

# SPIS TREŚCI

SPIS TREŚCI.....	1
CZEŚĆ RYSUNKOWA.....	2
I. OPIS TECHNICZNY.....	3
1.0. CZEŚĆ OGÓLNA.....	3
1.1. Przedmiot opracowania.....	3
1.2. Podstawa opracowania.....	3
1.3. Zakres opracowania.....	3
2.0. OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO.....	3
3. OPIS ROZWIĄZAŃ PROJEKTOWYCH.....	4
3.1. Technologia instalacji solarnej.....	4
3.2. Opis działania projektowanej instalacji solarnej.....	5
4. OBLICZENIA.....	6
4.1. Założenia do obliczeń instalacji solarnej.....	6
4.2. Dobór wymaganej powierzchni kolektorów słonecznych.....	6
4.3. Dobór zbiorników buforowych.....	6
4.4. Dobór pompy dla obiegu solarnego.....	7
4.5. Dobór naczynia wzbiorczego solarnego.....	7
4.5.1. Dobór zaworu bezpieczeństwa dla układu solarnego.....	8
4.6. Obliczenie wymiennika w układzie ładowania.....	9
4.7. Obliczenie wymiennika w układzie rozładowania.....	10
4.8. Dobór podgrzewacza wstępnego c.w.u.....	10
4.9. Dobór pompy obiegu ładowania bufora (pompa wtórna wymiennika ciepła woda/woda + glikol).....	10
4.10. Dobór pompy obiegu rozładowania bufora (pompa obiegu pierwotnego wymiennika ciepła woda/woda).....	11
4.11. Dobór pompy obiegowej dla funkcji dezynfekcji termicznej i zmieszania.....	12
4.12. Dobór pompy ładowania zasobnika podgrzewania wstępnego (pompa obiegu wtórnego wymiennika ciepła woda/woda).....	12
4.13. Dobór zaworu trójdrogowego w obiegu rozładowania bufora – termostatyczny.....	12
4.14. Dobór zaworu trójdrogowego w obiegu ładowania buforów.....	13
4.15. Dobór zaworu trójdrogowego – zabezpieczenie wymiennika (woda/woda + glikol) przed zamarznięciem.....	13
4.16. Dobór naczynia wzbiorczego dla układu podgrzewu bufora.....	13
4.16.1. Dobór zaworu bezpieczeństwa dla układu podgrzewu buforów.....	14
5.0. INSTALACJA ELEKTRYCZNA I AKPiA.....	15
6.0. ROBOTY INSTALACYJNE.....	15
6.1. Przewody technologiczne i armatura.....	15
6.2. Próby ciśnieniowe.....	17
6.3. Zabezpieczenia antykorozyjne.....	18
6.4. Izolacja termiczna i kolorystyka przewodów.....	19
7. SPIS NORM.....	20
7.1. INNE DOKUMENTY.....	21

8. ZESTAWIENIE PODSTAWOWYCH URZĄDZEŃ I ARMATURY – INSTALACJA SOLARNA.....	22
UPRAWNIENIA I OŚWIADCZENIE PROJEKTANTÓW.....	26

## **CZĘŚĆ RYSUNKOWA**

Rys. nr 1 – Schemat technologiczny instalacji kolektorów słonecznych

Rys. nr 2 – Rzut węzła instalacji solarnej

Rys. nr 3 – Lokalizacja kolektorów słonecznych na dachu budynku

## **I. OPIS TECHNICZNY**

### **1.0. CZĘŚĆ OGÓLNA**

#### **1.1. Przedmiot opracowania**

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlano - wykonawczy instalacji kolektorów słonecznych wspomagającej przygotowanie ciepłej wody użytkowej dla potrzeb Gimnazjum nr 1 w Ozimku.

#### **1.2. Podstawa opracowania**

- Umowa o wykonanie prac projektowych zawarta z Inwestorem,
- Plan sytuacyjno-wysokościowy – skala 1:500,
- Inwentaryzacja architektoniczno-budowlana,
- Obowiązujące normy projektowe i przepisy eksploatacyjne,
- Uzgodnienia z Inwestorem,
- Wizja lokalna i pomiary własne.

#### **1.3. Zakres opracowania**

Zakres opracowania:

- obliczenia i dobór urządzeń technologicznych,
- dobór armatury i automatyki,
- obliczenia i dobór urządzeń systemu zabezpieczeń projektowanej instalacji.

## **2.0. OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO**

Ciepła woda użytkowa dla potrzeb Gimnazjum nr 1 w Ozimku przygotowywana jest obecnie w dwufunkcyjnym węźle cieplnym zlokalizowanym na parterze budynku szkoły.

### **3. OPIS ROZWIĄZAŃ PROJEKTOWYCH**

#### **3.1. Technologia instalacji solarnej**

W celu ograniczenia zużycia ciepła na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej projektuje się wykorzystanie przyjaznej środowisku energii odnawialnej poprzez montaż instalacji kolektorów słonecznych, współpracującej z węzłem cieplnym w zakresie wspomagania podgrzewu c.w.u.

Projektuje się zabudowę kolektorów słonecznych próżniowych rurowych o całkowitej powierzchni absorpcji projektowanego pola kolektorów słonecznych 55,26 m<sup>2</sup> (18 szt. kolektorów) i powierzchni czynnej absorpcji 57,06 m<sup>2</sup>. Układ funkcjonalny systemu zgodnie ze schematem technologicznym.

Ukształtowanie dachu budynku umożliwia zainstalowanie kolektorów słonecznych na systemowej konstrukcji wsporczej dla dachów spadzistych. Lokalizacja kolektorów słonecznych na dachu budynku szkoły zgodnie z częścią rysunkową dokumentacji.

Urządzenia węzła solarnego zlokalizowane zostaną w pomieszczeniach istniejącego węzła cieplnego, zgodnie z częścią rysunkową dokumentacji. Pomieszczenie wyposażone jest w wewnętrzną instalację wod.-kan., elektryczną i wentylacji grawitacyjnej.

Wyposażenie podstawowe projektowanej instalacji solarnej stanowią:

- kolektory słoneczne próżniowe rurowe o powierzchni czynnej absorbera 3,17 m<sup>2</sup> i powierzchni brutto 4,32 m<sup>2</sup>, współczynnik sprawności  $\eta_0 = 83,2\%$ ,
- zbiornik uzupełniający,
- zabezpieczenie obiegów solarnych zaworami bezpieczeństwa, naczyniami wzbiorczymi i wstępnymi,
- pompy obiegowe:
  - pompa dla obiegu solarnego,
  - pompa dla obiegu ładowania buforów,
  - pompa dla obiegu rozładowania buforów,
  - pompa obiegowa dla funkcji dezynfekcji termicznej i zmieszania,
  - pompa dla obiegu ładowania zasobnika podgrzewania wstępnego,
- zasobnik buforowy pionowy o pojemności 3,0 m<sup>3</sup>, magazynujący energię solarną,
- układ ładowania bufora, wyposażony w wymiennik płytowy do instalacji solarnych (woda/woda + glikol),
- układ rozładowania bufora, wyposażony w wymiennik płytowy (woda/woda),

- zawory regulacyjne trójdrożne – dla regulacji przepływu w obiegach ładowania buforów,
- zawór mieszający termostatyczny – dla uniknięcia osadzania się kamienia kotłowego na wymienniku płytowym obwodu rozładowania bufora,
- zawór trójdrożny zabezpieczający wymiennik ciepła woda/woda+glikol przed zamrożeniem,
- podgrzewacz wstępny ciepłej wody, o pojemności 1000 dm<sup>3</sup>, ładowany za pomocą pompy,
- regulator solarny sterujący automatycznie pracą instalacji solarnej.

### **3.2. Opis działania projektowanej instalacji solarnej**

Jeżeli czujnik nasłonecznienia zarejestruje promieniowanie słoneczne o parametrach wyższych niż zadane w regulatorze progu promieniowania, pompa obiegowa instalacji solarnej zostanie włączona.

W przypadku, kiedy pomiędzy czujnikiem temperatury cieczy w kolektorze, zamontowanym w przewodzie powrotnym wymiennika obwodu ładowania bufora, a czujnikiem temperatury w podgrzewaczu buforowym zmierzona zostanie różnica temperatur wyższa od nastawionej na regulatorze, pompa ładowania bufora zostanie włączona i rozpocznie się proces ładowania bufora. Jeżeli dolna granica nastawionej różnicy temperatur nie zostanie dotrzymana, pompa zostanie wyłączona. Przepływ wody grzewczej w obiegu ładowania bufora jest wyrównywany ze strumieniem przepływu w instalacji solarnej zaworem regulacyjnym trójdrożnym. Temperatura w zbiornikach buforowych ograniczona będzie przy pomocy ograniczenia w regulatorze elektronicznym. W przypadku przekroczenia nastawionej temperatury automatycznie wyłączona zostanie pompa instalacji solarnej. Elektroniczne ograniczenie temperatury posiada nastawę fabryczną na 75 °C i może być zmodyfikowane. W przypadku stwierdzenia potrzeby podwyższenia temperatury ładowania zbiornika buforowego, należy dokonać zmiany nastawy na temperaturę maksymalną, nie wyższą jednak niż 90°C.

Jeżeli pomiędzy czujnikiem temperatury wody podgrzewacza buforowego a czujnikiem wody w podgrzewaczu wstępnym zmierzona zostanie różnica temperatury wyższa od nastawionej na regulatorze temperatury różnicowej, rozpocznie się cykl rozładowania bufora i zrzutowania ciepłej wody. Pompy obiegu rozładowania bufora i ładowania podgrzewacza wstępnego zostaną załączone. Podgrzewacz wstępny ładowany będzie do osiągnięcia zadanej temperatury ciepłej wody, nastawionej na regulatorze solarnym.

Wymóg termicznego wygrzewu wody realizowany będzie okresowo przez obsługę instalacji solarnej przy wykorzystaniu obiegu z pompą dla funkcji dezynfekcji termicznej i zmieszania. Automatyczne uzupełnianie wody w zładzie bufora odbywać się będzie wodą uzdatnioną, pobieraną automatycznie z przewodu powrotnego obiegu kotłowni (n/p).

Uzupełnianie zładu instalacji solarnej odbywać się będzie czynnikiem solarnym za pomocą dostarczanej przez producenta kolektorów armatury do napełniania instalacji solarnej z pompką ręczną.

## **4. OBLICZENIA**

### **4.1. Założenia do obliczeń instalacji solarnej**

1. Nasłonecznienie	1050 kWh/m <sup>2</sup>
2. Nachylenie kolektorów	40°
3. Orientacja	S, SW
4. Temperatura c.w.u.	55°C
5. Temperatura wody zimnej	5°C
6. Zapotrzebowanie na c.w.u.	4000 l/dzień z 55 °C

### **4.2. Dobór wymaganej powierzchni kolektorów słonecznych**

Dobrano 18 szt. kolektorów próżniowych rurowych o całkowitej powierzchni absorpcji 55,26 m<sup>2</sup> i powierzchni czynnej absorpcji 57,06 m<sup>2</sup>.

### **4.3. Dobór zbiorników buforowych**

Wymagana pojemność zbiornika - 50 l/m<sup>2</sup> powierzchni kolektora.

Obliczenie pojemności zbiornika buforowego:

$$P_b = 57,06 \text{ m}^2 \times 50 \text{ l/m}^2 = 2853 \text{ l}$$

Dobrano pionowy zbiornik buforowy o pojemności 3,0 m<sup>3</sup>, z niezbędnym osprzętem i króćcami połączeniowymi kołnierzowymi.

#### **4.4. Dobór pompy dla obiegu solarnego**

Jednostkowy przepływ czynnika przez pole kolektorów systemu low-flow:

$$25 \text{ dm}^3/\text{h} \times \text{m}^2$$

Całkowity przepływ przez projektowany system kolektorów słonecznych:

$$V_c = 1426,5 \text{ dm}^3/\text{h}$$

Całkowity opór hydrauliczny instalacji (zgodnie z wytycznymi producenta) dla systemu wynosi:

- absorbery	- 290 mbar
- przewody solarne	- 3000 mbar
- wymiennik płytowy	- 120 mbar

**Razem:** **3410 mbar**

Dobrano pompę solarną (POsol) o następujących parametrach:

- wys. podnoszenia max: - 5,0 m H<sub>2</sub>O,
- przepływ max: -  $Q_{\text{max}} = 3,0 \text{ m}^3/\text{h}$ ,
- ciśnienie robocze max: - 10 bar
- podłączenie do sieci: - 230 V

#### **4.5. Dobór naczynia wzbiorczego solarnego**

Pojemność instalacji solarnej (dla każdego z projektowanych systemów):

- pojemność kolektorów:	$V_A = 6,2 \text{ dm}^3 \times 18 \text{ szt.} = 111,6 \text{ dm}^3$
- pojemność zbiornika uzupełniającego:	$V_{Zb} = 200 \text{ dm}^3$
- pojemność naczynia wstępnego:	$V_{Nw} = 50 \text{ dm}^3$
- pojemność rurażu:	$V_r = 50 \text{ dm}^3$

Pojemność instalacji solarnej:  **$V_{\text{sol}} = 411,6 \text{ dm}^3$**

Ciśnienie statyczne:

$$p_{st} = 1,5 \text{ bar}$$

Dopuszczalne nadciśnienie końcowe:

$$p_e = 5,4 \text{ bar}$$

Ciśnienie otwarcia zaworu bezpieczeństwa:

$$p_{otw.} = 6,0 \text{ bar}$$

Temperatura odparowania czynnika:

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

Minimalne nadciśnienie na kolektorze:

$$1 \text{ bar}$$

Dla pojemności instalacji solarnej  $V_{sol} = 411,6 \text{ dm}^3$  i ww. parametrów dobrano naczynie wzbiorcze (NWsol) o następujących parametrach technicznych:

- pojemność całkowita:

$$V_c = 500 \text{ dm}^3$$

- pojemność użytkowa max:

$$V_{u \max} = 450 \text{ dm}^3$$

- charakterystyka:

$$10 \text{ bar}/120 \text{ }^\circ\text{C}$$

- średnica rury wzbiorczej:

$$D_n = 0,7\sqrt{V_u}$$

$$D_n = 14,84 \text{ mm}$$

Przyjęto średnicę rury wzbiorczej DN25 zgodnie z wytycznymi producenta naczyń wzbiorczych.

#### **4.5.1. Dobór zaworu bezpieczeństwa dla układu solarnego**

Przepustowość zaworu bezpieczeństwa wg PN-B-02414:

$$G = 1414,5 \times b \times A \sqrt{(p_2 - p_1) \times \rho}$$

$$G = 1414,5 \times 2 \times 1 \times 10^{-4} \sqrt{(0,6 - 0,4) \times 1113} = 4,22 \text{ kg/s}$$



Wewnętrzna średnica króćca odpływowego zaworu bezpieczeństwa:

$$d_0 = 30x \sqrt{\frac{4,22}{0,36x\sqrt{0,4x1113}}} = 22,36 \text{ mm}$$

Dobrano zawór bezpieczeństwa (ZB1) solarny 1",  $p_{\text{otw.}} = 0,6 \text{ MPa}$ .

#### **4.6. Obliczenie wymiennika w układzie ładowania**

Czynnik grzewczy: woda/woda + glikol

Przepływ czynnika grzewczego solarnego przez jeden system kolektorów:

$$V_s = 1426,5 \text{ dm}^3/\text{h}$$

Przepływ wody w obwodzie wtórnym:

$$V_w = 0,85 * V_s = 1212,52 \text{ dm}^3/\text{h}$$

Temperatura obliczeniowa po stronie pierwotnej: 60/39°C

Temperatura obliczeniowa po stronie wtórnej: 34/55°C

Obliczenie mocy wymiennika płytowego:

$$Q_w = \dot{m} \times \Delta t \times 1,163$$

$$Q_w = 1212,52 \times 21 \times 1,163 = 29,61 \text{ kW}$$

Dobrano wymiennik płytowy woda/woda+glikol (Wsol) do instalacji solarnych o z2-  
ępujących parametrach:

- powierzchnia wymiany ciepła: 8,7 m<sup>2</sup>
- objętość strony gorącej: 6,5 l
- objętość strony zimnej: 6,5 l
- max ciśnienie pracy (lut nikłowy): 1,2 MPa
- max temp. pracy (lut nikłowy): 350 °C
- min temp. pracy (lut nikłowy): -160 °C

#### **4.7. Obliczenie wymiennika w układzie rozładowania**

Czynnik grzewczy: woda/woda

Przepływ czynnika grzewczego  $V_s = 1000 \text{ dm}^3/\text{h}$

Przepływ wody w obwodzie wtórnym:  $V_w = 1000 \text{ dm}^3/\text{h}$

Temperatura obliczeniowa po stronie pierwotnej:  $65/15^\circ\text{C}$

Temperatura obliczeniowa po stronie wtórnej:  $10/60^\circ\text{C}$

Obliczenie mocy wymiennika płytowego:

$$Q_{w1} = \dot{m} \times \Delta t \times 1,163$$

$$Q_{w1} = 1000 \times 50 \times 1,163 = 58,15 \text{ kW}$$

Dobrano wymiennik płytowy woda/woda (Wwod) o następujących parametrach technicznych:

- powierzchnia wymiany ciepła:  $13,1 \text{ m}^2$
- objętość strony gorącej:  $9,7 \text{ l}$
- objętość strony zimnej:  $9,7 \text{ l}$
- max ciśnienie pracy (lut nikłowy):  $1,2 \text{ MPa}$
- max temp. pracy (lut nikłowy):  $350 \text{ }^\circ\text{C}$
- min temp. pracy (lut nikłowy):  $-160 \text{ }^\circ\text{C}$

#### **4.8. Dobór podgrzewacza wstępnego c.w.u.**

Dobrano podgrzewacz wstępny (PWst) c.w.u. o pojemności  $1000 \text{ dm}^3$ .

#### **4.9. Dobór pompy obiegu ładowania bufora (pompa wtórna wymiennika ciepła woda/woda + glikol)**

$$V_p = 1212,52 \text{ dm}^3/\text{h} \times 1,15 = 1394,4 \text{ dm}^3/\text{h}$$

Dobrano elektroniczną pompę obiegu ładowania bufora (POłb) o następujących parametrach technicznych:

- Przetłaczana ciecz: woda, czysta 100 %
- Przepływ:  $2,50 \text{ m}^3/\text{h}$

- Wysokość podnoszenia: 2,00 m
- Temperatura pracy (-10 do +120 °C): 90 °C
- Ciśnienie robocze: maks. 10 bar
- Sieć zasilająca: 3~400V/50Hz
- Silnik:
  - moc znamionowa: 0,55 kW
  - zakres prędkości obrotowej: 1200..2840 1/min
  - prąd znamionowy maks.: 1,8 A
  - stopień ochrony: IP 55
- Podłączenie do rurociągów - kołnierz: DN 32/PN16

#### **4.10. Dobór pompy obiegu rozładowania bufora (pompa obiegu pierwotnego wymiennika ciepła woda/woda)**

$$V_p = 1000 \text{ dm}^3/\text{h} \times 1,15 = 1150 \text{ dm}^3/\text{h}$$

Dobrano elektroniczną pompę obiegu rozładowania bufora (POrb) o następujących parametrach technicznych:

- Przetłaczana ciecz: woda, czysta 100 %
- Przepływ: 2,00 m<sup>3</sup>/h
- Wysokość podnoszenia: 2,00 m
- Temperatura pracy (-10 do +120 °C) : 90 °C
- Ciśnienie robocze: maks. 10 bar
- Sieć zasilająca: 3~400V/50Hz
- Silnik:
  - moc znamionowa: 0,55 kW
  - zakres prędkości obrotowej: 1200..2840 1/min
  - prąd znamionowy maks.: 1,8 A
  - stopień ochrony: IP 55
- Podłączenie do rurociągów - kołnierz: DN 32/PN16

#### **4.11. Dobór pompy obiegowej dla funkcji dezynfekcji termicznej i mieszania**

Dobrano pompę elektroniczną (POzm) o wydajności 1,0-1,5 m<sup>3</sup>/h i wys. podnoszenia 2,0 m H<sub>2</sub>O.

#### **4.12. Dobór pompy ładowania zasobnika podgrzewania wstępnego (pompa obiegu wtórnego wymiennika ciepła woda/woda)**

$$V_p = 1000 \text{ dm}^3/\text{h} \times 1,15 = 1150 \text{ dm}^3/\text{h}$$

Dobrano elektroniczną pompę ładowania zasobnika podgrzewania wstępnego (POłzpw) o zępujących parametrach technicznych:

- Przetłaczana ciecz: woda, czysta 100 %
- Przepływ: 2,00 m<sup>3</sup>/h
- Wysokość podnoszenia: 4,00 m
- Temperatura pracy (-10 do +120 °C) : 90 °C
- Ciśnienie robocze: maks. 10 bar
- Sieć zasilająca: 3~400V/50Hz
- Silnik:
  - moc znamionowa: 0,55 kW
  - zakres prędkości obrotowej: 1200..2840 1/min
  - prąd znamionowy maks.: 1,8 A
  - stopień ochrony: IP 55
- Podłączenie do rurociągów - kołnierz: DN 32/PN16

#### **4.13. Dobór zaworu trójdrogowego w obiegu rozładowania bufora – termostatyczny**

$$V_p = 1000 \text{ dm}^3/\text{h}$$

$$\Delta p = 0,2 \text{ bar}$$

$$k_{vs} = \frac{V_p}{\sqrt{\Delta p}} = 3,18 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dobrano zawór mieszający termostatyczny DN20 (ZMt),  $k_{vs} = 4,50 \text{ m}^3/\text{h}$ , PN6, ograniczający temperaturę zasilania wymiennika do  $70^\circ\text{C}$ .

#### **4.14. Dobór zaworu trójdrogowego w obiegu ładowania buforów**

$$V_p = 1212,52 \text{ dm}^3/\text{h}$$

$$\Delta p = 0,05 \text{ bar}$$

$$k_{vs} = \frac{V_p}{\sqrt{\Delta p}} = 5,42 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dobrano zawór mieszający DN20 (ZM1),  $k_{vs} = 12,0 \text{ m}^3/\text{h}$ , PN6, z siłownikiem elektrycznym.

#### **4.15. Dobór zaworu trójdrogowego – zabezpieczenie wymiennika (woda/woda + glikol) przed zamarznięciem**

$$V_p = 1426,5 \text{ dm}^3/\text{h}$$

$$\Delta p = 0,05 \text{ bar}$$

$$k_{vs} = \frac{V_s}{\sqrt{\Delta p}} = 6,38 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dobrano zawór mieszający DN25 (ZM3),  $k_{vs} = 12,0 \text{ m}^3/\text{h}$ , PN10, z siłownikiem elektrycznym; medium: glikol.

#### **4.16. Dobór naczynia wzbiorniczego dla układu podgrzewu bufora**

Obliczenie pojemności naczynia wzbiorniczego dla układu podgrzewu buforów, dla z2-epujących danych wyjściowych:

- $\Delta t = 95-70^\circ\text{C}$
- $V = 3100 \text{ dm}^3$
- $\Delta v = 0,0304 \text{ dm}^3/\text{kg}$
- $\rho = 0,9996 \text{ kg}/\text{dm}^3$

- pojemność użytkowa naczynia:

$$V_u = 1,1 \times V \times \Delta v \times \rho \text{ dm}^3$$

$$V_u = 103,62 \text{ dm}^3$$

- pojemność całkowita naczynia:

- $p = 0,02 \text{ MPa}$
- $p_{\max} = 0,3 \text{ MPa}$

$$V_n = V_u \frac{P_{\max} + 0,1}{P_{\max} - p}$$

$$V_n = 103,62 \frac{0,3 + 0,1}{0,3 - 0,02} = 148,03 \text{ dm}^3$$

Dobrano naczynie wzbiornicze (NW1) o następujących parametrach technicznych:

- pojemność całkowita  $V_c = 200 \text{ dm}^3$

- dopuszczalne ciśnienie pracy – 6 bar

- średnica rury wzbiorniczej:

$$D_n = 0,7 \sqrt{V_u}$$

$$D_n = 11,08 \text{ mm}$$

Przyjęto średnicę rury wzbiorniczej DN25, zgodnie z wytycznymi producenta naczyń wzbiorniczych.

#### **4.16.1. Dobór zaworu bezpieczeństwa dla układu podgrzewu buforów**

Przepustowość zaworu bezpieczeństwa wg PN-B-02414:

$$G = 4,4 \times 10^{-4} \times V = 1,36 \text{ kg/s}$$

Gdzie:

$$V = 3100 \text{ dm}^3$$

Wewnętrzna średnica króćca odpływowego zaworu bezpieczeństwa:

$$\alpha_c = 0,9 \times \alpha_{rz} = 0,9 \times 0,25 = 0,225$$

$$\alpha_{rz} = 0,25$$

$$d_0 = 30x \sqrt{\frac{1,36}{0,225x\sqrt{0,3x972}}} = 10,65 \text{ mm}$$

Dobrano zawór bezpieczeństwa (ZB3) np. typu SYR 1915 1",  $p_{otw.} = 0,3 \text{ MPa}$ .

## **5.0. INSTALACJA ELEKTRYCZNA I AKPiA**

Zasilanie urządzeń i sterowanie projektowaną instalacją kolektorów słonecznych – zgodnie z systemowymi wytycznymi wybranego producenta kolektorów słonecznych.

## **6.0. ROBOTY INSTALACYJNE**

### **6.1. Przewody technologiczne i armatura**

Montaż przewodów wykonać zgodnie ze schematem technologicznym. Dla instalacji solarnej, ciepłej i zimnej wody oraz grzewczych bufora montować armaturę zgodnie ze schematem technologicznym i zestawieniem armatury.

Zgodnie z zaleceniami producenta kolektorów słonecznych przewody (od kolektorów słonecznych na dachu budynku do wymiennika płytowego obiegu ładowania bufora ) wykonać z rur miedzianych zgodnie z PN-74/H-B2120 oraz łączników mosiężnych do lutowanych połączeń kapilarnych lutem twardym ( wg PN-92/H-87025). Przewody łączące kolektory z wymiennikiem płytowym obwodu ładowania bufora prowadzić zgodnie z częścią graficzną opracowania, z zachowaniem spadków zapewniających opróżnienie instalacji przez specjalną armaturę umieszczoną w węźle w najniższym miejscu instalacji. Wyprowadzenie przewodów solarnych na dach po zewnętrznej ścianie budynku, zgodnie z częścią rysunkową. Wykonać połączenia odporne na ciśnienie i temperaturę postojową kolektora (ok. 220 °C). Stosować kompensacje naturalne U-kształtne zgodnie z wytycznymi producenta układu solarnego. Przejścia przewodów przez ściany i stropy wykonać w tulejach ochronnych. Jako armaturę odcinającą instalacji solarnej stosować zawory kulowe za stopów miedzi (mosiężne lub z brązu) PN 1,6 MPa, 130°C. Odpowietrzenie instalacji solarnej za pomocą separatora solarnego DN 40 mm z automatycznym odpowietrznikiem, zaworem odcinającym i pierścieniową złączką zaciskową umieszczonego na zasilaniu wymiennika ładowania bufora

oraz szybkich odpowietrzników DN 22 do montażu w najwyższych punktach instalacji solarnej na dachu budynku.

Całość instalacji z rur miedzianych wykonać zgodnie z wytycznymi wydanymi przez Branżowy Ośrodek Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej INSTAL".

Przewody instalacji grzewczej bufora wykonać z rur stalowych czarnych typ S wg PN-807M-74200, łączonych przez spawanie. Rurociągi układać ze spadkiem 3‰ w kierunku wskazanym w części graficznej opracowania. W najwyższych punktach instalacji zamontować automatyczne odpowietrzniki DN15, w najniższych punktach odwodnienie.

Jako armaturę instalacji grzewczej bufora stosować zawory odcinające kulowe oraz zawory zwrotne o połączeniach gwintowanych PN 0,6 MPa, 100°C.

Do pomiarów miejscowych ciśnienia w instalacji ciepłej i zimnej wody montować manometry tarczowe o zakresie 0-0,6 MPa i termometry w zakresie 0-100°C.

Instalację wodociągową wody zimnej wykonać z rur stalowych ocynkowanych średnich wg PN-80/H-74200 i łączników z żeliwa ciągłego o połączeniach gwintowanych, uszczelnionych taśmą teflonową.

Instalację wodociągową wody ciepłej wykonać z rur stalowych ocynkowanych średnich z nie ocynkowanych wg PN-80/H-74200 i łączników z żeliwa ciągłego o połączeniach gwintowanych, uszczelnionych taśmą teflonową.

Jako armaturę odcinającą zastosować zawory odcinające kulowe o połączeniach gwintowanych, na ciśnienie robocze 1,0 MPa (temperaturę do 100°C).

Podczas montażu instalacji przestrzegać następujących wymagań:

- odległość zewnętrznej powierzchni izolacji przewodu od ściany lub powierzchni izolacji sąsiedniego przewodu powinna być nie mniejsza niż 0,1 m,
- odległość zewnętrznej powierzchni izolacji przewodu i urządzenia od podłogi pomieszczenia nie powinna być mniejsza niż 0,3 m,
- przewody w miejscach przejścia (drogi komunikacyjne) należy prowadzić na wysokości minimum 1,9 m licząc od spodu izolacji cieplnej,
- armaturę należy instalować na wysokości do 1,7 m od podłogi, armaturę odcinającą i urządzenia pomiarowe należy instalować na wysokości 0,5-1,5 m nad posadzką pomieszczenia.

Całość robót wykonywać zgodnie z DTR urządzeń, zaleceniami producenta oraz "Warunkami Technicznymi Wykonawstwa i Odbioru Robót Budowlano-Montażowych tom II".

Pożądane jest by wykonawca robót posiadał doświadczenie w montażu instalacji solarnych.



## **6.2. Próby ciśnieniowe**

Zmontowane przewody i urządzenia układu solarnego należy poddać próbom w zakresie badania szczelności na zimno oraz badania szczelności i działania na gorąco. Próby przeprowadzać zgodnie z „Warunkami wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych, tom II - Instalacje sanitarne i przemysłowe”.

W czasie prób i późniejszej eksploatacji przestrzegać zasad:

- wszelkie prace przy obiegu solarnym oraz jego podzespołach mogą być wykonywane tylko przy silnym zachmurzeniu, wcześniej rano, wieczorem lub przy zasłoniętych kolektorach,
- w żadnym przypadku nie wolno przepłukiwać instalacji w czasie mrozu,
- nie należy opróżniać instalacji za pomocą pompy ssącej.

Należy bezwzględnie przestrzegać instrukcji obsługi i eksploatacji oraz wytycznych producenta urządzeń.

Próby i badania przeprowadzać przy udziale specjalistycznego serwisu producenta urządzeń solarnych.

### **Badanie szczelności na zimno**

Badanie szczelności należy przeprowadzić przed wykonaniem izolacji termicznej. Przed zapięciem do prób należy instalację kilkakrotnie przepłukać wodą. Na 24 h przed wykonywaniem prób instalacja powinna być napełniona wodą i dokładnie odpowietrzona. W tym czasie należy dokonać starannego przeglądu wszystkich elementów oraz skontrolować szczelność połączeń przewodów, zaworów itp. przy ciśnieniu statycznym słupa wody w instalacji. Po stwierdzeniu gotowości zładu do podjęcia badania szczelności należy odłączyć z2-ynie wzbiorcze, a następnie podnieść ciśnienie w instalacji za pomocą pompy ręcznej tłokowej podłączonej w najniższym jej punkcie. Pompa musi być wyposażona w zbiornik wody, zawory odcinające, zawór zwrotny i spustowy oraz cechowany manometr tarczowy o zakresie 50% większym od ciśnienia próbnego i działce elementarnej 0,01 MPa. Instalację solarną i instalację bufora poddać próbie na ciśnienie 0,6 MPa.

Instalację wodociągową poddać próbie szczelności na ciśnienie 1,0 MPa zgodnie z PN-B-10700.

## **Badanie szczelności na gorąco**

Badanie szczelności i działania instalacji na gorąco należy wykonać po pozytywnym wyniku próby ciśnieniowej na zimno i usunięciu ewentualnych usterek oraz po uzyskaniu pozytywnych badań zabezpieczenia instalacji.

1. Zgodnie z DIN 18380 całkowicie opróżnić system i napełnić go czynnikiem grzewczym solarnym również w przypadku, gdy instalacja powinna być uruchomiona w późniejszym czasie. Stosować tylko czynnik solarny dostarczany przez producenta urządzeń. Nie łączyć czynnika solarnego z innymi nośnikami ciepła.
2. Odpowietrzyć instalację solarną. Otworzyć zawór regulacyjny strumienia przepływu. Zawiązać pompę obiegową na najwyższy stopień i odpowietrzyć przez kilkakrotne włączanie i wyłączenie. Odpowietrzanie należy prowadzić zgodnie z zaleceniami producenta układu solarnego.
3. Nastawić pompę obiegową z regulacją obrotów i zawór regulacyjny strumienia przepływu na wielkości zgodne z parametrami projektowymi.
4. Kilka dni po uruchomieniu instalację należy ponownie odpowietrzyć. W przypadku spadku ciśnienia uzupełnić czynnik grzewczy w stanie zimnym i ponownie odpowietrzyć instalację.
5. Zamknąć trwale odpowietrzniki zamontowane w najwyższych punktach instalacji na dachu budynku (w czasie pracy instalacji solarnej odpowietrzniki powinny być zamknięte).

Próbę szczelności układu bufora na gorąco należy przeprowadzać po uruchomieniu instalacji solarnej, w miarę możliwości przy najwyższych parametrach roboczych czynnika grzejącego, lecz nie przekraczających parametrów obliczeniowych.

**Uwaga:** próbę szczelności i uruchomienie na gorąco wykonywać przy udziale służb Inwestora.

### **6.3. Zabezpieczenia antykorozyjne**

Przed nałożeniem powłok malarskich powierzchnie rurociągów stalowych czarnych (układ bufora) oczyścić do drugiego stopnia czystości szczotkami stalowymi. Oczyszczone powierzchnie malować dwukrotnie:

- pierwszy raz emalią podkładową czerwoną, tlenkową,
- drugi raz emalią syntetyczną aluminiową.

#### **6.4. Izolacja termiczna i kolorystyka przewodów**

Izolacja termiczna przewodów solarnych na zewnątrz musi być odporna na czynniki zewnętrzne takie jak promieniowanie ultrafioletowe, zanieczyszczenia zawarte w powietrzu i opadach atmosferycznych oraz na ptasie odchody. Przewody wewnętrzne zaizolować materiałem odpornym na temperaturę stagnacji układu, czyli ok. 220 °C.

Dla przewodów ułożonych na dachu budynku stosować izolację termiczną o grubości 30 mm i współczynnika przewodności cieplnej nie wyższym niż 0,040 W/mK. Następnie wykonać płaszcz ochronny z blachy aluminiowej wg PN-87/H-92741/01 o grubości 0,5 mm. Przewody prowadzone przez pomieszczenia przeznaczone na pobyt ludzi zaizolować jw. lecz w powłoce z folii aluminiowej i obudować trwale płytą gipsowo-kartonową, w sposób uniemożliwiający dostęp osób postronnych.

Izolacje termiczne obiegu bufora wykonać wg PN-77/M-34030 „Izolacja cieplna urządzeń energetycznych” oraz PN-85/B-02421 „Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Izolacja cieplna rurociągów, armatury i urządzeń. Wymagania i badania”.

Wykonać izolację termiczną zbiornika buforowego z wełny mineralnej w płytach o grubości 10 cm i współczynnika przewodności cieplnej 0,040 W/mK. Następnie wykonać płaszcz ochronny z blach ocynkowanej wg PN-89/H-92125 o grubości 0,8 mm. Odległość pomiędzy zewnętrzną powierzchnią izolacji termicznej zbiornika a ścianą budynku nie może być mniejsza niż 30 cm. Rurociągi układu bufora zaizolować otuliną termoizolacyjną z wełny mineralnej w powłoce z folii aluminiowej. Grubości izolacji:

- zasilanie 30 mm
- powrót 25 mm

Izolacja cieplna rurociągów, armatury, wymienników ciepła oraz zasobnika ciepłej wody użytkowej powinna być wykonana zgodnie z PN-85/B-02421. Przewody wodociągowe zolować:

- woda zimna 9 mm
- woda ciepła 20 mm

Przewody technologiczne po wykonaniu izolacji powinny być trwale oznakowane kolorowymi opaskami w kolorach:

- zasilanie bufora w kolorze cynober,
- powrót w kolorze ultramaryny,
- armatura i kołnierze w kolorze czarnym,

- woda zimna w kolorze zielonym,
- woda ciepła w kolorze czerwonym.

## **7. SPIS NORM**

- [1] PN-B-10400:1964 - „Urządzenia centralnego ogrzewania w budownictwie powszechnym. Wymagania i badania techniczne przy odbiorze”
- [2] PN-91/B-02414:1999 - „Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Zabezpieczenie instalacji ogrzewań wodnych systemu zamkniętego z naczyniami wzbiorczymi przeponowymi. Wymagania”.
- [3] PN-91/B-02420 „Ogrzewnictwo. Odpowietrzanie instalacji ogrzewań wodnych. Wymagania”.
- [4] PN-90/M-75003 „Armatura instalacji centralnego ogrzewania. Ogólne wymagania i badania”.
- [5] PN-91/M-75009 „Armatura instalacji centralnego ogrzewania. Zawory regulacyjne. Wymagania i badania”.
- [6] PN-B-02421:2000 „Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Izolacja cieplna przewodów, armatury i urządzeń. Wymagania i badania odbiorcze”.
- [7] PN-93/C-04607 „Woda w instalacjach ogrzewania. Wymagania i badania dotyczące jakości wody”.
- [8] PN-86/E-05003/01: „Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Wymagania ogólne”.
- [9] PN-82/B-02402: „Temperatury ogrzewanych pomieszczeń budynku”.
- [10] PN-81/B-10700.02 – Instalacje wewnętrzne wodociągowe i kanalizacyjne. Wymagania i badania przy odbiorze. Przewody wody zimnej i ciepłej z rur stalowych ocynkowanych.
- [11] PN-EN 1057:1999 „Rury miedziane okrągłe bez szwu do wody i gazu stosowane w instalacjach sanitarnych i ogrzewania”.
- [12] Normy dotyczące zabezpieczenia instalacji:
- a) PN-91/B-02214
  - b) PN-82/M-74101
  - c) DT-UC-90 KW/04
- [13] Inne pozycje normowe istotne dla projektowanych robót

## **7.1. INNE DOKUMENTY**

- [14] Ustawa Prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. z późn. zmianami
- [15] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (z późniejszymi zmianami) (Dz.U. Nr 75 z 2002 r., poz.690).
- [16] Katalogi techniczne producentów z wymaganiami i zaleceniami stosowania urządzeń i pozostałych elementów instalacji centralnego ogrzewania, wodociągowej i kanalizacyjnej wykorzystanych przy projektowanym remoncie.
- [17] Płuciennik M., Warunki techniczne wykonania i odbioru instalacji ogrzewczych,
- [18] Wymagania techniczne COBRTI INSTAL, Zeszyt 6, Warszawa 2003 r.
- [19] Inne dokumenty istotne dla projektowanych robót

## **8. ZESTAWIENIE PODSTAWOWYCH URZĄDZEŃ I ARMATURY – INSTALACJA SOLARNA**

Oznaczenie	Wyszczególnienie	Ilość	j.m.
<b>OBIEG ŁADOWANIA</b>			
<b>Obieg solarny</b>			
-	Kolektory słoneczne próżniowe rurowe o powierzchni absorbera 3,07 m <sup>2</sup> , powierzchni czynnej absorbera 3,17 m <sup>2</sup> i powierzchni brutto 4,32 m <sup>2</sup> , współczynnik sprawności $\eta_0 = 83,2\%$ ,	18	kpl.
-	Osprzęt do wykonania połączeń i mocowania kolektorów: - rury łączące kolektory, - zestaw przyłączeniowy pola kolektorów, - zestaw mocujący do dachów spadzistych	18	kpl.
-	Elektroniczny regulator solarny	1	kpl.
POsol	Pompa obiegu solarnego, wys. podnoszenia 5,0 m H <sub>2</sub> O; wydajność $Q_{nom}=3,0$ m <sup>3</sup> /h; trzybiegowa	1	kpl.
NWsol	Naczynie wbiorne solarne, zamknięte: - pojemność całkowita: $V_c = 500$ dm <sup>3</sup> - pojemność użytkowa max: $V_{u max} = 450$ dm <sup>3</sup> - charakterystyka: 10 bar/120 °C - średnica rury wzbiorczej DN25	1	kpl.
ZB1	Zawór bezpieczeństwa solarny 1", $p_{otw.} = 0,6$ MPa	1	szt.
Wsol.	Wymiennik płytowy woda/woda+glikol do instalacji solarnych o z- epujących parametrach: - powierzchnia wymiany ciepła: 8,7 m <sup>2</sup> - objętość strony gorącej: 6,5 l - objętość strony zimnej: 6,5 l - max ciśnienie pracy (lut niklowy): 1,2 MPa - max temp. pracy (lut niklowy): 350 °C - min temp. pracy (lut niklowy): -160 °C	1	kpl.
ZM3	Zawór mieszający DN25; $k_{vs} = 12,0$ m <sup>3</sup> /h; PN10, z siłownikiem elektrycznym; medium: glikol	1	kpl.
M	Manometr techniczny 0-10 bar	1	szt.
ZR1sol	Zawór do regulacji przepływu (medium: glikol); DN32; 10 bar	1	szt.
ZZ32sol	Zawór zwrotny DN32; 10 bar; medium: glikol	1	szt.
ZK32sol	Zawór odcinający kulowy DN32; 10 bar; medium: glikol	1	szt.
ZK15sol	Zawór odcinający kulowy DN15; 10 bar; medium: glikol	1	szt.
ZW1	Zbiornik wyciekowy	1	szt.
Pnap	Pompka napełniająca	1	szt.
ZK32sol	Zawór odcinający kulowy DN32; 10 bar; medium: glikol	2	szt.
T	Termometr techniczny 0-200°C	1	szt.
<b>Obieg wodny</b>			

NW1	Naczynie wzbiorcze zamknięte o parametrach technicznych: - pojemność całkowita $V_c = 200 \text{ dm}^3$ - dopuszczalne ciśnienie pracy – 6 bar - średnica rury wzbiorczej – DN25	1	kpl.
ZB3	Zawór bezpieczeństwa typ SYR 1915 1", $p_{otw.} = 0,3 \text{ MPa}$	1	kpl.
ZK15	Zawór odcinający kulowy DN15; 6 bar	2	szt.
ZK32	Zawór odcinający kulowy DN32; 6 bar	4	szt.
ZZ32	Zawór zwrotny DN32; 6 bar	1	szt.
POłb	Elektroniczna pompa obiegu ładowania bufora o parametrach technicznych: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Przetłaczana ciecz: woda, czysta 100 %</li> <li>• Przepływ: <math>2,50 \text{ m}^3/\text{h}</math></li> <li>• Wysokość podnoszenia: 2,00 m</li> <li>• Temperatura pracy (-10 do +120 °C) : 90 °C</li> <li>• Ciśnienie robocze: maks. 10 bar</li> <li>• Sieć zasilająca: 3~400V/50Hz</li> <li>• Silnik: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ moc znamionowa: 0,55 kW</li> <li>○ zakres prędkości obrotowej: 1200..2840 1/min</li> <li>○ prąd znamionowy maks.: 1,8 A</li> <li>○ stopień ochrony: IP 55</li> </ul> </li> <li>• Podłączenie do rurociągów - kołnierz: DN 32/PN16</li> </ul>	1	kpl.
ZM1	Zawór mieszający DN20; $k_{vs} = 12,0 \text{ m}^3/\text{h}$ ; PN10, z silownikiem elektrycznym	1	kpl.
<b>Obieg buforów</b>			
ZBF1	Zbiornik buforowy o poj. $V=3,0 \text{ m}^3$ ; z kompletem króćców połączeniowych, spustowych i odpowietrzeniem	1	kpl.
ZK32	Zawór odcinający kulowy DN32; 6 bar	2	szt.
ZAN32	Zawór automatycznego napełniania instalacji DN32; 6 bar	1	szt.
<b>OBIEG ROZŁADOWANIA</b>			
ZMt	Zawór mieszający termostatyczny DN20; $k_{vs} = 4,50 \text{ m}^3/\text{h}$ ; PN6; ograniczający temperaturę zasilania wymiennika do 70°C.	1	
ZK32	Zawór odcinający kulowy DN32; 6 bar	1	szt.
ZR3	Zawór do regulacji przepływu (medium: woda); DN32; 6 bar	1	szt.
ZZ32	Zawór zwrotny DN32; 6 bar	1	szt.
POrb	Elektroniczna pompa obiegu rozładowania bufora o parametrach technicznych: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Przetłaczana ciecz: woda, czysta 100 %</li> <li>• Przepływ: <math>2,00 \text{ m}^3/\text{h}</math></li> <li>• Wysokość podnoszenia: 2,00 m</li> <li>• Temperatura pracy (-10 do +120 °C) : 90 °C</li> </ul>	1	kpl.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ciężnienie robocze: maks. 10 bar</li> <li>• Sieć zasilająca: 3~400V/50Hz</li> <li>• Silnik: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ moc znamionowa: 0,55 kW</li> <li>○ zakres prędkości obrotowej: 1200..2840 1/min</li> <li>○ prąd znamionowy maks.: 1,8 A</li> <li>○ stopień ochrony: IP 55</li> </ul> </li> <li>• Podłączenie do rurociągów - kołnierz: DN 32/PN16</li> </ul>		
ZK15	Zawór odcinający kulowy DN15; 6 bar	4	szt.
Wwod	Wymiennik płytowy woda/woda o parametrach technicznych: <ul style="list-style-type: none"> <li>- powierzchnia wymiany ciepła: 13,1 m<sup>2</sup></li> <li>- objętość strony gorącej: 9,7 l</li> <li>- objętość strony zimnej: 9,7 l</li> <li>- max ciśnienie pracy (lut nikłowy): 1,2 MPa</li> <li>- max temp. pracy (lut nikłowy): 350 °C</li> <li>- min temp. pracy (lut nikłowy): -160 °C</li> </ul>	1	kpl.
ZR4	Zawór do regulacji przepływu (medium: woda); DN32; 6 bar	1	szt.
ZZ32	Zawór zwrotny DN32; 6 bar	1	szt.
POłzpw	Elektroniczna pompa ładowania zasobnika podgrzewania wstępnego (POłzpw) o parametrach technicznych: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Przetłaczana ciecz: woda, czysta 100 %</li> <li>• Przepływ: 2,00 m<sup>3</sup>/h</li> <li>• Wysokość podnoszenia: 4,00 m</li> <li>• Temperatura pracy (-10 do +120 °C) : 90 °C</li> <li>• Ciężnienie robocze: maks. 10 bar</li> <li>• Sieć zasilająca: 3~400V/50Hz</li> <li>• Silnik: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ moc znamionowa: 0,55 kW</li> <li>○ zakres prędkości obrotowej: 1200..2840 1/min</li> <li>○ prąd znamionowy maks.: 1,8 A</li> <li>○ stopień ochrony: IP 55</li> </ul> </li> <li>• Podłączenie do rurociągów - kołnierz: DN 32/PN16</li> </ul>	1	kpl.
ZK32	Zawór odcinający kulowy DN32; 6 bar	2	szt.
PWst	Podgrzewacz wstępny c.w.u. o pojemności 1000 dm <sup>3</sup> , z kompletem króćców przyłączeniowych, odpowietrzeniem i czujnikami pomiaru temperatury	1	kpl.
POzm	Pompa obiegowa dla funkcji dezynfekcji i zmieszania, wys. z- szenia 2,0 m H <sub>2</sub> O, wydajność 1,0-1,5 m <sup>3</sup> /h	1	kpl.



ZZ32	Zawór zwrotny DN32; 6 bar	1	szt.
ZK32w	Zawór odcinający kulowy wodny DN32; 10 bar	2	szt.
ZAN32w	Zawór automatycznego napełniania instalacji DN32; 10 bar	1	szt.
	<b>CZUJNIKI TEMPERATURY</b>		
TS1	Czujnik temperatury kolektora	1	kpl.
TS4	Górny czujnik temperatury zasobnika buforowego wody grzejnej	1	kpl.
TS8	Środkowy czujnik temperatury zasobnika buforowego wody grzejnej	1	kpl.
TS2	Dolny czujnik temperatury zasobnika buforowego wody grzejnej	1	kpl.
TS3	Czujnik przeciwzamrazaniowy	1	kpl.
TS6	Czujnik temperatury zasobnika podgrzewania wstępnego	1	kpl.

**UPRAWNIENIA I OŚWIADCZENIE**  
**PROJEKTANTÓW**