

Nazwa kwalifikacji: **Eksploatacja urządzeń i systemów energetyki odnawialnej**  
Oznaczenie kwalifikacji: **ELE.11**  
Numer zadania: **01**  
Wersja arkusza: **SG**

Wypełnia zdający

Numer PESEL zdającego\*

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Miejsce na naklejkę z numerem  
PESEL i z kodem ośrodka

Czas trwania egzaminu: **180** minut.

ELE.11-01-21.06-SG

## EGZAMIN ZAWODOWY

Rok 2021

CZĘŚĆ PRAKTYCZNA

**PODSTAWA PROGRAMOWA  
2019**

### Instrukcja dla zdającego

1. Na pierwszej stronie arkusza egzaminacyjnego wpisz w oznaczonym miejscu swój numer PESEL i naklej naklejkę z numerem PESEL i z kodem ośrodka.
2. Na KARCIE OCENY w oznaczonym miejscu przyklej naklejkę z numerem PESEL oraz wpisz:
  - swój numer PESEL\*,
  - oznaczenie kwalifikacji,
  - numer zadania,
  - numer stanowiska.
3. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 10 stron i nie zawiera błędów. Ewentualny brak stron lub inne usterki zgłoś przez podniesienie ręki przewodniczącemu zespołu nadzorującego.
4. Zapoznaj się z treścią zadania oraz stanowiskiem egzaminacyjnym. Masz na to 10 minut. Czas ten nie jest wliczany do czasu trwania egzaminu.
5. Czas rozpoczęcia i zakończenia pracy zapisze w widocznym miejscu przewodniczący zespołu nadzorującego.
6. Wykonaj samodzielnie zadanie egzaminacyjne. Przestrzegaj zasad bezpieczeństwa i organizacji pracy.
7. Po zakończeniu wykonania zadania pozostaw arkusz egzaminacyjny z rezultatami oraz KARTĘ OCENY na swoim stanowisku lub w miejscu wskazanym przez przewodniczącego zespołu nadzorującego.
8. Po uzyskaniu zgody zespołu nadzorującego możesz opuścić salę/miejsce przeprowadzania egzaminu.

**Powodzenia!**

\* w przypadku braku numeru PESEL – seria i numer paszportu lub innego dokumentu potwierdzającego tożsamość

## Zadanie egzaminacyjne

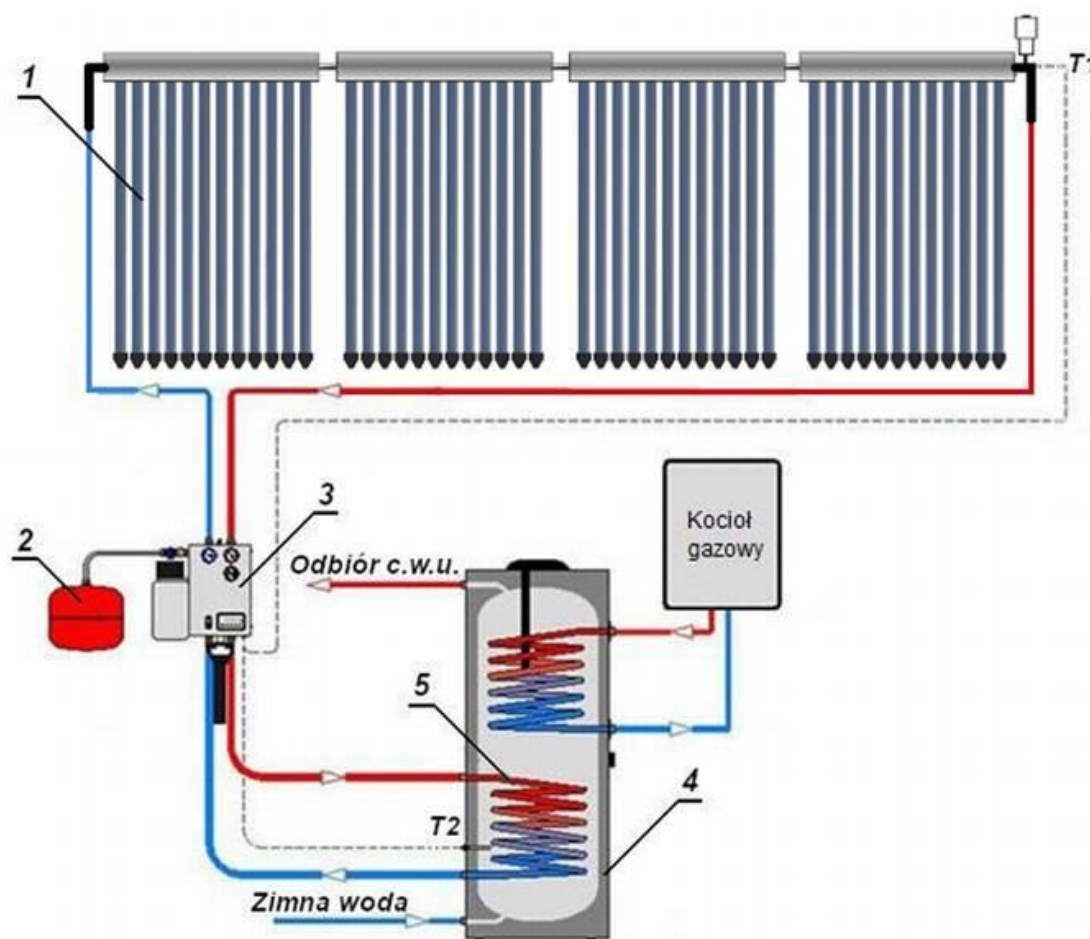
W budynku jednorodzinym przeprowadzany jest przegląd techniczny słonecznej instalacji grzewczej (rysunek 1). Instalacja wykorzystywana jest do przygotowania ciepłej wody użytkowej. Wyposażona jest w 4 próżniowe kolektory słoneczne, które zamontowane są pod kątem  $\beta = 45^\circ$ , w kierunku południowym, na dachu budynku. Dane techniczne kolektora i płynu solarnego podane są w tabeli 1 i 2. Podczas przeglądu dokonano pomiarów parametrów instalacji w rzeczywistych warunkach pracy. Wyniki pomiarów przedstawione są w tabeli 3.

Oblicz parametry pracy słonecznej instalacji grzewczej a następnie na podstawie obliczonych wartości i danych z przeglądu technicznego oceń prawidłowość użytkowania instalacji.

W oparciu o założenia podane w tabeli 4, oblicz całkowite dzienne zapotrzebowanie ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz oblicz rzeczywiste łączne pole powierzchni wszystkich kolektorów.

Sporządź wykaz elementów słonecznej instalacji grzewczej, z uwzględnieniem ich funkcji, oraz określ zasady użytkowania instalacji.

Wzory do obliczeń zawiera tabela 5. Rozwiązanie zadania wpisz w tabelach A÷E.



Rysunek 1. Schemat słonecznej instalacji grzewczej

**Tabela 1. Dane techniczne kolektora próżniowego**

Lp.	Parametr	Wartość/cecha
1.	szerokość/wysokość/głębokość kolektora	1105/1930/122 mm
2.	masa kolektora pustego	33 kg
3.	objętość cieczy w kolektorze	1,06 dm <sup>3</sup>
4.	liczba rur szklanych	9
5.	powierzchnia brutto kolektora	2,1 m <sup>2</sup>
6.	powierzchnia czynna kolektora	1,92 m <sup>2</sup>
7.	średnica króćców przyłączeniowych	15 mm
8.	współczynnik sprawności $\eta_0$	0,568
9.	maksymalne ciśnienie robocze	0,6 MPa
10.	strumień przepływu czynnika przez kolektor	1 dm <sup>3</sup> /min
11.	liniowy współczynnik strat ciepła $a_1$	1,24 W/(m <sup>2</sup> K)
12.	nieliniowy współczynnik strat ciepła $a_2$	0,0038 W/(m <sup>2</sup> K <sup>2</sup> )
13.	maksymalna temperatura stagnacji	281 °C
14.	rodzaj izolacji	próżnia, wełna mineralna
15.	materiał	borosilikat 3.3
16.	wymiary rur próżniowych	47/37/1,6/1800 mm
17.	alumińowe lustro CPC	wysokorefleksyjne
18.	obudowa	alumińowa

**Tabela 2. Charakterystyka parametrów płynu solarnego**

Lp.	Parametr	Wartość
1.	temperatura zamarzania	-35 °C ÷ -25 °C
2.	odczyn pH	7,5 ÷ 9,5

**Tabela 3. Wyniki pomiarów parametrów słonecznej instalacji grzewczej uzyskane w czasie przeglądu technicznego w rzeczywistych warunkach pracy**

Lp.	Parametr	Wynik pomiaru
1.	Ciśnienie napełniania instalacji	2,1 bar
2.	Ciśnienie wstępne w naczyniu przeponowym, $p_n$	2,0 bar
3.	Temperatura krzepnięcia płynu solarnego na bazie glikolu propylenowego	-28 °C
4.	Odczyn pH płynu solarnego	8,5
5.	Przepływ płynu solarnego - pompa na I biegu	3 dm <sup>3</sup> /min
6.	Przepływ płynu solarnego - pompa na II biegu	4 dm <sup>3</sup> /min
7.	Przepływ płynu solarnego - pompa na III biegu	5,5 dm <sup>3</sup> /min
8.	Wysokość hydrostatyczna, $H_{hyd}$	6 m
9.	Ciśnienie zimnej wody	4 bar
10.	Ciśnienie wody kotłowej w instalacji grzewczej	1,5 bar

**Tabela 4. Założenia do obliczeń dziennego zapotrzebowania ciepła do przygotowania c.w.u.**

Lp.	Parametr	Wartość
1.	Liczba mieszkańców, $L_i$	4 os.
2.	Jednostkowe zużycie c.w.u., $q_{cwu}$	50 dm <sup>3</sup> /(os.·d)
3.	Temperatura wody ciepłej, $T_{wc}$	45 °C
4.	Temperatura wody zimnej, $T_{wz}$	10 °C
5.	Ciepło właściwe wody, $c_w$	0,00116 kWh/(kg·K)
6.	Pojemność podgrzewacza, $V_z$	500 dm <sup>3</sup>
7.	Straty ciepła z podgrzewacza o pojemności 500 dm <sup>3</sup> , $Q_{pg}$	2,5 kWh/d
8.	Straty ciepła w obiegu cyrkulacyjnym c.w.u., $Q_{cr}$	1,1 kWh/d
9.	Udział rocznego pokrycia zapotrzebowania ciepła przez instalację słoneczną, $U$	0,6
10.	Suma całkowitego rocznego promieniowania słonecznego padającego na powierzchnię usytuowaną w kierunku południowym pod kątem $\beta = 45^\circ$ , $H$	1168 kWh/m <sup>2</sup>
11.	Średnia roczna sprawność kolektora słonecznego, $\eta_{ks}$	0,45

**Tabela 5. Wzory do obliczeń**

<p><b>Ciśnienie napełniania instalacji</b></p> $P_{sol1} = 1,5 \text{ bar} + 0,1 \frac{\text{bar}}{\text{m}} \cdot H_{hyd}$ <p>gdzie:  <math>P_{sol1}</math> – ciśnienie napełniania instalacji [bar]  <math>H_{hyd}</math> – wysokość hydrostatyczna [m]</p> <p><b>Wymagane jest spełnienie warunku:</b></p> $P_{sol1} \geq P_{n1} + 0,3 \text{ bar}$ <p>gdzie:  <math>P_{n1}</math> – ciśnienie wstępne w naczyniu przeponowym [bar]</p>
<p><b>Przepływ w instalacji słonecznej</b></p> $V_{kol} = S_{kol} \cdot L_{kol}$ <p>gdzie:  <math>V_{kol}</math> – przepływ w instalacji słonecznej [dm<sup>3</sup>/min]  <math>S_{kol}</math> – strumień przepływu czynnika przez kolektor [dm<sup>3</sup>/min]  <math>L_{kol}</math> – liczba kolektorów w instalacji solarnej</p>
<p><b>Zapotrzebowanie na ciepło netto</b></p> $Q_z = L_i \cdot q_{cwu} \cdot c_w \cdot (T_{wc} - T_{wz})$ <p>gdzie:  <math>Q_z</math> – zapotrzebowanie na ciepło netto [kWh/d]  <math>L_i</math> – liczba mieszkańców [os.]  <math>q_{cwu}</math> – jednostkowe zużycie c.w.u. [dm<sup>3</sup>/(os. · d)]  <math>c_w</math> – ciepło właściwe wody [kWh/(kg · K)]  <math>T_{wc}</math> – temperatura wody ciepłej [°C]  <math>T_{wz}</math> – temperatura wody zimnej [°C]</p>
<p><b>Całkowite dobowe zapotrzebowanie na ciepło</b></p> $Q_{cwu} = Q_z + Q_{pg} + Q_{cr}$ <p>gdzie:  <math>Q_{cwu}</math> – całkowite dobowe zapotrzebowanie na ciepło [kWh/d]  <math>Q_z</math> – całkowite zapotrzebowanie ciepła netto [kWh/d]  <math>Q_{pg}</math> – straty ciepła z podgrzewacza o pojemności 500 dm<sup>3</sup> [kWh/d]  <math>Q_{cr}</math> – straty ciepła w obiegu cyrkulacyjnym c.w.u. [kWh/d]</p>
<p><b>Pole powierzchni kolektorów słonecznych</b></p> $A = \frac{Q_{cwur} \cdot U}{H}$ <p>gdzie:  <math>A</math> – pole powierzchni kolektorów słonecznych [m<sup>2</sup>]  <math>Q_{cwur}</math> – całkowite roczne zapotrzebowanie na ciepło [kWh] (<math>Q_{cwur} = Q_{cwu} \cdot 365 \text{ d}</math>)  <math>U</math> – udział rocznego pokrycia zapotrzebowania ciepła przez instalację słoneczną  <math>H</math> – suma całkowitego rocznego promieniowania słonecznego padającego na powierzchnię usytuowaną w kierunku południowym pod kątem <math>\beta = 45^\circ</math> [kWh/m<sup>2</sup>]</p>
<p><b>Rzeczywista powierzchnia kolektorów słonecznych</b></p> $A_{rz} = \frac{A}{\eta_{ks}}$ <p>gdzie:  <math>A_{rz}</math> – rzeczywista powierzchnia kolektorów słonecznych [m<sup>2</sup>]  <math>\eta_{ks}</math> – średnia roczna sprawność kolektora słonecznego</p>

**Uwaga:** opis symboli powtarzających się w kolejnych wzorach pominięto.

**Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.**

**Ocenić będą 5 rezultatów:**

- zestawienie obliczonych wartości parametrów pracy słonecznej instalacji grzewczej (tabela A),
- ocena parametrów użytkowych słonecznej instalacji grzewczej (tabela B),
- wyniki obliczeń zapotrzebowania ciepła oraz rzeczywistego pola powierzchni kolektorów słonecznych (tabela C),
- wykaz elementów słonecznej instalacji grzewczej z uwzględnieniem ich funkcji (tabela D),
- zasady użytkowania słonecznej instalacji grzewczej (tabela E).

**Tabela A. Zestawienie obliczonych wartości parametrów pracy słonecznej instalacji grzewczej**

Lp.	Parametr	Jednostka miary	Obliczona wartość*
1.	Ciśnienie napełniania instalacji $P_{sol}$		
2.	Ciśnienie wstępne w naczyniu przeponowym $P_{n1}$		
3.	Całkowity przepływ w instalacji $V_{kol}$		

\* - Wynik obliczenia podać z dokładnością do jednego miejsca po przecinku z zaokrągleniem w górę.

**Tabela B. Ocena parametrów użytkowych słonecznej instalacji grzewczej**

Lp.	Parametr	Jednostka miary	Wartość obliczona lub katalogowa	Wartość rzeczywista	Ocena prawidłowości TAK / NIE*
1.	Ciśnienie wstępne w naczyniu przeponowym solarnym	bar			
2.	Ciśnienie napełniania instalacji solarnej	bar			
3.	Temperatura zamarzania płynu solarnego	°C			
4.	Odczyn płynu solarnego	pH			
5.	Przepływ płynu solarnego w instalacji solarnej	dm <sup>3</sup> /min			

\* - Wpisać właściwe.

**Tabela C. Wyniki obliczeń zapotrzebowania ciepła oraz rzeczywistego pola powierzchni kolektorów słonecznych**

Lp.	Wielkości charakterystyczne instalacji kolektorów słonecznych	Jednostka miary	Obliczona wartość
1.	Zapotrzebowanie na ciepło netto $Q_z$		
2.	Całkowite dobowe zapotrzebowanie na ciepło $Q_{cwu}$		
3.	Pole powierzchni kolektorów słonecznych A		
4.	Rzeczywiste pole powierzchni kolektorów słonecznych* $A_{rz}$		

\* - Wynik obliczenia podać z dokładnością do jednego miejsca po przecinku z zaokrągleniem w górę.

**Tabela D. Wykaz elementów słonecznej instalacji grzewczej z uwzględnieniem ich funkcji**

Nr elementu wg schematu	Nazwa elementu słonecznej instalacji grzewczej	Funkcja/e elementu słonecznej instalacji grzewczej*
1	2	3

\* - Należy wpisać wszystkie funkcje elementu

**Tabela E. Zasady użytkowania słonecznej instalacji grzewczej**

Lp.	Zdarzenie	Zalecenia dla użytkownika
1.	Zauważone wycieki płynu solarnego	
2.	Zauważone wycieki wody	
3.	Przewidywany długotrwały brak zasilania energią elektryczną	
4.	Przewidywany długotrwały brak zasilania zimną wodą	
5.	Przewidywana długotrwała nieobecność użytkowników instalacji grzewczej	





A series of horizontal dotted lines for writing.