

Nazwa kwalifikacji: **Eksploatacja urządzeń i systemów energetyki odnawialnej**  
Symbol 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.11-01-25.01-SG

## EGZAMIN ZAWODOWY

Rok 2025

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 16 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

Nowy właściciel, po zakupie domu jednorodzinnego usytuowanego w okolicach Zakopanego, zlecił przegląd instalacji fotowoltaicznej oraz słonecznej grzewczej znajdujących się w tym budynku. Moduły PV oraz kolektory słoneczne instalacji zamontowane są na dachu, a dane techniczne instalacji zamieszczono w tabelach 1 i 2.

W ramach zleconego przeglądu została częściowo przeprowadzona kontrola. Dokumentacja z wykonanej kontroli instalacji fotowoltaicznej zamieszczona jest w tabeli 3. Natomiast wstępna kontrola słonecznej instalacji grzewczej, obejmująca sprawdzenie przyłącza elektrycznego, pompy solarnej, armatury zabezpieczającej (zaworu bezpieczeństwa, naczynia wzbiorczego przeponowego) oraz pomiar temperatury zamarzania i odczynu pH płynu solarnego, wykazała jedynie utratę właściwości płynu.

Ponadto serwisant ma zweryfikować, czy słoneczna instalacja grzewcza zapewni latem wystarczającą ilość ciepłej wody użytkowej dla 5-osobowej rodziny, przy założeniu dobowego zużycia c.w.u. równego  $210 \text{ dm}^3$ .

Wykonaj następujące obliczenia, analizy i opracowania związane ze zleconymi przez właściciela budynku pracami:

1. Na podstawie dokumentacji z kontroli instalacji fotowoltaicznej zidentyfikuj usterki i nieprawidłowości oraz zaproponuj sposób ich usunięcia.
2. Zaplanuj testy i pomiary kontrolne instalacji fotowoltaicznej po stronie DC.
3. Oblicz ilość płynu solarnego, potrzebnego do wymiany w słonecznej instalacji grzewczej oraz dobierz pojemność opakowań i określ ich liczbę. Pamiętaj przy tym o uwzględnieniu naddatku oraz o zasadzie zrównoważonego gospodarowania odpadami. Nadatek przyjmij w ilości 10 % pojemności naczynia wzbiorczego.
4. Na podstawie zamieszczonej tabeli 5 fragmentu instrukcji serwisu i eksploatacji zaplanuj pozostałe czynności przeglądu technicznego słonecznej instalacji grzewczej.
5. Sporządź zestawienie istotnych parametrów technicznych słonecznej instalacji grzewczej zainstalowanej w budynku.
6. Zweryfikuj parametry słonecznej instalacji grzewczej, zainstalowanej w budynku, pod kątem możliwości zapewnienia przygotowania c.w.u. na potrzeby 5-osobowej rodziny. W tym celu wykonaj niezbędne obliczenia i wyciągnij wnioski.

Pozostałe dane i informacje potrzebne do rozwiązania zadania znajdują się w tabelach 4, 6 i 7. Wzory stosowane do obliczeń słonecznych instalacji grzewczych zawiera tabela 8. Rozwiązanie zadania zapisz w tabelach od A do F.


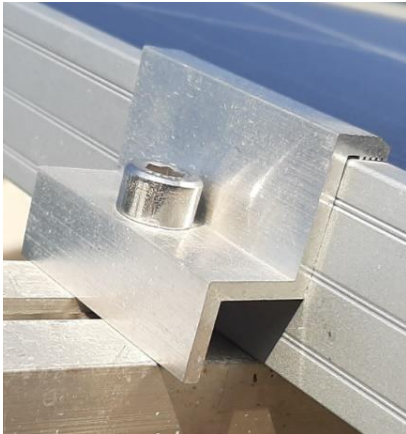

**Tabela 1. Parametry instalacji fotowoltaicznej zainstalowanej w budynku**

Parametr	Jednostka miary	Wartość
Moc zainstalowana instalacji fotowoltaicznej	kW	4
Liczba modułów fotowoltaicznych	szt.	10
Moc nominalna falownika	kW	3,5
Przekrój okablowania po stronie DC	mm <sup>2</sup>	4,0
Przekrój okablowania po stronie AC	mm <sup>2</sup>	2,5
Ilość faz	-	1
Parametry modułu fotowoltaicznego w warunkach STC		
Moc maksymalna	W	400
Napięcie obwodu otwartego	V	37,29
Natężenie prądu zwarcia	A	13,66
Napięcie w punkcie mocy maksymalnej	V	30,92
Natężenie prądu w punkcie mocy maksymalnej	A	12,94
Sprawność	-	0,205
Wymiary modułu fotowoltaicznego		
Wysokość	m	1,722
Szerokość	m	1,134
Głębokość	m	0,035

**Tabela 2. Parametry słonecznej instalacji grzewczej zainstalowanej w budynku**

Parametr	Jednostka miary	Wartość
Liczba kolektorów	szt.	3
Wewnętrzna średnica orurowania	m	0,02
Długość orurowania	m	15
Pojemność biwalentnego zasobnika c.w.u.	dm <sup>3</sup>	300
Pojemność węzownicy dolnej zasobnika c.w.u.	dm <sup>3</sup>	9,40
Pojemność naczynia wzbiornego	dm <sup>3</sup>	35
Pojemność grupy pompowej	dm <sup>3</sup>	0,70
Dopuszczalne ciśnienie końcowe	bar	5,5
Ciśnienie wstępne w naczyniu wzbiornym	bar	2,5
<b>Warunki pracy słonecznej instalacji grzewczej</b>		
Średnia różnica pomiędzy temperaturą absorbera a temperaturą otoczenia	°C	33
Średnie natężenie promieniowania słonecznego	W/m <sup>2</sup>	660
Średnia dobowa jednostkowa energia promieniowania słonecznego	kWh/m <sup>2</sup>	2,9
Temperatura ciepłej wody w punkcie poboru	°C	50
Temperatura zimnej wody	°C	13
Temperatura ciepłej wody w zasobniku	°C	55
<b>Dane techniczne kolektora słonecznego</b>		
Rodzaj kolektora: płaski		
Powierzchnia brutto	m <sup>2</sup>	2,49
Powierzchnia apertury	m <sup>2</sup>	2,30
Sprawność optyczna	-	0,753
Pojemność	dm <sup>3</sup>	1,72
Ciężar	kg	48,00
Liniowy współczynnik strat	W/(m <sup>2</sup> ·K)	4,10
Nieliniowy współczynnik strat	W/(m <sup>2</sup> ·K <sup>2</sup> )	0,02
<b>Wymiary kolektora słonecznego</b>		
Wysokość	m	2,38
Szerokość	m	1,056
Głębokość	m	0,072

**Tabela 3. Dokumentacja z przeprowadzonej kontroli instalacji fotowoltaicznej**

Nr usterki/ nieprawidłowości	Zdjęcie lub opis usterki/nieprawidłowości
1.	
2.	Podczas badania termowizyjnego instalacji zidentyfikowano 5 złączy MC4 o znacząco wyższej temperaturze.
3.	W instalacji fotowoltaicznej zauważono brak podkładek uziemiających pod klemami końcowymi (na zdjęciu jedna z wadliwie zamontowanych klem). 
4.	Po uruchomieniu instalacji fotowoltaicznej inwerter wskazuje kod błędu 2061 z opisem „Nieprawidłowe uziemienie”.
5.	Po naciśnięciu przycisku „Test” wyłącznika różnicowo-prądowego, umieszczonego po stronie AC, zabezpieczenie nie zadziało.
6.	

**Tabela 4. Wykaz dostępnych płynów solarnych**

Parametr	Płyn solarny 1	Płyn solarny 2
Temperatura zamarzania, °C	-15	-35
Pojemność opakowania, dm <sup>3</sup>	5; 10; 20	5; 10; 20

**Tabela 5. Fragment instrukcji serwisu i eksploatacji słonecznej instalacji grzewczej**

Czynności robocze			
przy pierwszym uruchomieniu	podczas przeglądu technicznego	przy konserwacji	
•			Płukanie, kontrola szczelności i napełnianie instalacji
		•	Wyłączenie instalacji z eksploatacji
		•	Oczyszczenie kolektorów
	•	•	Kontrola szczelności instalacji
	•	•	Kontrola izolacji cieplnej przewodów rurowych
•	•	•	Kontrola armatury zabezpieczającej instalację (zaworu bezpieczeństwa, naczynia wzbiorczego przeponowego)
•	•	•	Kontrola ciśnienia w instalacji
•	•	•	Odpowietrzenie instalacji
•	•	•	Kontrola przyłączy elektrycznych
	•	•	Sprawdzenie temperatury zamarzania oraz pH płynu solarnego
•	•	•	Uruchomienie słonecznej instalacji grzewczej
•	•	•	Kontrola funkcji łączeniowych regulatora solarnego
	•	•	Kontrola pomp solarnych
•	•	•	Kontrola natężenia przepływu płynu solarnego
	•	•	Wymiana płynu solarnego (w przypadku, gdy jego parametry nie pozwalają na dalszą eksploatację)

**Tabela 6. Fragment instrukcji obsługi falownika**

Identyfikator alarmu	Nazwa alarmu	Stopień alarmu	Możliwa przyczyna	Sposób/sposoby rozwiązania problemu
2031	Zwarcie przewodu fazowego z uziemiającym	Priorytetowy	Impedancja między wyjściowym przewodem fazowym a przewodem uziemienia jest zbyt niska albo doszło do zwarcia tych przewodów.	Sprawdzić impedancję między wyjściowym przewodem fazowym a przewodem uziemienia, zlokalizować punkt odpowiedzialny za spadek impedancji i usunąć usterkę.
2032	Zanik napięcia w sieci	Priorytetowy	Nastąpiła awaria sieci elektrycznej. Kabel wyjściowy AC został odłączony albo przerywacz obwodu AC jest wyłączony.	1. Sprawdzić, czy napięcie AC jest prawidłowe. 2. Sprawdzić, czy kabel zasilania AC jest podłączony, a przełącznik AC jest włączony.
2040	Nadmierne natężenie prądu wyjściowego składowej prądu stałego DC	Priorytetowy	Natężenie prądu składowej prądu stałego DC w sieci przekracza górny próg.	1. Jeżeli błąd występuje regularnie, skontaktować się ze sprzedawcą lub z działem pomocy technicznej producenta.
2061	Nieprawidłowe uziemienie	Priorytetowy	Przewód neutralny lub kabel uziemienia falownika nie został podłączony. Zespół PV jest uziemiony, ale wyjście falownika nie ma połączenia z transformatorem separacyjnym.	Wyłączyć falownik (wyłączyć przełącznik wyjściowy AC i przełącznik wejściowy DC i odczekać 5 minut) i wykonać następujące czynności: 1. Sprawdzić, czy kabel uziemienia PE został prawidłowo podłączony do falownika. 2. Jeśli falownik jest podłączony do sieci elektrycznej TN, sprawdzić, czy przewód neutralny jest prawidłowo podłączony oraz czy napięcie względem uziemienia jest prawidłowe. 3. Sprawdzić, czy wyjście AC ma połączenie z transformatorem separacyjnym. Jeśli tak, po włączeniu falownika należy zalogować się w aplikacji w telefonie komórkowym, w SmartLogger albo w NMS i wyłączyć opcję ustawienia izolacji.
2062	Niska rezystancja izolacji	Priorytetowy	Zespół PV ma zwarcie z uziemieniem. Zespół PV jest w wilgotnym otoczeniu, a przewód napięciowy nie ma należytej izolacji od uziemienia.	1. Sprawdzić impedancję między wyjściem zespołu fotowoltaicznego a uziemieniem i wyeliminować zwarcia i miejsca źle izolowane. 2. Sprawdzić, czy kabel uziemienia został prawidłowo podłączony do falownika. 3. Jeśli jest pewność, że impedancja jest niższa od zadanej wartości w warunkach zachmurzenia lub deszczu, zalogować się w aplikacji mobilnej w telefonie, w SmartLogger lub w systemie NMS i zmienić próg zabezpieczenia dla impedancji izolacji.

**Tabela 7. Wzory do obliczeń słonecznych instalacji grzewczych**

Lp.	Wzory z objaśnieniami
1.	<p>Sprawność kolektora</p> $\eta = \eta_0 - \frac{a_1 \cdot \Delta T}{E_g} - \frac{a_2 \cdot \Delta T^2}{E_g}$ <p>gdzie:  <math>\eta</math> – średnia sprawność kolektora  <math>\eta_0</math> – sprawność optyczna kolektora  <math>a_1</math> – liniowy współczynnik strat, W/(m<sup>2</sup>•K)  <math>a_2</math> – nieliniowy współczynnik strat, W/(m<sup>2</sup>•K<sup>2</sup>)  <math>\Delta T</math> – średnia różnica pomiędzy temperaturą absorbera, a temperaturą otoczenia, K  <math>E_g</math> – średnie natężenie promieniowania słonecznego, W/m<sup>2</sup></p>
2.	<p>Łączna powierzchnia apertury kolektorów</p> $F_{kol} = \frac{z \cdot (t_z - t_k) \cdot c_w}{3600 \cdot \eta \cdot E_{kol}}$ <p>gdzie:  <math>F_{kol}</math> – łączna powierzchnia apertury kolektorów, m<sup>2</sup>  <math>z</math> – dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę, dm<sup>3</sup>  <math>t_z</math> – temperatura ciepłej wody w zasobniku, °C  <math>t_k</math> – temperatura zimnej wody, °C  <math>c_w</math> – ciepło właściwe wody, kJ/(kg•K); <math>c_w = 4,19</math> kJ/(kg•K)  <math>\eta</math> – średnia sprawność kolektora  <math>E_{kol}</math> – średnia dobowa jednostkowa energia promieniowania słonecznego, kWh/m<sup>2</sup></p>
3.	<p>Liczba kolektorów</p> $L_k = \frac{F_{kol}}{F_{ap}}$ <p>gdzie:  <math>L_k</math> – liczba kolektorów  <math>F_{ap}</math> – powierzchnia apertury kolektora, m<sup>2</sup></p>
4.	<p>Pojemność kolektorów</p> $V_k = V_{k1} \cdot L_k$ <p>gdzie:  <math>V_k</math> – pojemność całkowita kolektorów, dm<sup>3</sup>  <math>V_{k1}</math> – pojemność całkowita jednego kolektora, dm<sup>3</sup></p>
5.	<p>Pojemność orurowania</p> $V_r = \pi \cdot \frac{d^2}{4} \cdot L \cdot 10^3$ <p>gdzie:  <math>V_r</math> – pojemność orurowania, dm<sup>3</sup>  <math>d</math> – wewnętrzna średnica orurowania, m  <math>L</math> – długość orurowania, m</p>

6.	<p>Pojemność całkowita instalacji</p> $V_A = V_k + V_{gp} + V_w + V_r$ <p>gdzie:  <math>V_A</math> – pojemność całkowita instalacji, dm<sup>3</sup>  <math>V_{gp}</math> – pojemność grupy pompowej, dm<sup>3</sup>  <math>V_w</math> – pojemność węzownicy zasobnika c.w.u., dm<sup>3</sup></p>
7.	<p>Pojemność naczynia wzbiórczego</p> $V_n = 1,5 \cdot \frac{(V_p + V_2 + V_k) \cdot (p_e + 1)}{p_e - p_{st}}$ <p>gdzie:  <math>V_n</math> – pojemność naczynia wzbiórczego, dm<sup>3</sup>  <math>V_2</math> – pojemność poduszki zabezpieczającej, dm<sup>3</sup>; <math>V_2 = 0,005 \cdot V_A</math> (min. 3 dm<sup>3</sup>)  <math>V_p</math> – wzrost objętości czynnika roboczego przy podgrzewaniu, dm<sup>3</sup>; <math>V_p = \beta \cdot V_A</math>  <math>\beta</math> – współczynnik rozszerzalności objętościowej czynnika roboczego; <math>\beta = 0,13</math>  <math>p_e</math> – dopuszczalne ciśnienie końcowe, bar  <math>p_{st}</math> – ciśnienie wstępne w naczyniu wzbiórczym, bar</p>
8.	<p>Pojemność zasobnika ciepłej wody</p> $V_z = \frac{1,5 \cdot z \cdot (t_w - t_k)}{t_z - t_k}$ <p>gdzie:  <math>V_z</math> – pojemność zasobnika ciepłej wody, dm<sup>3</sup>  <math>z</math> – dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę, dm<sup>3</sup>  <math>t_w</math> – temperatura ciepłej wody w punkcie poboru, °C  <math>t_k</math> – temperatura zimnej wody, °C  <math>t_z</math> – temperatura ciepłej wody w zasobniku, °C</p>

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

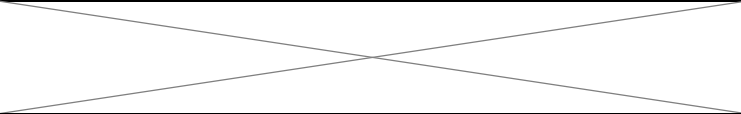
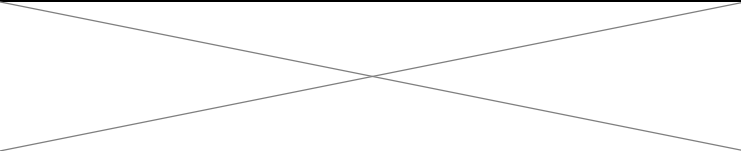
**Ocenie podlegać będzie 6 rezultatów:**

- wykaz usterek i nieprawidłowości w instalacji fotowoltaicznej oraz sposobów ich usunięcia (tabela A),
- wykaz testów i pomiarów kontrolnych instalacji fotowoltaicznej po stronie DC (tabela B),
- dobór płynu solarnego potrzebnego do wymiany w słonecznej instalacji grzewczej, wraz z obliczeniami (tabela C),
- wykaz planowanych pozostałych czynności do wykonania podczas przeglądu technicznego słonecznej instalacji grzewczej (tabela D),
- zestawienie istotnych parametrów technicznych istniejącej słonecznej instalacji grzewczej (tabela E),
- weryfikacja parametrów słonecznej instalacji grzewczej pod kątem możliwości zapewnienia przygotowania c.w.u. na potrzeby 5-osobowej rodziny, wraz z obliczeniami (tabela F).





**Tabela C. Dobór płynu solarnego potrzebnego do wymiany w słonecznej instalacji grzewczej**

Lp.	Obliczana wielkość	Obliczenia	Jednostka miary	Wartość obliczona lub odczytana
1.	Pojemność kolektorów słonecznych* - $V_k$			
2.	Pojemność orurowania* - $V_r$			
3.	Pojemność grupy pompowej* - $V_{gp}$			
4.	Pojemność węzownicy dolnej zasobnika c.w.u.* - $V_w$			
5.	Pojemność całkowita instalacji* - $V_A$			
6.	Naddatek płynu solarnego* (10 % pojemności naczynia wzbiorniczego)			
7.	Ilość płynu solarnego do wymiany z uwzględnieniem naddatku**			

Numer dobranego płynu solarnego: .....

Dobrana pojemność i liczba opakowań\*\*\*:

..... szt. opakowań o pojemności .....

..... szt. opakowań o pojemności .....

..... szt. opakowań o pojemności .....

\* Wartości należy zapisać z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku.

\*\* Wartość należy zapisać w zaokrągleniu z dokładnością do liczby całkowitej.

\*\*\* Należy uwzględnić zasadę zrównoważonego gospodarowania odpadami.



**Tabela E. Zestawienie istotnych parametrów technicznych słonecznej instalacji grzewczej zainstalowanej w budynku**

Lp.	Parametr	Wielkość/rodzaj/cecha
1.	Typ kolektorów	płaskie/ próżniowe*
2.	Miejsce montażu kolektorów	dach/ fasada budynku*
3.	Liczba kolektorów	..... szt.
4.	Łączna powierzchnia apertury	..... m <sup>2</sup>
5.	Rodzaj zasobnika c.w.u.	monowalentny/ biwalentny/ kombiwalentny*
6.	Pojemność zasobnika c.w.u.	..... dm <sup>3</sup>
7.	Pojemność naczynia wzbiorczego	..... dm <sup>3</sup>

\* Niepotrzebne należy skreślić.

**Tabela F. Weryfikacja parametrów słonecznej instalacji grzewczej zainstalowanej w budynku pod kątem możliwości zapewnienia przygotowania c.w.u. na potrzeby 5-osobowej rodziny**

Lp.	Weryfikowany parametr	Jednostka miary	Wartość aktualna (dla instalacji zainstalowanej)	Obliczenia	Wartość obliczona (przy planowanym zużyciu c.w.u.)
1.	Łączna powierzchnia apertury kolektorów słonecznych* - $F_{kol}$				
2.	Liczba kolektorów słonecznych** - $L_k$				
3.	Pojemność naczynia wzbiorczego* - $V_n$				
4.	Pojemność zasobnika c.w.u.* - $V_z$				
5.	<p><b>Wnioski:</b></p> <p>Zwiększenie liczby kolektorów <b>jest/ nie jest</b>*** konieczne.</p> <p>Zwiększenie pojemności naczynia wzbiorczego <b>jest/ nie jest</b>*** konieczne.</p> <p>Zwiększenie pojemności zasobnika ciepłej wody użytkowej <b>jest/ nie jest</b>*** konieczne.</p>				

\* Wynik obliczeń należy zaokrąglić do dwóch miejsc po przecinku.

\*\* Wynik obliczeń należy zaokrąglić do liczby całkowitej.

\*\*\* Niewłaściwe należy skreślić.

**MIEJSCE NA OBLICZENIA NIEPODLEGAJĄCE OCENIE  
(BRUDNOPIS)**

