

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

Układ graficzny © CKE 2023



Nazwa kwalifikacji: **Eksploatacja 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.22-01-24.06-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 14 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 obiekcie hotelowym zainstalowana jest słoneczna instalacja grzewcza o wysokim współczynniku pokrycia zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową. Zamontowane są w niej kolektory słoneczne typu SV300C. Różnica wysokości między najwyższym punktem kolektorów słonecznych, a naczyniem przeponowym wynosi 15 m. Czynnikiem grzewczym jest roztwór glikolu propylenowego o temperaturze krystalizacji  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Instalacja jest eksploatowana nieprzerwanie przez kilka lat. W ciągu ostatnich paru dni właściciel zauważył spadek temperatury c.w.u., pomimo dobrych warunków nasłonecznienia. W związku z tym sprawdził na manometrze słonecznej instalacji grzewczej wartość ciśnienia i odczytał, że wynosi ono 0,9 bara. Zlecił więc serwisowi technicznemu przegląd instalacji. W trakcie wykonywania przeglądu stwierdzono usterki. Po przystąpieniu do prac serwisowych wykryto kolejne nieprawidłowości. Ich wykaz znajduje się w tabeli 1.

Przeprowadź analizę zaistniałej sytuacji, a następnie:






- zapisz typ i podstawowe parametry zainstalowanych kolektorów słonecznych,
- określ pole pracy zainstalowanych kolektorów oraz ich sprawność dla minimalnej i maksymalnej różnicy temperatur, na podstawie charakterystyk sprawności kolektorów serii SV, wyznaczonej przy  $E_g = 1000\text{ W/m}^2$ ,
- oblicz sprawność kolektorów słonecznych na podstawie różnic temperatur między absorberem a otoczeniem przy natężeniu promieniowania słonecznego wynoszącego  $800\text{ W/m}^2$  oraz naszkicuj roboczą charakterystykę sprawności  $\eta = f(\Delta T)$ ,
- oblicz ciśnienia w instalacji, porównaj z odczytem z manometru i wyciągnij wniosek dotyczący czynnika roboczego,
- scharakteryzuj wskazane przyrządy pomiarowe (tabela 2) potrzebne do pomiarów podczas przeglądu słonecznej instalacji grzewczej - podaj ich nazwę, zastosowanie i jednostki odczytów,
- określ przyczyny wykrytych nieprawidłowości w słonecznej instalacji grzewczej.

Dane techniczne kolektorów słonecznych zestawiono w tabeli 3 i 4, a wzory do obliczeń w tabeli 5. Rozwiązanie zadania zapisz w tabelach od A do F.

**Tabela 1. Wykaz nieprawidłowości stwierdzonych w słonecznej instalacji grzewczej**

Lp.	Nieprawidłowość
1.	Ubytek czynnika roboczego
2.	Brak sygnału z czujnika temperatury kolektora słonecznego
3.	Ciemne zabarwienie czynnika grzewczego
4.	Wypływ czynnika grzewczego poprzez zawór bezpieczeństwa przy prawidłowym ciśnieniu po uzupełnieniu czynnika roboczego w instalacji
5.	Niska temperatura c.w.u. przy prawidłowym ciśnieniu po uzupełnieniu czynnika roboczego w instalacji
6.	Duża różnica pomiędzy temperaturą kolektora, a temperaturą wody w podgrzewaczu (powyżej 40 °C) w czasie pracy instalacji po uzupełnieniu czynnika roboczego w instalacji do prawidłowego ciśnienia

**Tabela 2. Przyrządy pomiarowe potrzebne do pomiarów podczas przeglądu słonecznej instalacji grzewczej**

Przyrząd pomiarowy		
		
<p>Przyrząd 1</p>		<p>Przyrząd 2</p>
		
<p>Przyrząd 3</p>	<p>Przyrząd 4</p>	<p>Przyrząd 5</p>

**Tabela 3. Parametry techniczne kolektorów słonecznych serii SV**

Parametr	Jednostka miary	Typ kolektora			
		SV100A	SV100B	SV200E	SV300C
Powierzchnia brutto	m <sup>2</sup>	2,51	2,51	2,51	2,51
Powierzchnia czynna absorbera (apertury)	m <sup>2</sup>	2,32	2,32	2,32	2,32
Powierzchnia całkowita absorbera	m <sup>2</sup>	2,33	2,33	2,33	2,33
Wymiary: - szerokość - wysokość - głębokość	mm	1056 2380 72	1056 2380 72	1056 2380 72	1056 2380 90
Poniższe wartości odnoszą się do powierzchni czynnej absorbera (apertury) – sprawność optyczna (przy $\Delta T = 0$ K) – liniowy współczynnik strat ciepła $k_1$ – kwadratowy współczynnik strat ciepła $k_2$	- W/(m <sup>2</sup> K) W/(m <sup>2</sup> K <sup>2</sup> )	0,760 4,14 0,0108	0,754 4,15 0,0114	0,827 3,721 0,019	0,868 3,188 0,018
Poniższe wartości odnoszą się do powierzchni brutto: – sprawność optyczna (przy $\Delta T = 0$ K) – liniowy współczynnik strat ciepła $k_1$ – kwadratowy współczynnik strat ciepła $k_2$	- W/(m <sup>2</sup> K) W/(m <sup>2</sup> K <sup>2</sup> )	0,698 3,8 0,010	0,692 3,81 0,010	0,764 3,439 0,018	0,801 2,934 0,018
Pojemność cieplna	kJ/(m <sup>2</sup> K)	4,7	4,5	6,0	5,43
Pojemność kolektora	l	1,48	1,67	2,03	2,04
Dopuszczalne ciśnienie robocze	bar	6	6	6	6
Maksymalna temperatura postojowa	°C	200	196	209	206
Masa	kg	41,5	41,5	41	41

**Tabela 4. Charakterystyki sprawności kolektorów słonecznych serii SV, wyznaczonej przy  $E_g = 1000 \text{ W/m}^2$**

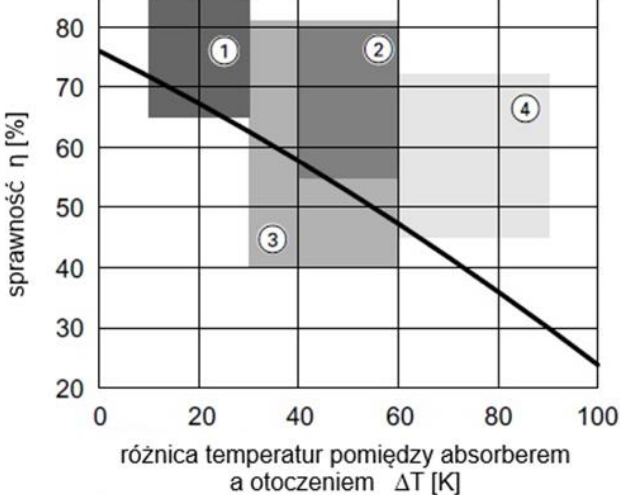
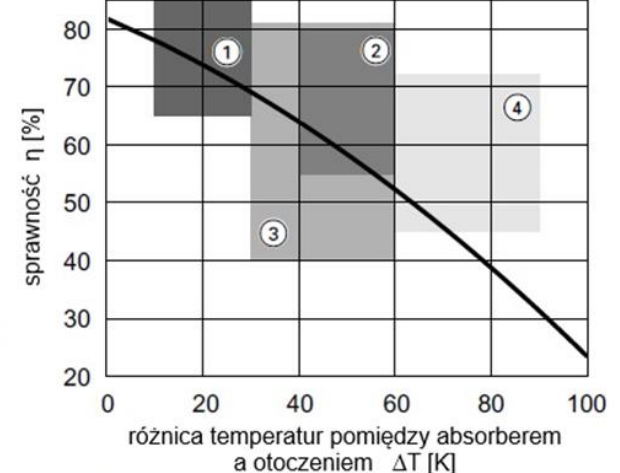
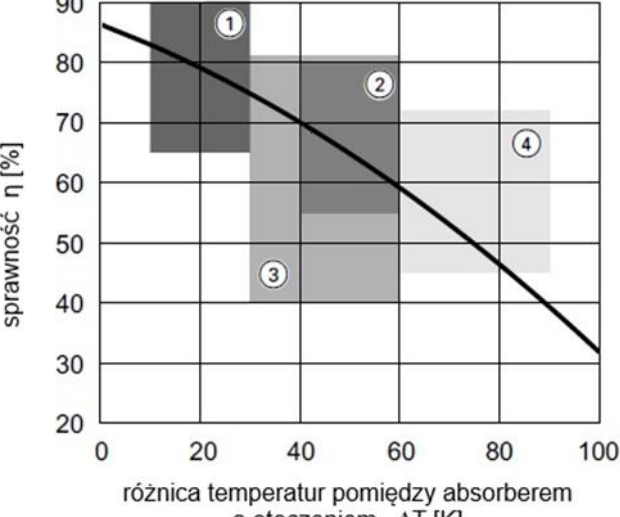
<p><b>Typy kolektorów</b></p>	<p><b>Charakterystyki sprawności w odniesieniu do powierzchni czynnej absorbera kolektorów</b>  <i>Pola pracy kolektorów oznaczono w zależności od sposobu wykorzystania słonecznej instalacji grzewczej:</i>  <b>1</b> - do wytwarzania c.w.u. przy niskim współczynniku pokrycia zapotrzebowania na ciepłą wodę  <b>2</b> - do wytwarzania c.w.u. przy wysokim współczynniku pokrycia zapotrzebowania na ciepłą wodę  <b>3</b> - do wytwarzania c.w.u. oraz wspomaganie ogrzewania pomieszczeń  <b>4</b> - do wytwarzania ciepła technologicznego/klimatyzacji</p>
<p>SV100A SV100B</p>	
<p>SV200E</p>	
<p>SV300C</p>	

Tabela 5. Wzory do obliczeń

Lp.	Wzór z objaśnieniami*
1.	<p><b>Sprawność kolektora słonecznego odniesiona do powierzchni apertury:</b></p> $\eta = \eta_0 - \frac{k_1 \cdot \Delta T}{E_g} - \frac{k_2 \cdot \Delta T^2}{E_g}$ <p>gdzie:  <math>\eta</math> – sprawność kolektora odniesiona do powierzchni apertury  <math>\eta_0</math> – sprawność optyczna kolektora odniesiona do powierzchni apertury, przy <math>\Delta T = 0</math> K  <math>k_1</math> – liniowy współczynnik strat ciepła, W/(m<sup>2</sup> K)  <math>k_2</math> – kwadratowy współczynnik strat ciepła, W/(m<sup>2</sup> K<sup>2</sup>)  <math>\Delta T</math> – różnica temperatur pomiędzy absorberem a otoczeniem, K  <math>E_g</math> – natężenie promieniowania słonecznego, W/m<sup>2</sup></p>
2.	<p><b>Ciśnienie statyczne:</b></p> $p_{st} = H \cdot 0,1 \text{ bar/m}$ <p>gdzie:  <math>p_{st}</math> – ciśnienie statyczne, bar  <math>H</math> – wysokość statyczna instalacji, m</p>
3.	<p><b>Ciśnienie wstępne w naczyniu przeponowym:</b></p> $p_{wst} = p_{st} + 1,0 \text{ bar}$ <p>gdzie:  <math>p_{wst}</math> – ciśnienie wstępne w naczyniu przeponowym, bar</p>
4.	<p><b>Ciśnienie napełniania:</b></p> $p_n = p_{wst} + 0,3 \text{ bar}$ <p>gdzie:  <math>p_n</math> – ciśnienie napełniania, bar</p>

\* Jeśli symbole powtarzają się, ich opisy pominięto.

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

**Ocenię będzie podlegało 6 rezultatów:**

- zestawienie typu i parametrów zainstalowanych kolektorów słonecznych (tabela A),
- zestawienie parametrów zainstalowanego kolektora słonecznego w odniesieniu do pola pracy, przy  $E_g = 1000 \text{ W/m}^2$  (tabela B),
- charakterystyka robocza sprawności zainstalowanego kolektora słonecznego, przy  $E_g = 800 \text{ W/m}^2$  (tabela C),
- zestawienie ciśnień w słonecznej instalacji grzewczej, wraz z wnioskiem (tabela D),
- charakterystyka wskazanych przyrządów pomiarowych potrzebnych do pomiarów podczas przeglądu słonecznej instalacji grzewczej (tabela E),
- wykaz możliwych przyczyn nieprawidłowości stwierdzonych w słonecznej instalacji grzewczej (tabela F).

**Tabela A. Zestawienie typu i parametrów zainstalowanych kolektorów słonecznych**

<b>Typ</b> zainstalowanych kolektorów słonecznych: .....			
Lp.	Parametr kolektora	Jednostka miary	Wartość
1.	Powierzchnia brutto		
2.	Powierzchnia czynna absorbera (apertury)		
3.	Powierzchnia całkowita absorbera		
4.	Dopuszczalne ciśnienie robocze		
5.	Maksymalna temperatura postojowa		
6.	Sprawność optyczna (przy $\Delta T = 0 \text{ K}$ ) *		
7.	Liniowy współczynnik strat ciepła $k_1$ *		
8.	Kwadratowy współczynnik strat ciepła $k_2$ *		

\* Należy zapisać wartość odnoszącą się do powierzchni czynnej absorbera.

**Tabela B. Zestawienie parametrów zainstalowanego kolektora słonecznego w odniesieniu do pola pracy, przy  $E_g = 1000 \text{ W/m}^2$**

<b>Numer pola pracy</b> kolektora: ..... (zgodnie z opisem instalacji i typem zainstalowanego kolektora)			
Lp.	Parametr kolektora	Wartość (odczytana na wykresie)	
1.	Różnica temperatur między absorberem a otoczeniem $\Delta T$ dla pola pracy, w kelwinach	$\Delta T_{\min}$	
2.		$\Delta T_{\max}$	
3.	Sprawność $\eta$ kolektora dla $\Delta T_{\min}$ i $\Delta T_{\max}$ , w procentach	$\eta_{\Delta T_{\min}}$	
4.		$\eta_{\Delta T_{\max}}$	



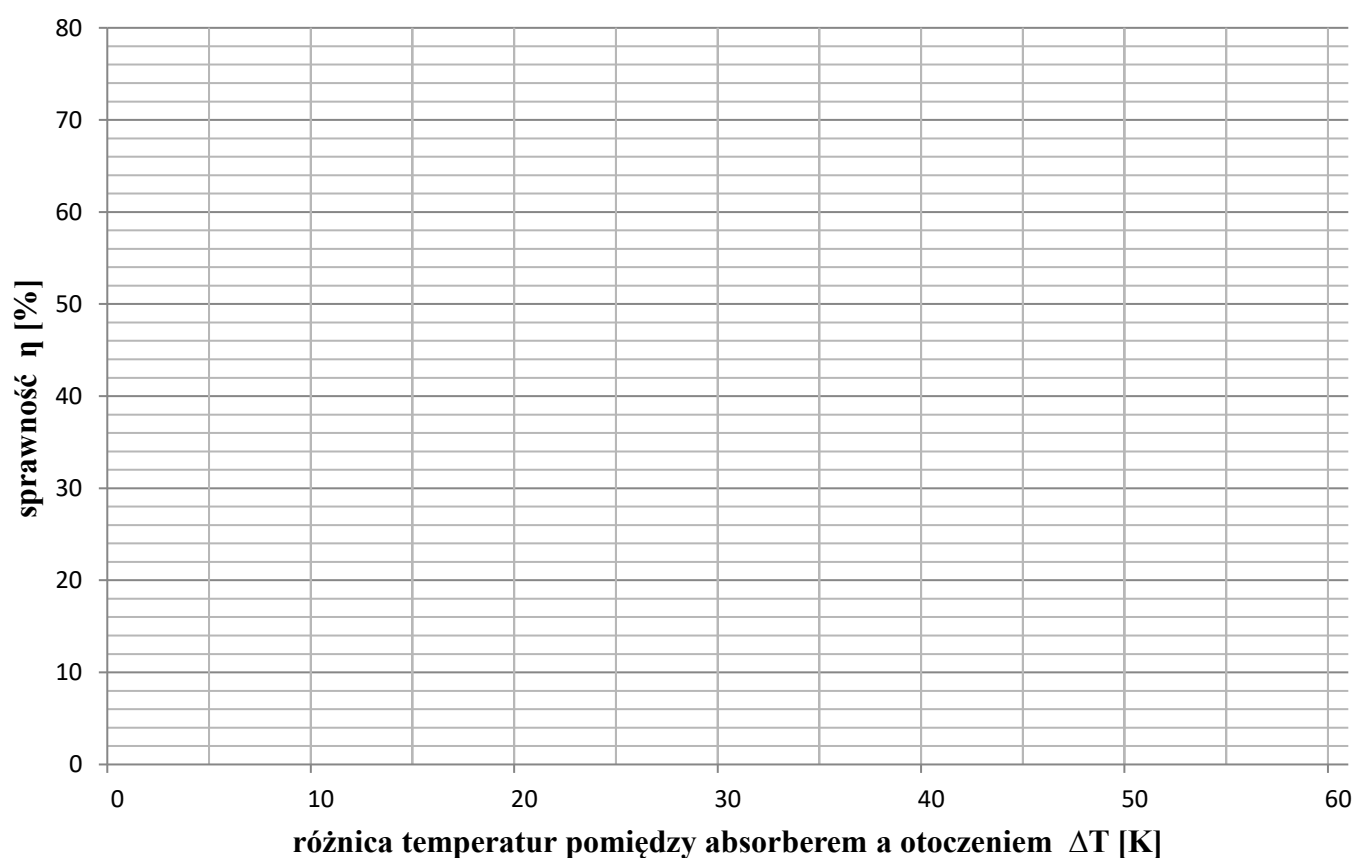
Tabela C. Charakterystyka robocza sprawności zainstalowanego kolektora słonecznego,  
przy  $E_g = 800 \text{ W/m}^2$

**I – Sprawność kolektora słonecznego**

Lp.	Różnica temperatur między absorberem a otoczeniem $\Delta T$ K	Sprawność kolektora odniesiona do powierzchni apertury $\eta$ w procentach	
		Obliczenia	Wynik*
1.	40		
2.	50		
3.	60		

**II – Charakterystyka robocza sprawności kolektora słonecznego**

**Wykres  $\eta = f(\Delta T)$**




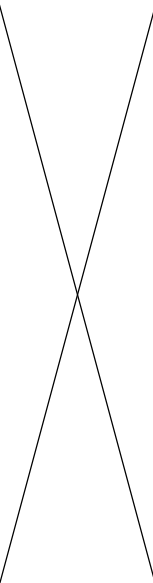




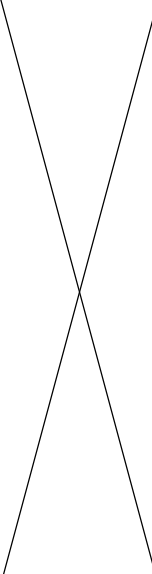
\* Wartość należy zapisać z dokładnością do jednego miejsca po przecinku.

**Tabela D. Zestawienie ciśnień w słonecznej instalacji grzewczej**

<b>Wysokość statyczna instalacji H:</b> .....			
Lp.	Rodzaj ciśnienia	Wartość ciśnienia	
		bar	MPa
1.	$p_{st}$		
2.	$p_{wst}$		
3.	$p_n$		
<b>Wniosek dotyczący czynnika roboczego:</b> ..... ..... ..... ..... .....			

**Tabela E. Charakterystyka wskazanych przyrządów pomiarowych potrzebnych do pomiarów podczas przeglądu słonecznej instalacji grzewczej**

Lp.	Przyrząd pomiarowy	Nazwa przyrządu	Zastosowanie przyrządu przy wykonywaniu przeglądu słonecznej instalacji grzewczej	Jednostka odczytu
1.				
2.				
3.				

4.				
5.				

**Tabela F. Wykaz możliwych przyczyn nieprawidłowości stwierdzonych  
w słonecznej instalacji grzewczej**

Lp.	Nieprawidłowość	Przyczyna/ przyczyny
1.	Ubytek czynnika roboczego	
2.	Brak sygnału z czujnika temperatury kolektora słonecznego	
3.	Ciemne zabarwienie czynnika grzewczego	
4.	Wypływ czynnika grzewczego poprzez zawór bezpieczeństwa przy prawidłowym ciśnieniu po uzupełnieniu czynnika roboczego w instalacji	
5.	Niska temperatura c.w.u. przy prawidłowym ciśnieniu po uzupełnieniu czynnika roboczego w instalacji	
6.	Duża różnica pomiędzy temperaturą kolektora, a temperaturą wody w podgrzewaczu (powyżej 40 °C) w czasie pracy instalacji po uzupełnieniu czynnika roboczego w instalacji do prawidłowego ciśnienia	

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

