

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 sprawdzające.....	2
4.1. Obliczenia zapotrzebowania mocy na c.w.u.....	2
5. Obliczenia i dobór urządzeń – strona sieciowa.....	3
5.1. Dobór średnic przewodów.....	3
5.2. Dobór filtra siatkowego.....	3
5.3. Dobór zaworu regulacyjnego 3-drogowego (mieszacz).....	3
5.4. Dobór wymiennika c.w.u.....	4
5.5. Dobór zaworu regulacyjnego dla c.w.u.....	4
5.6. Dobór licznika głównego.....	4
5.7. Dobór licznika ciepła dla c.w.u.....	4
5.8. Sprawdzenie warunku priorytetu c.w.u.....	4
5.9. Zestawienie oporów hydraulicznych po stronie sieciowej.....	4
5.10. Dobór regulatora różnicy ciśnień i przepływu.....	4
6. Obliczenia i dobór urządzeń – strona instalacyjna centralnego ogrzewania.....	5
6.1. Dobór średnic przewodów.....	5
6.1. Dobór filtra siatkowego dla c.o.....	5
6.2. Zestawienie oporów hydraulicznych dla c.o.....	5
6.3. Dobór pompy obiegowej c.o.....	5
6.4. Dobór zaworu bezpieczeństwa dla c.o.....	5
7. Obliczenia i dobór urządzeń – strona instalacyjna ciepłej wody.....	5
7.1. Dobór średnic przewodów.....	5
7.2. Dobór pompy cyrkulacyjnej c.w.u.....	6
7.3. Dobór zaworu bezpieczeństwa dla c.w.u.....	6
7.4. Dobór wodomierza na dopływie wody zimnej do wymiennika c.w.u.....	6
8. Uwagi dotyczące montażu i wykonania instalacji.....	6
8.1. Montaż wymienników i instalacji.....	6
8.2. Próby ciśnieniowe i odbiór techniczny.....	6
8.3. Izolacje i zabezpieczenia antykorozyjne.....	7
8.4. Wentylacja pomieszczenia.....	7
8.5. Odprowadzenie wody sieciowej/instalacyjnej.....	7
8.6. Roboty budowlane.....	7
8.7. Uwagi końcowe.....	7
8.8. Zagadnienia BHP.....	7
9. Zestawienie urządzeń – część technologiczna węzła.....	8
10. Opis techniczny - część elektryczna.....	10
10.1. Podstawa wykonania instalacji elektrycznej.....	10
10.2. Zasilanie.....	10
10.3. Zasilanie i tablica rozdzielcza.....	10
10.4. Instalacja oświetlenia.....	10
10.5. Instalacja automatyki.....	10
10.6. Ochrona przeciwporażeniowa.....	10
10.7. Czujniki temperatury.....	11
11. Zestawienie urządzeń – część elektryczna węzła.....	11
12. Dobór wymiennika cwu	
13. Dobór oświetlenia	
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	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 kompaktowego dwufunkcyjnego węzła ciepłnego, mieszczącego się w budynku przy ul. Ozorkowskie Przedmieście 4A w Łęczyczy. Węzeł będzie źródłem ciepła dla potrzeb instalacji c.o. i c.w.u.

2. Podstawa opracowania.

Podstawę opracowania stanowiło:

- Umowa zawarta pomiędzy Inwestorem a Wykonawcą,
- Wniosek Odbiorcy ciepła o przyłączenie do sieci,
- 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 wymiennikowy dla sekcji c.w.u. oraz bezpośredni z automatyką pogodową dla sekcji c.o. Na zasilaniu instalacji c.o. zainstalowany będzie zawór regulacyjny 3-drogowy firmy SAMSON typ 3226 w wersji mieszającej z napędem. Na zasilaniu wymiennika typu JAD sekcji c.w.u. zainstalowany będzie zawór regulacyjny 2-drogowy firmy SAMSON typ 3222.

Ilość czynnika grzewczego dostarczana do węzła, będzie regulowana elektronicznym regulatorem pogodowym – TROVIS firmy SAMSON. Do regulatora podłączone zostaną czujniki temperatury: zewnętrznej, na zasilaniu i powrocie instalacji wewnętrznej c.o. oraz na zasilaniu instalacji c.w.u. i cyrkulacji.

Regulator TROVIS 5573-11 za pomocą interfejsu TTL będzie podłączony z nadrzędnym urządzeniem monitorującym pracę węzła typu WM3E+, który za pomocą sieci ethernet będzie przekazywał dane do dyspozytorni PEC Łęczycza. Szczegółowy wykaz danych określi PEC Łęczycza.

Ponadto regulator TROVIS 5573-11 będzie ograniczał moc i przepływ (równocześnie) – w przypadku przekroczenia któregoś z parametrów wyśle sygnał do zaworu regulacyjnego w celu zmniejszenia ilości dostarczanego czynnika.

Ilość ciepła dostarczanego do węzła będzie mierzona ultradźwiękowym przetwornikiem przepływu z przelicznikiem (licznikiem ciepła). Dodatkowo na sekcji c.w.u. przewidziano montaż podlicznika ciepła. Zastosowanie 2 liczników w węźle daje możliwość odczytu zużycia energii z podziałem na c.o. i c.w.u.

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]	123
czynnik sieciowy – woda (zima)	[°C]	85/65
czynnik sieciowy – woda (lato)	[°C]	70/35
czynnik instalacyjny – woda c.o.	[°C]	80/60
ciśnienie dyspozycyjne na wejściu do węzła	p_d [bar]	1,00
ciśnienie dopuszczalne sieci	p_{max} [bar]	10,0
ciśnienie dopuszczalne instalacji c.o.	p_{maxco} [bar]	5,0
opory instalacji c.o.	p_{co} [bar]	0,25
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 dane:

- 2,5 osoby na mieszkanie
- norma zużycia wody - 60dm³/os.xdb.

Obliczenia średniego dobowego zapotrzebowania na ciepłą wodę.

$$q_{dśr} = U * q_c = 125 * 60 = 7500 \frac{dm^3}{d}$$

q_c – 60 dm³/osobę,

U – liczba użytkowników zaopatrywana w ciepłą wodę.

Obliczenia średniego godzinowego zapotrzebowania na ciepłą wodę.

$$q_{hśr} = \frac{q_{dśr}}{\tau} = \frac{7500}{18} = 417 \frac{dm^3}{h}$$

τ - 18 h/d – czas użytkowania instalacji ciepłej wody,

Obliczenia maksymalnego godzinowego zapotrzebowania na ciepłą wodę.

$$q_{hmax} = q_{hśr} * N_h$$

$$N_h = 9,32 * U^{-0,244} = 2,87$$

$$q_{hmax} = 417 * 2,87 = 1196 \frac{dm^3}{h}$$

Obliczeniowa moc cieplna wymiennika c.w.u.

$$Q_{CWMAX} = q_{hmax} * C_p * \rho * \Delta T = \frac{1196 * 4,2 * 0,9996 * 50}{3600} = 69,7kW$$

$c_w = 4,2 \text{ kJ}/(\text{kg} \times ^\circ\text{C})$ – ciepło właściwe,
 $\rho = 0,9996 \text{ kg}/\text{dm}^3$ – gęstość wody,
 t_c – obliczeniowa temperatura ciepłej wody,
 t_z – obliczeniowa temperatura zimnej wody,

5. Obliczenia i dobór urządzeń – strona sieciowa.

5.1. Dobór średnic przewodów.

$Q_{CO} = 123 \text{ kW}$

$Q_{CWMAX} = 69,7 \text{ kW}$

Przepływ wody grzejnej przez węzeł cieplny w sezonie grzewczym wyniesie:

– na odcinku c.o.+c.w.:

$$q_{Ms} = \frac{Q_{CO} + Q_{CWMAX}}{C_p \cdot \Delta T} = \frac{(123 \text{ kW} + 69,7 \text{ kW}) \cdot 3600}{4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 20 \text{ K} \cdot 1000} = 8,28 \frac{\text{t}}{\text{h}}$$

$$q_{Vs} = \frac{q_{Ms}}{\rho} = \frac{8,28 \frac{\text{t}}{\text{h}} \cdot 1000}{975 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 8,49 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

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.:

$$q_{Mco} = \frac{Q_{CO}}{C_p \cdot \Delta T} = \frac{123 \text{ kW} \cdot 3600}{4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 20 \text{ K} \cdot 1000} = 5,28 \frac{\text{t}}{\text{h}}$$

$$q_{Vco} = \frac{q_{Mco}}{\rho} = \frac{5,28 \frac{\text{t}}{\text{h}} \cdot 1000}{975 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 5,42 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

– w sezonie letnim:

$$q_{Mcw} = \frac{Q_{CWMAX}}{C_p \cdot \Delta T} = \frac{69,7 \text{ kW} \cdot 3600}{4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 35 \text{ K} \cdot 1000} = 1,71 \frac{\text{t}}{\text{h}}$$

$$q_{Vcw} = \frac{q_{Mcw}}{\rho} = \frac{1,71 \frac{\text{t}}{\text{h}} \cdot 1000}{986 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 1,74 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Dla przepływu $q_{Vs}=8,49 \text{ m}^3/\text{h}$ dobrano przewód o średnicy $D_n=65$ ($\varnothing 65,1 \times 2,9$), dla którego opory liniowe wynoszą $R=50,7 \text{ Pa}/\text{m}$.

Dla potrzeb c.o. i przepływu $q_{Vco}=5,42 \text{ m}^3/\text{h}$ dobrano przewód o średnicy $D_n=50$ ($\varnothing 60,3 \times 2,9$), dla którego opory liniowe wynoszą $R=77,6 \text{ Pa}/\text{m}$.

Dla potrzeb c.w.u. i przepływu $q_{Vcw}=1,74 \text{ m}^3/\text{h}$ dobrano przewód o średnicy $D_n=32$ ($\varnothing 42,4 \times 2,6$), dla którego opory liniowe wynoszą $R=67,2 \text{ Pa}/\text{m}$

5.2. Dobór filtra siatkowego.

Dla obliczonego przepływu $q_{Vs}=8,49 \text{ m}^3/\text{h}$ dobrano filtr siatkowy, $D_n=65 \text{ mm}$, $k_{Vs}=86,0 \text{ m}^3/\text{h}$ na ciśnienie nominalne 1,6 MPa z max. temperaturą pracy 300°C. Opór hydrauliczny filtra wynosi:

$$\Delta p_F = \left(\frac{q_{Vs}}{k_{Vs}} \right)^2 \cdot 100 = \left(\frac{8,49}{86,0} \right)^2 \cdot 100 = 0,97 \text{ kPa}$$

5.3. Dobór zaworu regulacyjnego 3-drogowego (mieszacz).

Dla przepływu $q_{Vco}=5,42 \text{ m}^3/\text{h}$ dobrano zawór regulacyjny typ 3226 z końcówkami do wspawania o średnicy $D_n=32 \text{ mm}$, $k_{Vs}=16,0 \text{ m}^3/\text{h}$ firmy SAMSON.

Opór hydrauliczny zaworu regulacyjnego wynosi:

$$\Delta p_{CReg} = \left(\frac{q_{Vco}}{k_{Vs}} \right)^2 \cdot 100 = \left(\frac{5,42}{16,0} \right)^2 \cdot 100 = 11,5 \text{ kPa}$$

Autorytet zaworu wynosi:

$$a_{CReg} = \frac{\Delta p_{CReg}}{\Delta p_W} = \frac{11,5}{26,0} = 0,44$$

Zawór będzie sterowany regulatorem pogodowym TROVIS 5573-11 przy pomocy napędu typu 5827-N21 firmy SAMSON. Zasilanie 230V. Regulator komunikować się będzie z urządzeniem nadrzędnym typ WM3E+ za pomocą interfejsu TTL.

5.4. Dobór wymiennika c.w.u.

Obliczenie i dobór wymiennika dla potrzeb c.w.u. wykonano w oparciu o program obliczeniowy wymienników firmy SECESPOL. Dobrano wymiennik lutowany typu JAD 6.50 o następujących oporach:

Strona wysoka: 0,96 kPa

Strona niska: 0,13 kPa

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

Dla przepływu $q_{vcw}=1,74 \text{ m}^3/\text{h}$ dobrano zawór regulacyjny typ 3222 z korpusem kołnierzym o średnicy $D_n=15 \text{ mm}$, $k_{vs}=4,0 \text{ m}^3/\text{h}$ firmy SAMSON.

Opór hydrauliczny zaworu regulacyjnego wynosi:

$$\Delta p_{CWreg} = \left(\frac{q_{vcw}}{k_{vs}} \right)^2 * 100 = \left(\frac{1,74}{4,0} \right)^2 * 100 = 18,9 \text{ kPa}$$

Autorytet zaworu wynosi:

$$a_{CWreg} = \frac{\Delta p_{CWreg}}{\Delta p_w} = \frac{18,9}{22,6} = 0,84$$

Zawór będzie sterowany regulatorem pogodowym TROVIS 5573-11 przy pomocy napędu typu 5827-A11 firmy SAMSON. Zasilanie 230V.

5.6. Dobór licznika głównego

Dla obliczonego przepływu $q_{vs}=8,49 \text{ m}^3/\text{h}$ dobrano ultradźwiękowy ciepłomierz firmy KAMSTRUP typu ULTRAFLOW 54, gwintowany, z licznikiem MULTICAL 603, o przepływie nominalnym $q_p=10,0 \text{ m}^3/\text{h}$, $D_n=40 \text{ mm}$, $k_{vs}=40,8 \text{ m}^3/\text{h}$.

Opór hydrauliczny przepływomierza wynosi:

$$\Delta p_{wod} = \left(\frac{q_{vs}}{k_{vs}} \right)^2 * 100 = \left(\frac{8,49}{40,8} \right)^2 * 100 = 4,33 \text{ kPa}$$

Przetwornik przepływu należy zamontować na rurociągu powrotnym.

5.7. Dobór licznika ciepła dla c.w.u.

Dla obliczonego przepływu $q_{vcw}=1,74$ dobrano ultradźwiękowy ciepłomierz firmy KAMSTRUP typu ULTRAFLOW 54, gwintowany, z 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:

$$\Delta p_{wod} = \left(\frac{q_{vcw}}{k_{vs}} \right)^2 * 100 = \left(\frac{1,74}{13,4} \right)^2 * 100 = 1,69 \text{ kPa}$$

Przetwornik przepływu należy zamontować na rurociągu powrotnym.

5.8. 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%.

$$\Delta P_{CO} = \Delta P_{CW} * 1,15 = 22,6 * 1,15 = 26,0 \text{ kPa}$$

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

$$\Delta P_{ZB} = 26,0 - 12,6 = 13,4 \text{ kPa}$$

Dla obliczonego przepływu $q_{co}=5,42 \text{ m}^3/\text{h}$ dobrano zawór balansujący firmy TA Hydronics typu STAD o średnicy $D_n=40 \text{ mm}$ i nastawie 3,5. Montaż na powrocie.

5.9. Zestawienie oporów hydraulicznych po stronie sieciowej.

	obieg c.o.	obieg c.w.u.	
Filtr siatkowy	0,97	0,97	kPa
Wymiennik CWU	-	0,96	kPa
Zawór regulacyjny	11,5	18,9	kPa
Przetwornik przepływu (licznik główny)	4,33	4,33	kPa
Przetwornik przepływu (licznik c.w.u.)	-	1,69	kPa
Zawór równoważący	13,4	-	kPa
Rurociągi i armatura odcinająca	1,16	1,01	kPa
Δp_w	31,4	27,9	kPa

5.10. Dobór regulatora różnicy ciśnień i przepływu.

Dla obliczonego przepływu $q_{vs}=8,49 \text{ m}^3/\text{h}$ dobrano regulator różnicy ciśnień i przepływu typu 47-1 firmy SAMSON o średnicy $D_n=40 \text{ mm}$, kołnierzy, $k_{vs}=16,0 \text{ m}^3/\text{h}$, PN25, zakres przepływów $q=3-12,5 \text{ m}^3/\text{h}$, zakres nastawy wartości zadanej różnicy ciśnień $p=0,2-1,0 \text{ bara}$. **Nastawa 0,26 bar.**

Strata ciśnienia na zaworze

$$\Delta p_{ZRCIP} = 20 + \left(\frac{q_{vs}}{k_{vs}} \right)^2 * 100 = 20 + \left(\frac{8,49}{16,0} \right)^2 * 100 = 48,2 \text{ kPa}$$

Prędkość przepływu na zaworze:

$$u_{ZR\dot{C}iP} = \frac{q_{Vs}}{A} = \frac{8,49}{12,6 * 10^{-4} * 3600} = 1,88 \frac{m}{s}$$

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:

$$q_{MinstCO} = \frac{Q_{CO}}{C_p * \Delta T} = \frac{123kW * 3600}{4,19 \frac{kJ}{kg * K} * 20 K * 1000} = 5,29 \frac{t}{h}$$

$$q_{VinstCO} = \frac{q_{MinstCO}}{\rho} = \frac{5,29 \frac{t}{h} * 1000}{978 \frac{kg}{m^3}} = 5,41 \frac{m^3}{h}$$

Dla potrzeb instalacji c.o. i przepływu $q_{instCO}=5,41 \text{ m}^3/\text{h}$ dobrano przewód o średnicy $D_n=50$ ($\varnothing 60,3 \times 2,9$), dla którego opory liniowe wynoszą $R=78,2 \text{ Pa/m}$.

6.1. Dobór filtra siatkowego dla c.o.

Dla przepływu $q_{instCO}= 5,41 \text{ m}^3/\text{h}$ dobrano filtr siatkowy, $D_n=50\text{mm}$, $k_{VS}=49,8 \text{ m}^3/\text{h}$ na ciśnienie nominalne 1,6 MPa z max. temperaturą pracy 300°C. Opór hydrauliczny filtra wynosi:

$$\Delta p_{FM} = \left(\frac{q_{VinstCO}}{k_{VS}} \right)^2 * 100 = \left(\frac{5,41}{49,8} \right)^2 * 100 = 1,18 \text{ kPa}$$

6.2. Zestawienie oporów hydraulicznych dla c.o.

Filtr siatkowy	1,18 kPa
Zawór regulacyjny	11,5 kPa
Zawór zwrotny	2,66 kPa
Rurociągi i armatura odcinająca	1,17 kPa
	16,5 kPa

6.3. Dobór pompy obiegowej c.o.

Obliczenie wydajności pompy.

$$V_p = 1,15 * q_{VinstCO} = 1,15 * 5,41 \frac{m^3}{h} = 6,22 \frac{m^3}{h}$$

Obliczenie różnicy ciśnienia wytwarzanego przez pompę:

$$\Delta P_p = 1,2 * (\Delta P' + \Delta P_{co}) = 1,2 * (16,5 \text{ kPa} + 25,0 \text{ kPa}) = 49,8 \text{ kPa}$$

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

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

Dobrano pompę obiegową typu Stratos MAXO 32/0,5-12 PN6/10-R7 firmy WILO. Zapotrzebowanie mocy elektrycznej wynosi 320W. Zasilanie 230 V.

6.4. Dobór zaworu bezpieczeństwa dla c.o.

W celu zabezpieczenia instalacji dobiera się zawór na podstawie normy PN-B-02416.

Obliczenia średnicy wewnętrznej króćca dopływowego zaworu bezpieczeństwa dla przepustowości:

$$G = \frac{8276 \frac{kg}{h}}{3600} = 2,30 \frac{kg}{s}$$

$$d_0 = 30 * \sqrt{\frac{G}{0,9 * \alpha_c * \sqrt{p_1 * \rho}}} = 30 * \sqrt{\frac{2,30}{0,9 * 0,41 * \sqrt{0,5 * 975}}} = 15,9 \text{ mm}$$

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

p_1 – ciśnienie dopuszczalne instalacji CO – 0,5 MPa,

ρ – gęstość wody sieciowej [kg/m³],

G – przepustowość zaworu bezpieczeństwa, równa obliczeniowemu strumieniowi masy wody sieciowej dopływającej do inst. c.o. [kg/s]

Dobrano membranowy zawór bezpieczeństwa SYR o średnicy wewnętrznej $d_0=20 \text{ mm}$, o średnicy przyłącza 1" i przyroście ciśnienia początku otwarcia $b_1=10\%$, na ciśnienie zadziałania 5 bar.

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

7.1. Dobór średnic przewodów

Przepływ wody instalacyjnej przez węzeł cieplny w sezonie letnim wyniesie:

$$q_{MinstCW} = \frac{Q_{CW}}{C_p * \Delta T} = \frac{69,7kW * 3600}{4,19 \frac{kJ}{kg * K} * 50 K * 1000} = 1,20 \frac{t}{h}$$

$$q_{VinstCW} = \frac{q_{MinstCW}}{\rho} = \frac{1,20 \frac{t}{h} * 1000}{993 \frac{kg}{m^3}} = 1,21 \frac{m^3}{h}$$

$$q_{VinstCYR} = q_{VinstCW} * 0,3 = 1,21 \frac{m^3}{h} * 0,3 = 0,36 \frac{m^3}{h}$$

Dla potrzeb instalacji c.w.u. i przepływu $q_{instCW}=1,21 \text{ m}^3/\text{h}$ dobrano przewód o średnicy $D_n=40$ ($\varnothing 48,3 \times 2,6$) dla którego opory wynoszą $R=19,6 \text{ Pa/m}$.

Dla potrzeb instalacji cyrkulacji c.w.u. i przepływu $q_{CYRK}=0,36 \text{ m}^3/\text{h}$ dobrano przewód o średnicy $D_n=25$ ($\varnothing 33,7 \times 2,6$) dla którego opory wynoszą $R=17,3 \text{ Pa/m}$.

7.2. Dobór pompy cyrkulacyjnej c.w.u.

Obliczenie wydajności pompy.

$$V_p = 1,15 * q_{VinstCYR} = 0,42 \frac{m^3}{h}$$

Obliczenie różnicy ciśnienia wytwarzanego przez pompę:

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

Dobrano pompę typu Top-Z 25/10 firmy WILO. Zapotrzebowanie mocy elektrycznej wynosi 335W. Zasilanie 1 ~ 230V.

7.3. 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:

$$M = 1,59 * \alpha_{c1} * b * F * \sqrt{(P_3 - P_1) * \rho} = 1,59 * 1 * 2 * 50,2 * \sqrt{(10 - 6) * 999,7} = 10056 \frac{kg}{h}$$

gdzie: α_{c1} – współczynnik wypływu wody grzejnej dla pękniętej rury,
 b – współczynnik zależny od różnicy ciśnień,
 $F = 50,2 \text{ mm}^2$
 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:

$$M = 10056 \text{ kg/s}$$

$$d_0 = \sqrt{\frac{4 * M}{3,14 * 1,59 * \alpha_c * \sqrt{\rho * (1,1 * p_1 - p_2)}}} = \sqrt{\frac{4 * 10056}{3,14 * 1,59 * 0,3 * \sqrt{999,7 * (1,1 * 6 - 0)}}} = 18,2$$

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.

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

Spodziewany maksymalny przepływ wody instalacyjnej przez węzeł wyniesie:

$$q_{MAXCWU} = 2,19 \frac{m^3}{h}$$

Obliczeniowy przepływ dla wodomierza.

$$q_{Wmax} = 2 * q_{MAXCWU} = 2 * 2,19 = 4,38 \text{ m}^3/\text{h} < 5,00 \text{ m}^3/\text{h}$$

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

Dobrano wodomierz typu JS-4,0, $Q_n=4,0 \text{ m}^3/\text{h}$ ($Q_{max}=5,0 \text{ m}^3/\text{h}$), $D_n=20\text{mm}$ firmy APATOR.

8. Uwagi dotyczące montażu i wykonania instalacji.

8.1. Montaż wymienników i instalacji.

Wymiennik, zawory regulacyjne wraz z innymi 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 $+140^\circ\text{C}$ 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 rurociągów i armatury węzła należy malować metodą proszkową odporną na temperaturę min $+180^{\circ}\text{C}$. Pokrycie jednowarstwowe 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 cieplnego o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda_{\text{izol}}=0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ 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.

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 mieć otwór umieszczony nie niżej niż 0,3m od stropu pomieszczenia i powinien być wyprowadzony nad dach budynku. W przypadku braku możliwości wyprowadzenia kanału na dach dopuszcza się wyprowadzenie na korytarz pomieszczenia piwnicznego.

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 biały kolor powłoką malarską chroniącą przed przenikaniem wilgoci – **emulsja akrylowa**. Ścianę za rozdzielaczami malować **farbą olejną** białą od poziomu posadzki do wysokości 50 cm ponad montaż rozdzielaczy centralnego ogrzewania. Podłoga w pomieszczeniu węzła musi być gładka, niepalna, wyłożona gresem technicznym wraz z cokołem na ścianie. Drzwi do pomieszczenia węzła wraz z futryną wykonane będą ze stali i będą miały wymiar 0,8m szerokości i 2,0m wysokości. Drzwi otwierane będą na zewnątrz od strony pomieszczenia. Dodatkowo drzwi wyposażać w otwory wentylacyjne zlokalizowane na dole i górze skrzydła drzwiowego.

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
STRONA WYSOKA				
1	Zawór kulowy odcinający do wspawania PN16,	Dn 65	2 szt.	DZT
1A	Zawór kulowy odcinający kołnierзовый PN16,	Dn15	1 szt.	DZT
1B	Zawór kulowy odcinający do wspawania PN16,	Dn15	2 szt.	DZT
2	Filtr siatkowy kołnierзовый fig. 821, 300 oczek/cm ² , PN16,	Dn 65	1 szt.	ZETKAMA
3	Zawór kulowy do wspawania odcinający, PN16, - c.w.u.	Dn 32	2 szt.	DZT
4	Zawór kulowy do wspawania odcinający, PN16, - c.o.	Dn 50	1 szt.	DZT
5	Zawór balansujący typu STAD, PN 20,	Dn 40	1 szt.	TA Hydronics
6	Zawór regulacyjny 3-drogowy (mieszacz) c.o. – typ 3226, z końcówkami do wspawania, $k_{VS}=16,0 \text{ m}^3/\text{h}$, z napędem 5827-N21 – bez funkcji bezpieczeństwa (zasil. 230V),	Dn 32	1 kpl.	SAMSON
7	Zestaw pomiarowo – rozliczeniowy firmy KAMSTRUP typu ULTRAFLOW 54 z przelicznikiem MULTICAL 603, $q_n=10,0 \text{ m}^3/\text{h}$, z czujnikami temperaturowymi, przyłącze mufowe, montaż na powrocie (licznik główny), zasilanie bateryjne,	Dn 40	1 kpl.	KAMSTRUP
8	Zawór regulacyjny c.w.u. – typ 3220, kołnierзовый, $k_{VS}=4,0 \text{ m}^3/\text{h}$ z napędem 5827-A11 – z funkcją bezpieczeństwa (zasil. 230V),	Dn 15	1 szt.	SAMSON
9	Wymiennik c.w.u. typu JAD 6.50, z izolacją		1 kpl.	SECESPOL
10	Regulator różnicy ciśnień i przepływu typu 47-1, $k_{VS}=16,0 \text{ m}^3/\text{h}$, PN25 z końcówkami do wspawania, zakres przepływów $V=3-12,5 \text{ m}^3/\text{h}$, zakres nastawy wartości zadanej różnicy ciśnień $p=0,2-1 \text{ bara}$, nastawa 0,26 bar montaż na zasilaniu,	Dn 40	1 kpl.	SAMSON
10.1	Zawór iglicowy G1/4 z adapterem do rurki impulsowej,	Dn 10	1 kpl.	WIKA
11	Elektroniczny regulator pogodowy TROVIS 5573-11, z WME3+, TTL		1 szt.	SAMSON
11.1	Zanurzeniowy czujnik temperatury c.o., typ 5277-21,		2 szt.	SAMSON
11.2	Zewnętrzny czujnik temperatury, typ 5227-5,		1 szt.	SAMSON
11.3	Zanurzeniowy czujnik temperatury c.w.u., typ 5207-61, dł. 80mm, stal nierdzewna,		2 szt.	SAMSON
11.4	Czujnik temperatury bezpieczeństwa (STW) dla instalacji c.w.u. typ 5343-4, zakres 35-95°C, mosiądz,		1 szt.	SAMSON
12	Zestaw pomiarowo – rozliczeniowej firmy KAMSTRUP typu ULTRAFLOW 54 z przelicznikiem MULTICAL 603, $q_n=2,5 \text{ m}^3/\text{h}$, z czujnikami temperaturowymi, przyłącze mufowe, montaż na powrocie (licznik c.w.u.), zasilanie bateryjne,	Dn 20	1 kpl.	KAMSTRUP
13	Fajka odpowietrzająca z zaworem do wspawania DZT, PN16,	Dn 15	1 szt.	DZT
14	Zawór kulowy kołnierзовый DZT, PN16,	Dn 25	2 szt.	DZT
15	Rurki manometryczne, kurki i manometry zegarowe M 100 (0 – 1,6) MPa – 1,6,		4 kpl.	KFM
16	Termometr przemysłowy prosty w oprawie stalowej 1/2", 0-150°C, dł. zanurzeniowa 50 mm,		1 kpl.	KWT
17	Termometr przemysłowy prosty w oprawie stalowej 1/2", 0-100°C, dł. zanurzeniowa 50 mm,		2 kpl.	KWT
STRONA NISKA C.O.				
18	Membranowy zawór bezpieczeństwa SYR 1915 ciśnienie otwarcia 5,0 bar,	Dn 25	2 szt.	SYR
19	Zawór kulowy odcinający do wspawania PN16,	Dn 50	2 szt.	PERFEXIM
20	Pompa obiegowa c.o. typu Stratos MAXO 32/0,5-12 PN6/10-R7 1x230V,	Dn 32	1 kpl.	WILO
21	Filtr siatkowy kołnierзовый fig. 821, 300 oczek/cm ² , PN16	Dn 50	1 szt.	ZETKAMA
22	Zawór zwrotny typu 802, PN16,	Dn 50	1 szt.	SOCLA
23	Rurki manometryczne, kurki i manometry zegarowe M 100 (0 – 0,6) MPa – 1,6,		3 kpl.	KFM

Lp.	Wyszczególnienie.	Wymiar	Ilość	Uwagi
24	Termometr przemysłowy prosty w oprawie stalowej 1/2", 0-100°C, dł. zanurzeniowa 50 mm,		2 kpl.	KWT
WODA ZIMNA, CIEPŁA I CYRKULACJA				
25	Zawór kulowy mufowy, PN10,	Dn 40	5 szt.	PERFEXIM
26	Filtr siatkowy mufowy, 300 oczek/cm ² , PN10,	Dn 40	1 szt.	PERFEXIM
27	Wodomierz typu JS-4,0, Qn=4,0 m ³ /h (Q _{max} =5,0 m ³ /h)	Dn 20	1 szt.	APATOR
28	Zawór zwrotny antyskażeniowy EA 251, PN10,	Dn 40	1 szt.	DANFOSS
29	Membranowy zawór bezpieczeństwa SYR 2115, ciśnienie otwarcia 6,0 bar,	Dn 25	1 szt.	SYR
30	Stabilizator c.w.u., emaliowany 300l, z izolacją – połączenie stabilizatora kołnierzone		1 kpl.	INSTALMET
31	Odpowietrznik automatyczny z zaworem stopowym typu FLEXWENT,	Dn 15	1 kpl.	FLAMCO
32	Zawór kulowy mufowy, PN10,	Dn 20	2 szt.	PERFEXIM
33	Zawór kulowy mufowy, PN10,	Dn 25	1 szt.	PERFEXIM
34	Filtr siatkowy mufowy, 300 oczek/cm ² , PN10,	Dn 25	1 szt.	PERFEXIM
35	Pompa cyrkulacyjna typu Top-Z 25/10, 1x230V,	Dn 25	1 kpl.	WILO
36	Zawór zwrotny mufowy SOCLA 601, PN10,	Dn 25	1 szt.	DANFOSS
37	Rurki manometryczne, kurki i manometry zegarowe M 100 (0 – 1,0) MPa – 1,6,		3 kpl.	KFM
38	Termometr przemysłowy prosty w oprawie stalowej 1/2", 0-100°C, dł. zanurzeniowa 50 mm,		3 kpl.	KWT
39	Naczynie przeponowe DD25,		1 kpl.	REFLEX
STRONA NISKA – INSTALACJA C.O.				
40	Rozdzielacz rurowy, L=0,8 m,	Dn 100	2 szt.	
41	Zawór kulowy odcinający do wstawiania PN16	Dn 65	4 szt.	DZT
42	Zawór kulowy mufowy PN10	Dn 25	2 szt.	PERFEXIM
43	Rurki manometryczne, kurki i manometry zegarowe M 100 (0 – 0,6) MPa – 1,6,		2 kpl.	KFM
44	Termometr przemysłowy prosty w oprawie stalowej 1/2", 0-100°C, dł. zanurzeniowa 50 mm,		2 kpl.	KWT

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 TROVIS 5573-11.

10.2. 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 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 zasilć jednofazowo przewodem YDY3x2,5żo mm² w rurce RL-18, tablicę rozdzielczo-sterowniczą RA węzła.

Tablicę rozdzielczo – sterowniczą RA zaprojektowano w oparciu o obudowę naścienną typu RN 3*12-55. W obudowie zainstalowano regulator TROVIS 5573-11, 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

10.4. Instalacja oświetlenia.

Instalacje do opraw oświetleniowych wykonać przewodami o przekroju 1,5mm² prowadzonych natynkowo w rurkach RL-18. Obwody oświetleniowe wykonać z zastosowaniem opraw świetłówkowych o stopniu ochrony min. IP54. Minimalne natężenie oświetlenia w pomieszczeniu węzła musi wynosi 200lx.

10.5. Instalacja automatyki.

Układ regulacji temperatury realizowany jest przy pomocy:

- regulator TROVIS 5573-11, z WM3E+, TTL firmy SAMSON,
- napęd firmy SAMSON typu 5827-N21 z zaworem regulacyjnym 3-drogowym dla c.o.,
- napęd firmy SAMSON typu 5827-A11 z zaworem regulacyjnym dla c.w.u.,
- czujnik temperatury zasilania instalacji c.o. typu 5277-21,
- czujnik temperatury powrotu z wymiennika c.o. typu 5277-21,
- czujnik temperatury zewnętrznej typu 5227-5,
- 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 5573-11	Napęd c.o. 5827-N21	Napęd c.w.u. 5827-A11	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	4x1,0	5x1,0	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 rozdzielnicy głównej budynku. Punkt rozdziału powinien być uziemiony zgodnie z normą PN-IEC 60364. Przewód PEN przed rozdziałem 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 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 $1000\Omega/0^{\circ}\text{C}$. 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.

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.

Oznaczenie	Nazwa	Typ	Ilość	Uwagi
Rozdzielnica automatyki RA				
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	Wyłącznik nadprądowy firmy Legrand	S301 B10A	1 szt.	
FG2	Wyłącznik nadprądowy firmy Legrand	S301 B6A	1 szt.	