S302	S302	S301	S301
	PRĄD [A]	C 1	C 0,5	C 0,5	B 6A	B 6A
Przewód	TYP	LY	OWY żo	OWY żo	YDY żo	YDY żo
	PRZEKRÓJ [mm ²]	1,0	5x1,0	5x1,0	3x1,5	3x1,5

9.6. 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 rozdzielnicy głównej budynku. Punkt rozdziela powinien być uziemiony zgodnie z normą PN-IEC 60364. Przewód PEN przed rozdzieleniem powinien posiadać przekrój min. 10mm² Cu lub 16mm² Al.

Należy ułożyć bednarkę 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 ciepłym 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.

9.7. Czujniki temperatury.

Do współpracy z regulatorem temperatury przewidziano czujniki rezystancyjne $1000\Omega/0^{\circ}\text{C}$. Wykonanie czujników dla c.w.u. jako zanurzeniowe z małymi inercjami, dla c.o. jako 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 Pabianice.

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.

10. Zestawienie urządzeń – część elektryczna węzła.

Oznaczenie	Nazwa	Typ	Ilość	Uwagi
K1, K2	Stycznik dwubiegunowy firmy Legrand	SM325 230-2z	2 szt.	
FI	Wyłącznik ochronny różnicowoprądowy firmy Legrand	P 302 25-30-A	1 szt.	
F1	Wyłącznik nadprądowy firmy Legrand	S301 C1	1 szt.	
F2	Wyłącznik nadprądowy firmy Legrand	S301 B6	1 szt.	
F3	Wyłącznik nadprądowy firmy Legrand	S301 B6	1 szt.	
F4, F5	Wyłącznik nadprądowy firmy Legrand	S302 C0,5	2 szt.	
S1, S2	Przełącznik trójpozycyjny firmy Legrand	FR321	2 szt.	
HZ	Lampka sygnalizacyjna niebieska firmy Legrand	L304	1 szt.	
H1, H2	Lampka sygnalizacyjna zielona firmy Legrand	L303	2 szt.	
Rozdzielnica główna RG typu RN 2x12-55				
WG1	Wyłącznik główny	FR302 40A	1 szt.	
FG	Wyłącznik ochronny różnicowoprądowy firmy Legrand	P302 25A-30-mA	1 szt.	
PP	Ochronniki przepięciowe		1 kpl	
F	Wyłącznik nadprądowy firmy Legrand	S301 B16A	1 szt.	
FG1, FG2	Wyłącznik nadprądowy firmy Legrand	S301 B6A	2 szt.	
FG3	Wyłącznik nadprądowy firmy Legrand	S301 C1A	1 szt.	
TR	Transformator 230V/24V, 63 VA firmy Legrand		1 szt.	