

**Arkusz zawiera informacje prawnie
chronione do momentu rozpoczęcia egzaminu**

Układ graficzny © CKE 2023

CKE **CENTRALNA
KOMISJA
EGZAMINACYJNA**

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

Symbol kwalifikacji: **B.22**

Numer zadania: **01**

Wersja arkusza: **SG**

Wypełnia zdający

Miejsce na naklejkę z numerem
PESEL i z kodem ośrodka

Numer PESEL zdającego*

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

B.22-01-24.01-SG

Czas trwania egzaminu: **180 minut**

EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE W ZAWODZIE

Rok 2024

CZĘŚĆ PRAKTYCZNA

**PODSTAWA PROGRAMOWA
2012**

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°C do 70°C . Wykorzystując wzory zamieszczone w tabeli 4. Wykonaj obliczenia sprawdzające, a uzyskane wyniki wpisz dla tabeli B.

Oblicz 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 η | 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 $E = 1000 \text{ W/m}^2$ temperatura modułu PV $T_{PV} = 25 \text{ °C}$ 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] ΔT – 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] ΔT – 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] ΔT – 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 ogniów 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 ²] | 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"> 1. Błędnie odprowadzane skropliny z powietrznej pompy ciepła. 2. Niedowymiarowanie pompy ciepła. 3. Brak lub złe uzupełnianie ubytków cieczy roboczych. 4. Błędne wykonanie kolektora gruntowego. 5. Źle dobrane dolne źródło ciepła. 6. Zapowietrzona instalacja dolnego źródła ciepła. 7. Błędne wyliczenie OZC (obliczeniowego zapotrzebowania na ciepło w budynku). 8. Przewymiarowana pompa ciepła. 9. Brak okresowych kontroli cieczy roboczych. 10. Wadliwie wykonane uzbrojenie instalacji kolektora gruntowego. 11. Samodzielne ustawienie zbyt wysokiej krzywej grzewczej. 12. Niewłaściwa eksploatacja terenu ponad wymiennikiem gruntowym. | | |

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