

OBLICZENIA - INSTALACJA SOLARNA NA POTRZEBY PRZYGOTOWANIA C.W.U.

Budynek Obwodu Lecznictwa Kolejowego Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej w Skarżysku-Kamiennej 280 osób

Do zwymiarowania obiegu przygotowania c.w.u., gdzie źródłem ciepła jest instalacja solarna przyjęto następujące założenia (w oparciu o dane techniczne z istniejącego w obiekcie istniejącego kompaktowego węzła ciepła ECWR-410/40):

- temperatura wejścia wody z instalacji wodociągowej na wymiennik WCP: + 5 °C.
- wydajność grzewcza wymiennika WCP równa: 40kW. Jest to wydajność istniejącego wymiennika typu SL32-BR25-40-TL (oznaczenie na schemacie istniejącego węzła: W201).

Zgodnie z wizją lokalną na obiekcie budynku Obwodu Lecznictwa Kolejowego - Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej w Skarżysku-Kamiennej Projektant stwierdził, że na instalacji zimnej wody przed wymiennikiem do podgrzewu ciepłej wody użytkowej zainstalowany został wodomierz typu HRI-A1 D=10 firmy Samson o $Q_n=3,5 \text{ m}^3/\text{h}$.

Dla przygotowania ciepłej wody użytkowej przyjęto przepływ równy: $3,5 \text{ m}^3/\text{h}$

- 1) OBIEG C.W.U. (PUNKT „A” – ZASOBNIK ZCWU – PUNKT „B”)
OBIEG C.W.U. PRZEGRZEW (PUNKT „C” – ZASOBNIK ZCWU – PUNKT „B”)

Strona wody użytkowej - przepływ

Przyjęto przepływ wody użytkowej przez zasobnik równy przypiływowi nominalnego przez wodomierz zamontowany w istniejącym węźle cieplnym w obiekcie.

Wymagany przepływ wody po stronie wody użytkowej winien wynosić: 3500 litra/h.

Strona wody użytkowej - średnice

Dobór średnic wykonano w oparciu o kryterium opór, które nie powinny być nie większe jak 150 Pa/m. Przyjęto przewody ze stali nierdzewnej o średnicach i prędkościach jak niżej:

- DN 40 $v=0,5 \text{ m/s}$ i $dp=112 \text{ Pa/m}$ dla 3500 litra/h

Strona wody użytkowej – określenie parametrów doboru pompy PPG

Przyjęte straty na głównych elementach obiegu grzewczego wynoszą:

Zasobnik ZCWU:	3,50 kPa
Zawór ZPG:	4,80 kPa
Armatura (zawory odcinające zawór zwrotny) łącznie:	5,00 kPa
Przewody projektowane:	5,90 kPa
Założone opory instalacji istniejącej:	25,0 kPa

Strata ciśnienia w obiegu wynosi 14,20 kPa. Wymagany przepływ przyjęto jak dla cyrkulacji, czyli $20\%V = 0,2 * 3,5 = 0,7 \text{ m}^3/\text{h}$

Wymagana wysokość podnoszenia pompy :

$$H_p = 1,10 \times 14,2 = 15,62 \text{ kPa} = 1,59 \text{ mH}_2\text{O}$$

Wymagana wydajność pompy:

$$V_p = 1,15 \times 0,7 = 0,81 \text{ m}^3/\text{h}$$

Strona wody użytkowej – określenie parametrów doboru naczynia wzbiorniczego NPW

Przyjęte pojemności na głównych elementach obiegu wody użytkowej wynoszą:

Zasobnik ZCWU: 500 litra

Przewody: 47,5 litra

Zład wody w obiegu wynosi 547,5 litra. Wysokość statyczna wynosi 2,9 mH₂O (0,3 bar).

Wysokość ciśnienia w instalacji przyjęto: 0,23 bar.

Wymagana pojemność obiegu do zabezpieczenia przez NPW wynosi:

$V_a = 1,1 \times 547,5 = 602,0$ litrów

Wymagane ciśnienie otwarcia zaworu bezpieczeństwa wynosi 10 bar.

Strona wody użytkowej – określenie parametrów zaworu bezpieczeństwa ZBW

Przyjęta pojemność zładu w obiegu wody użytkowej wynosi: 0,602 m³

Przyjęta gęstość wody grzewczej w temperaturze 0°C: 999,732 kg/m³

Przyjęta gęstość wody grzewczej w temperaturze +90°C: 965,253 kg/m³

Przyjęty przyrost objętości zładu w obiegu grzewczym wynosi: 0,002 m³

Wymagany wypływ masowy przez zawór bezpieczeństwa ZBW: 1289 kg/h

Wymagane ciśnienie otwarcia zaworu bezpieczeństwa ZBW wynosi 10,0 bar.

2) OBIEG GRZEWczy (ZASOBNIK PCWU - ZASOBNIK ZBWG)

Strona grzewcza - przepływ

Ciepło właściwe glikolu propylenowego z inhibitorami korozji (stężenie 45%) wynosi 3,76 kJ/kgxK (dla t= + 60°C), ciepło właściwe wody wynosi 4,20 kJ/kgxK (dla t= + 40°C). Stąd wymagany przepływ wody po stronie grzewczej winien wynosić:

$$G_{\text{bufora}} = (3,76/4,20) \times G_{\text{2pola}} = (3,76/4,20) \times 835,2 = 747,70 \text{ litra/h}$$

Strona grzewcza - określenie parametrów doboru zbiornika ZCWU

moc przenoszona: 40,0 kW

- **Strona gorąca :**

woda grzewcza

ciepło właściwe 4,20 k J/kg x K

przepływ 747,70 dm³/h

temperatura wejściowa + 60°C , temperatura wyjściowa + 40°C

- **Strona zimna :**

woda grzewcza

ciepło właściwe 4,20 k J/kg x K

przepływ 747,70 dm³/h

Przyjęto zasobnik ZCWU o pojemności 500 litrów z wężownicą:

- o powierzchni grzewczej: 1,9 m²

- o oporach przepływu po stronie wody grzewczej dla przepływu 747,7 litra/h =0,85 kPa

- o oporach przepływu po stronie wody użytkowej dla przepływu 6300,0 litra/h =8,00 kPa

Strona grzewcza - średnice

Dobór średnic wykonano w oparciu o maksymalny spadek ciśnienia na mb przewodu, która nie powinien być mniejszy jak 180 Pa/m i nie większy jak 250 Pa/mb.

Przyjęte przewody stalowe czarne o połączeniach spawanych o średnicach i prędkościach jak niżej:

- DN 20, $v=0,5$ m/s dla 747,70 litra/h

Strona grzewcza - opory przepływu

Opory przepływu w przewodach obiegu grzewczego przy uwzględnieniu kryterium jednostkowego spadku ciśnienia przyjęto jak niżej:

- liniowe straty: 0,22 kPa/mb dla przewodu DN 20(Φ 26,9 x 2,3) i 747,70 litra/h

- miejscowe straty: 0,14 kPa dla $\xi=1$ przewodu DN 20(Φ 26,9 x 2,3) i 747,70 litra/h

Strona grzewcza – określenie parametrów doboru pompy PWG

Przyjęte straty na głównych elementach obiegu grzewczego wynoszą:

Zasobnik ZBWG: 0,02 kPa

Zasobnik ZCWU: 8,50 kPa

Armatura (zawory odcinające, filtr, zawory zwrotne) łącznie: 4,30 kPa

Przewody: 5,10 kPa

Strata ciśnienia w obiegu wynosi 17,92 kPa. Wymagany przepływ $V = 0,7474$ m³/h

Wymagana wysokość podnoszenia pompy :

$H_p = 1,10 \times 17,92 = 19,712$ kPa = 2,01 mH₂O

Wymagana wydajność pompy:

$V_p = 1,15 \times 0,7477 = 0,86$ m³/h

Strona grzewcza – określenie parametrów doboru naczynia wzbiorczego NPWG

Przyjęte pojemności na głównych elementach obiegu grzewczego wynoszą:

Zasobnik ZBWG: 950 litrów

Zasobnik ZCWU: 12,5 litra

Przewody: 6,24 litra

Zład wody w obiegu wynosi 969,0 litra. Wysokość statyczna wynosi 2,9 mH₂O (0,3 bar).

Wysokość ciśnienia w instalacji przyjęto: 0,24 bar.

Wymagana pojemność obiegu do zabezpieczenia przez NPWG wynosi:

$V_a = 1,1 \times 969 = 1066$ litrów

Wymagane ciśnienie otwarcia zaworu bezpieczeństwa wynosi 2,5 bar.

Przyjęto naczynie o 31% wypełnieniu i objętości wody w naczyniu 44 litry.

Strona grzewcza – określenie parametrów zaworu bezpieczeństwa ZWG

Przyjęta pojemność zładu w obiegu grzewczego wynosi: 1,066 m³

Przyjęta gęstość wody grzewczej w temperaturze 0°C: 999,732 kg/m³

Przyjęta gęstość wody grzewczej w temperaturze +90°C: 965,253 kg/m³

Przyjęty przyrost objętości zładu w obiegu grzewczym wynosi: 0,038 m³

Wymagany wypływ masowy przez zawór bezpieczeństwa ZWG: 2284 kg/h

Wymagane ciśnienie otwarcia zaworu bezpieczeństwa ZWG wynosi 2,5 bar.

3) OBIEG SOLARNY (KOLEKTORY – ZASOBNIK ZBWG)

Strona solarna - przepływ

Wymagany minimalny przepływ płynu liczony na jednostkę powierzchni kolektora dla systemu eksploatacji „Low -flow” wynosi 30 litra/m² x h.

Dla 1 kolektora

$$G_{\text{kolektora}} = 2,32 \times 1 \times 30 = 69,60 \text{ litra/h}$$

Dla 1 pola kolektorów po 6 szt

$$G_{1\text{pole}} = 2,32 \times 6 \times 30 = 417,6 \text{ litra/h}$$

Dla 2 pól kolektorów po 6 szt

$$G_{2\text{pola}} = 2,32 \times 12 \times 30 = 835,2 \text{ litra/h}$$

Strona solarna – wydajność grzewcza kolektorów

Przyjęto moc jednostkową kolektora: 577,58 W/m²

Łączna powierzchnia 12 kolektorów: 2,32 x 12 = 27,84 m²

Łączna moc kolektorów wynosi: Q_{kol.} = 577,58 x 27,84 = 1 6079 W = 16,08 kW

Strona solarna - średnice

Dobór średnic wykonano w oparciu o prędkość przepływu, która nie powinna być mniejsza jak 0,4 m i nie większa jak 0,7 m. Przyjęte przewody miedziane o połączeniach lutowanych na twardo o średnicach i prędkościach jak niżej:

- Φ 22x 1, v=0,4 m/s dla 417,6 litra/h

- Φ 28x 1,5, v=0,5 m/s dla 835,2 litra/h

Strona solarna – opory przepływu

Opory przepływu w przewodach instalacji solarnej przy uwzględnieniu kryterium prędkość przepływu przyjęto jak niżej:

- 0,21 kPa/mb dla przewodu Φ 22x 1 i 417,6 litra/h

- 0,25 kPa/mb dla przewodu Φ 28x 1,5 i 835,2 litra/h

Strona solarna – stan stagnacji

Współczynnik DPL (wydajność produkcji pary) kolektora bez zbiornika cieczy: 60,00 W/m²

Przyjęta strata ciepła w przewodach Φ 22x 1 oraz Φ 28x 1,5: 30,00 W/m

Przyjęta długość orurowania dla stanu stagancji: 73,0 m

Produkcja pary przez 2 pola kolektorów wynosi: 2x27,84x60=3340,8 W = 3,34 kW

Straty ciepła przez orurowanie: 73x30=2190 W = 2,19 kW

Obliczona wymagana wydajność chłodnicy stagnacyjnej wynosi: 1,15 kW

Dobrano chłodnicę stagnacyjną (oznaczenie CHS) o wydajności chłodzenia: 1,67 kW

Strona solarna - określenie parametrów zbiornika ZBWG

moc przenoszona: 16,10 kW

- **Strona gorąca :**

glikol polipropylenowy 45%,

przepływ 835,2 dm³/h

ciepło właściwe 3,588 KJ/kg x K,

temperatura wejściowa + 60°C , temperatura wyjściowa + 40°C

- **Strona zimna :**

woda grzewcza

ciepło właściwe 4,20 k J/kg x K

przepływ 747,70 dm³/h

Przyjęto zasobnik ZBWG o pojemności 950 litrów z solarnym wymiennikiem ciepła:

- o powierzchni grzewczej: 2,1 m²

- o oporach przepływu po stronie solarnej (w solarnym wymienniku) dla przepływu 835,2 litra/h: =2,70 kPa
- o oporach przepływu po stronie wody grzewczej dla przepływu 747,7 litra/h =0,02 kPa

Strona solarna – regulator przepływu

Dla przepływu 417,6 litra/h = 9,96 l/min dobrano regulator przepływu o $Kvs=2,2 \text{ m}^3/\text{h}$ z gwintem wewnętrznym DN20 – 3/4" o zakresie przepływu 2 - 12 l/min.
Strata ciśnienia na regulatorze wynosi :3,60 kPa

Strona solarna – zabezpieczający ogranicznik temperatury ZOTS

Zabezpieczający ogranicznik temperatury wymagany jest, jeśli na m² powierzchni absorbera przypada mniej niż 40 litrów pojemności podgrzewacza. Skutecznie zapobiega to powstaniu w pojemnościowym podgrzewaczu wody temperatur wyższych niż 95°C.

Przyjęta powierzchnia 12 kolektorów: 27,84 m²

Przyjęta pojemność zasobnika: 950 litrów

Wymagana pojemność podgrzewacza: 27,84x40=1113,6 litra.

Należy zamontować dodatkowy ogranicznik temperatury.

Strona solarna – określenie parametrów zaworu ZTS

Przyjęte opory w węzownicy zasobnika ZBWG: 2,70 kPa

Przyjęte opory orurowania: 71,07 kPa

Przyjęty przepływ czynnika: 0,84 m³/h

Dobrano zawór regulacyjny o $Kvs=4,0 \text{ m}^3/\text{h}$ oraz DN 15

Strona solarna – określenie parametrów doboru pompy ZPS

Przyjęte straty na głównych elementach obiegu solarnego wynoszą:

Zasobnik ZBWG:	2,70 kPa
1 pole kolektorów:	49,8 kPa
Zawór ZTS:	4,40 kPa
Armatura (zawory, licznik, regulator) łącznie:	8,60 kPa
Przewody:	16,50 kPa

Strata ciśnienia w obiegu wynosi 82,0 kPa. Wymagany przepływ $V = 0,8352 \text{ m}^3/\text{h}$

Wymagana wysokość podnoszenia pompy :

$H_p = 1,10 \times 82,0 = 90,2 \text{ kPa} = 9,20 \text{ mH}_2\text{O}$

Wymagana wydajność pompy:

$V_p = 1,15 \times 0,8352 = 0,96 \text{ m}^3/\text{h}$

Strona solarna – określenie parametrów doboru naczynia wzbiorczego NPS

Przyjęte pojemności na głównych elementach obiegu grzewczego wynoszą:

Zasobnik ZBWG:	14,0 litra
1 pole kolektorów:	10,9 litra

Chłodnica CHS: 2,0 litra

Przewody: 34,4 litra

Zład glikolu w obiegu wynosi 72,2 litra. Wysokość statyczna wynosi 16 mH₂O (1,6 bar).

Wysokość ciśnienia w instalacji przyjęto: 0,9 bar.

Wymagana pojemność obiegu do zabezpieczenia przez NPS wynosi:

$V_a = 1,1 \times 72,2 = 79,0$ litrów

Wymagane ciśnienie otwarcia zaworu bezpieczeństwa wynosi 2,5 bar.

Przyjęto naczynie o 8% wypełnieniu i objętości czynnika w naczyniu 33,9 litry wraz z naczyniem schładzającym.

Strona solarna – określenie parametrów zaworu bezpieczeństwa

Przyjęta pojemność zładu w obiegu solarnym wynosi: $0,079 \text{ m}^3$

Przyjęta gęstość 45% glikolu etylenowego w temperaturze -20°C : $1054,3 \text{ kg/m}^3$

Przyjęta gęstość 45% glikolu etylenowego w temperaturze $+120^\circ\text{C}$: $999,0 \text{ kg/m}^3$

Przyjęty przyrost objętości zładu w obiegu solarnym wynosi: $0,005 \text{ m}^3$

Wymagany wypływ masowy przez zawór bezpieczeństwa: 324 kg/h

Wymagane ciśnienie otwarcia zaworu bezpieczeństwa wynosi 2,5 bar.