

Nazwa kwalifikacji: **Eksploatacja urządzeń i systemów energetyki odnawialnej**

Oznaczenie kwalifikacji: **BD.18**

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.

BD.18-01-23.01-SG

## **EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE W ZAWODZIE**

**Rok 2023**

**CZĘŚĆ PRAKTYCZNA**

**PODSTAWA PROGRAMOWA  
2017**

### **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 6 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

Dobierz liczbę modułów instalacji fotowoltaicznej oraz oblicz przewidywaną maksymalną moc instalacji na podstawie danych technicznych dla modułu fotowoltaicznego zawartych w tabeli 1 i wzorów zapisanych w tabeli 2. Wyniki obliczeń przedstaw w tabeli A. Podczas projektowania, ustal maksymalną liczbę modułów mieszczących się na powierzchni prostokątnej o wymiarach: długość (wzdłuż kalenicy) 8 m i szerokość 5 m, przeznaczonych na dachu pod instalację. Moduły fotowoltaiczne będą montowane pionowo a przy łączeniu modułów wykorzystywane będą zaciski mocujące o szerokości standardowej  $z = 25$  mm.

Do instalacji dobrano falownik o parametrach opisanych w tabeli 3. Na podstawie zakresu napięć pracy układu MPPT, oblicz minimalną i maksymalną liczbę paneli w rzędzie. Przyjmij zakres temperatur pracy od  $-25^{\circ}\text{C}$  do  $70^{\circ}\text{C}$ . Wykorzystując wzory zamieszczone w tabeli 4. Wykonaj obliczenia sprawdzające, a uzyskane wyniki wpisz dla tabeli B.

Oszacuj temperaturę ogniw PV w wykorzystywanym module fotowoltaicznym w rzeczywistych warunkach pracy na podstawie wzoru przedstawionego w tabeli 5. Uzyskane wyniki obliczeń zapisz w tabeli C.

Przeanalizuj zdiagnozowane problemy w pracy pomp ciepła stanowiące błędy popełniane na etapie projektowania, montażu oraz podczas eksploatacji instalacji pomp ciepła i przyporządkuj im kolejne liczby porządkowe które wpisz w przygotowany układ tabeli D.

Uzupełnij w tabeli E nazwy elementów stanowiących schemat montażowy instalacji fotowoltaicznej.

### Uwaga:

Wszystkie wyniki obliczeń podawaj z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku, chyba, że w tabeli zapisane są inne wskazania.

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

### **Ocenie podlegać będzie 5 rezultatów:**

- ustalenie liczby modułów możliwych do zamontowania oraz maksymalna moc instalacji PV – tabela A,
- obliczenia sprawdzające dobór falownika – tabela B,
- wyniki obliczeń temperatury ogniw w module PV w wybranych warunkach atmosferycznych – tabela C,
- analiza zdiagnozowanych problemów w pracy pompy ciepła – tabela D,
- opis elementów schematu instalacji PV stanowiącego załącznik instrukcji eksploatacji – tabela E.

Tabela 1. Dane techniczne modułu fotowoltaicznego

Lp.	Parametr	Wartość
1.	moc maksymalna $P_{max}$	200 W
2.	wysokość modułu a	1580 mm
3.	szerokość modułu b	808 mm
4.	szerokość zacisku mocującego z	25 mm
5.	sprawność $\eta$	15%
6.	napięcie obwodu otwartego $U_{oc}$	37,56 V
7.	napięcie robocze przy MPP $U_{MPP}$	29,73 V
8.	natężenie robocze przy MPP $I_{MPP}$	8,32 A
9.	prąd zwarciaowy $I_{sc}$	8,85 A
10.	$T_p$ temperaturowy współczynnik mocy	0,43%/°C
11.	$T_U$ temperaturowy współczynnik napięcia	0,163 V/°C
12.	$T_I$ temperaturowy współczynnik prądu	0,053 A/°C
13.	nominalna temperatura pracy NOCT	45°C
14.	temperatura pracy	-40°C ÷ 90°C
<p>dla warunków STC:            natężenie promieniowania słonecznego <math>E = 1000 \text{ W/m}^2</math>            temperatura modułu PV <math>T_{PV} = 25 \text{ °C}</math>            spektrum promieniowania dla grubości atmosfery równej 1,5 AM 1,5</p>		

Tabela 2. Wzory do obliczeń

Lp.	Nazwa	Wzór
1.	N - liczba szeregów modułów h – wysokość powierzchni, na której będą montowane moduły fotowoltaiczne a – wysokość jednego modułu fotowoltaicznego z – szerokość zacisku mocującego (standardowo 25 mm)	$N = \frac{h}{a + z}$
2.	n – liczba modułów w rzędzie l – szerokość powierzchni, na której będą montowane moduły fotowoltaiczne b – szerokość jednego modułu fotowoltaicznego z – szerokość zacisku mocującego (standardowo 25 mm)	$n = \frac{l}{b + z}$
3.	$P_{PV}$ - maksymalna moc instalacji $P_{max}$ - maksymalna moc pojedynczego modułu $n_c$ – liczba wszystkich modułów w instalacji	$P_{PV} = P_{max} \cdot n_c$ $n_c = N \cdot n$

Tabela 3. Dane techniczne falownika

Lp.	Parametr	Oznaczenie	Wartość
1.	moc znamionowa falownika	$P_F$	5,2 kW
2.	moc maksymalna falownika	$P_{Fmax}$	5,5 kW
3.	maksymalna liczba łańcuchów		4
4.	maksymalne napięcie jednego łańcucha	$U_{DCmax}$	600 V
5.	minimalne napięcie startu DC	$U_{min \text{ start DC}}$	125 V
6.	maksymalne natężenie prądu jednego łańcucha	$I_{max \text{ stringu}}$	15 A
7.	zakres pracy układu MPPT układ MPPT dla każdego łańcucha	$U_{FMPPmin} \div U_{FMPPmax}$	155 ÷ 480 V

Tabela 4. Wzory do obliczeń

Lp.	Nazwa	Wzór
1.	$U_{OC-25^{\circ}C}$ – napięcie obwodu otwartego dla $-25^{\circ}C$ [V] $U_{OC}$ – napięcie obwodu otwartego dla STC [V] $\Delta T$ – różnica temperatur względem STC $T_U$ – temperaturowy współczynnik napięcia	$U_{OC-25^{\circ}C} = U_{OC} + (\Delta T \cdot T_U)$
2.	$U_{MPPmin}$ – minimalne napięcie robocze (przy $70^{\circ}C$ ) [V] $U_{MPP}$ – napięcie robocze dla STC [V] $\Delta T$ – różnica temperatur względem STC $T_U$ – temperaturowy współczynnik napięcia	$U_{MPPmin} = U_{MPP} - (\Delta T \cdot T_U)$
3.	$U_{MPPmax}$ – maksymalne napięcie robocze (przy $-25^{\circ}C$ ) [V] $U_{MPP}$ – napięcie robocze dla STC [V] $\Delta T$ – różnica temperatur względem STC $T_U$ – temperaturowy współczynnik napięcia	$U_{MPPmax} = U_{MPP} + (\Delta T \cdot T_U)$
4.	$n_{max}$ – maksymalna liczba modułów w rzędzie $U_{FMPPmax}$ – maksymalne napięcie pracy układu MPPT falownika [V] $U_{MPPmax}$ – maksymalne napięcie robocze (przy $-25^{\circ}C$ ) [V]	$n_{max} = \frac{U_{FMPPmax}}{U_{MPPmax}}$
5.	$n_{min}$ – minimalna liczba modułów w rzędzie $U_{FMPPmin}$ – minimalne napięcie pracy układu MPPT falownika [V] $U_{MPPmin}$ – minimalne napięcie robocze (przy $70^{\circ}C$ ) [V]	$n_{min} = \frac{U_{FMPPmin}}{U_{MPPmin}}$

Tabela 5. Wzory do obliczeń

Lp.	Nazwa	Wzór
1.	$T_{PV}$ – temperatura ogniw w module [ $^{\circ}C$ ] $T_{otoczenia}$ [ $^{\circ}C$ ] $NOCT$ - nominalna temperatura pracy [ $^{\circ}C$ ] $E$ – natężenie promieniowania słonecznego [ $W/m^2$ ]	$T_{PV} = T_{otoczenia} + (NOCT - 20^{\circ}C) \cdot \frac{E}{800 W/m^2}$

Tabela A. Ustalenie liczby modułów możliwych do zamontowania oraz maksymalna moc instalacji PV

Lp.	Nazwa	Wartość
1.	N - liczba szeregów modułów	
2.	n – liczba modułów w rzędzie	
3.	$P_{PV}$ - maksymalna moc instalacji [kW]	

Uwaga:

Dla pozycji 1 i 2 wynik należy zaokrąglić do liczby całkowitej zgodnie ze sztuką wykonywania instalacji fotowoltaicznych.

Tabela B. Wyniki obliczeń sprawdzające dobór falownika

Lp.	Sprawdzany parametr	Wielkość
1.	$U_{OC-25^{\circ}C}$ – napięcie obwodu otwartego dla $-25^{\circ}C$ [V]	
2.	$U_{MPPmin}$ – minimalne napięcie robocze (przy $70^{\circ}C$ ) [V]	
3.	$U_{MPPmax}$ – maksymalne napięcie robocze (przy $-25^{\circ}C$ )	
4.	$n_{max}$ – maksymalna liczba modułów w rzędzie [szt.]	
5.	$n_{min}$ – minimalna liczba modułów w rzędzie [szt.]	

Tabela C. Wyniki obliczeń temperatury ogniów w module PV w wybranych warunkach atmosferycznych

Lp.	Natężenie promieniowania słonecznego [W/m <sup>2</sup> ]	Prędkość wiatru [m/s]	Temperatura otoczenia [°C]	Temperatura ogniów w module [°C]
1.	300	1	0	
2.	500	1	10	
3.	800	1	35	

Tabela D. Analiza zdiagnozowanych problemów w pracy pompy ciepła

1. Błędy na etapie projektowania systemu	2. Błędy montażowe	3. Błędy eksploatacyjne
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Błędnie odprowadzane skropliny z powietrznej pompy ciepła.</li> <li>2. Niedowymiarowanie pompy ciepła.</li> <li>3. Brak lub złe uzupełnianie ubytków cieczy roboczych.</li> <li>4. Błędne wykonanie kolektora gruntowego.</li> <li>5. Źle dobrane dolne źródło ciepła.</li> <li>6. Zapowietrzona instalacja dolnego źródła ciepła.</li> <li>7. Błędne wyliczenie OZC (obliczeniowego zapotrzebowania na ciepło w budynku).</li> <li>8. Przewymiarowana pompa ciepła.</li> <li>9. Brak okresowych kontroli cieczy roboczych.</li> <li>10. Wadliwie wykonane uzbrojenie instalacji kolektora gruntowego.</li> <li>11. Samodzielne ustawienie zbyt wysokiej krzywej grzewczej.</li> <li>12. Niewłaściwa eksploatacja terenu ponad wymiennikiem gruntowym.</li> </ol>		

Tabela E. Opis elementów schematu instalacji fotowoltaicznej stanowiącego załącznik instrukcji eksploatacji

Numer elementu ze schematu instalacji fotowoltaicznej (rysunek 1.)	Nazwa elementu instalacji*
1	
2	
3	
4	



Rysunek 1. Schemat instalacji fotowoltaicznej