

Nazwa kwalifikacji: **Eksploatacja urządzeń i systemów energetyki odnawialnej**
Symbol 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.18-01-24.06-SG

EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE W ZAWODZIE

Rok 2024

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 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 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 ²	2,51	2,51	2,51	2,51
Powierzchnia czynna absorbera (apertury)	m ²	2,32	2,32	2,32	2,32
Powierzchnia całkowita absorbera	m ²	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 ² K) W/(m ² K ²)	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 ² K) W/(m ² K ²)	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 ² 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 $E_g = 1000 \text{ W/m}^2$

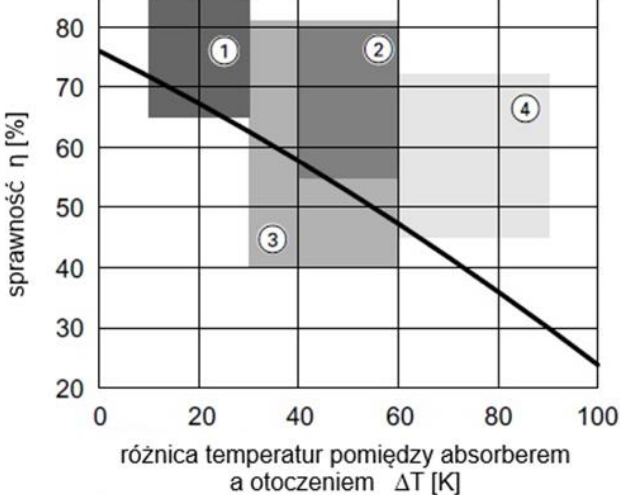
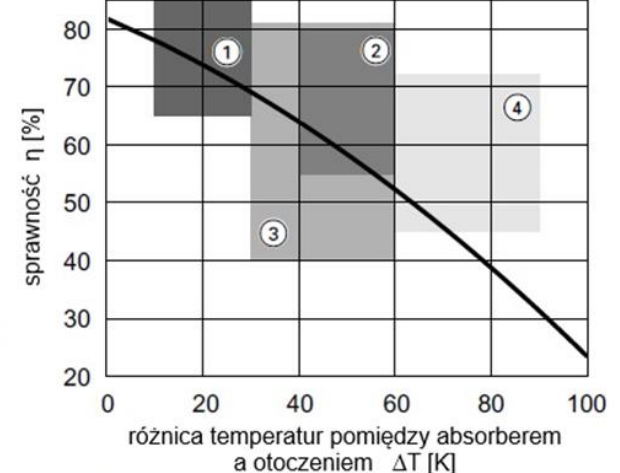
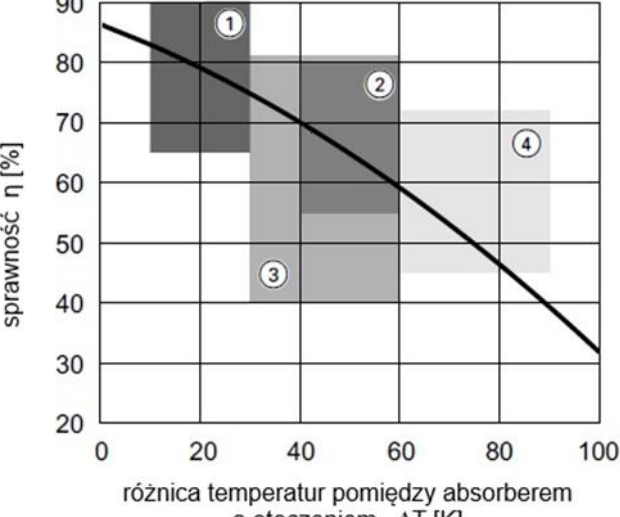
<p>Typy kolektorów</p>	<p>Charakterystyki sprawności w odniesieniu do powierzchni czynnej absorbera kolektorów <i>Pola pracy kolektorów oznaczono w zależności od sposobu wykorzystania słonecznej instalacji grzewczej:</i> 1 - do wytwarzania c.w.u. przy niskim współczynniku pokrycia zapotrzebowania na ciepłą wodę 2 - do wytwarzania c.w.u. przy wysokim współczynniku pokrycia zapotrzebowania na ciepłą wodę 3 - do wytwarzania c.w.u. oraz wspomaganie ogrzewania pomieszczeń 4 - 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>Sprawność kolektora słonecznego odniesiona do powierzchni apertury:</p> $\eta = \eta_0 - \frac{k_1 \cdot \Delta T}{E_g} - \frac{k_2 \cdot \Delta T^2}{E_g}$ <p>gdzie: η – sprawność kolektora odniesiona do powierzchni apertury η_0 – sprawność optyczna kolektora odniesiona do powierzchni apertury, przy $\Delta T = 0$ K k_1 – liniowy współczynnik strat ciepła, W/(m² K) k_2 – kwadratowy współczynnik strat ciepła, W/(m² K²) ΔT – różnica temperatur pomiędzy absorberem a otoczeniem, K E_g – natężenie promieniowania słonecznego, W/m²</p>
2.	<p>Ciśnienie statyczne:</p> $p_{st} = H \cdot 0,1 \text{ bar/m}$ <p>gdzie: p_{st} – ciśnienie statyczne, bar H – wysokość statyczna instalacji, m</p>
3.	<p>Ciśnienie wstępne w naczyniu przeponowym:</p> $p_{wst} = p_{st} + 1,0 \text{ bar}$ <p>gdzie: p_{wst} – ciśnienie wstępne w naczyniu przeponowym, bar</p>
4.	<p>Ciśnienie napełniania:</p> $p_n = p_{wst} + 0,3 \text{ bar}$ <p>gdzie: p_n – 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

Typ 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 $E_g = 1000 \text{ W/m}^2$

Numer pola pracy kolektora: (zgodnie z opisem instalacji i typem zainstalowanego kolektora)			
Lp.	Parametr kolektora		Wartość (odczytana z wykresu)
1.	Różnica temperatur między absorberem a otoczeniem ΔT dla pola pracy, w kelwinach	ΔT_{\min}	
2.		ΔT_{\max}	
3.	Sprawność η kolektora dla ΔT_{\min} i ΔT_{\max} , w procentach	$\eta_{\Delta T_{\min}}$	
4.		$\eta_{\Delta T_{\max}}$	

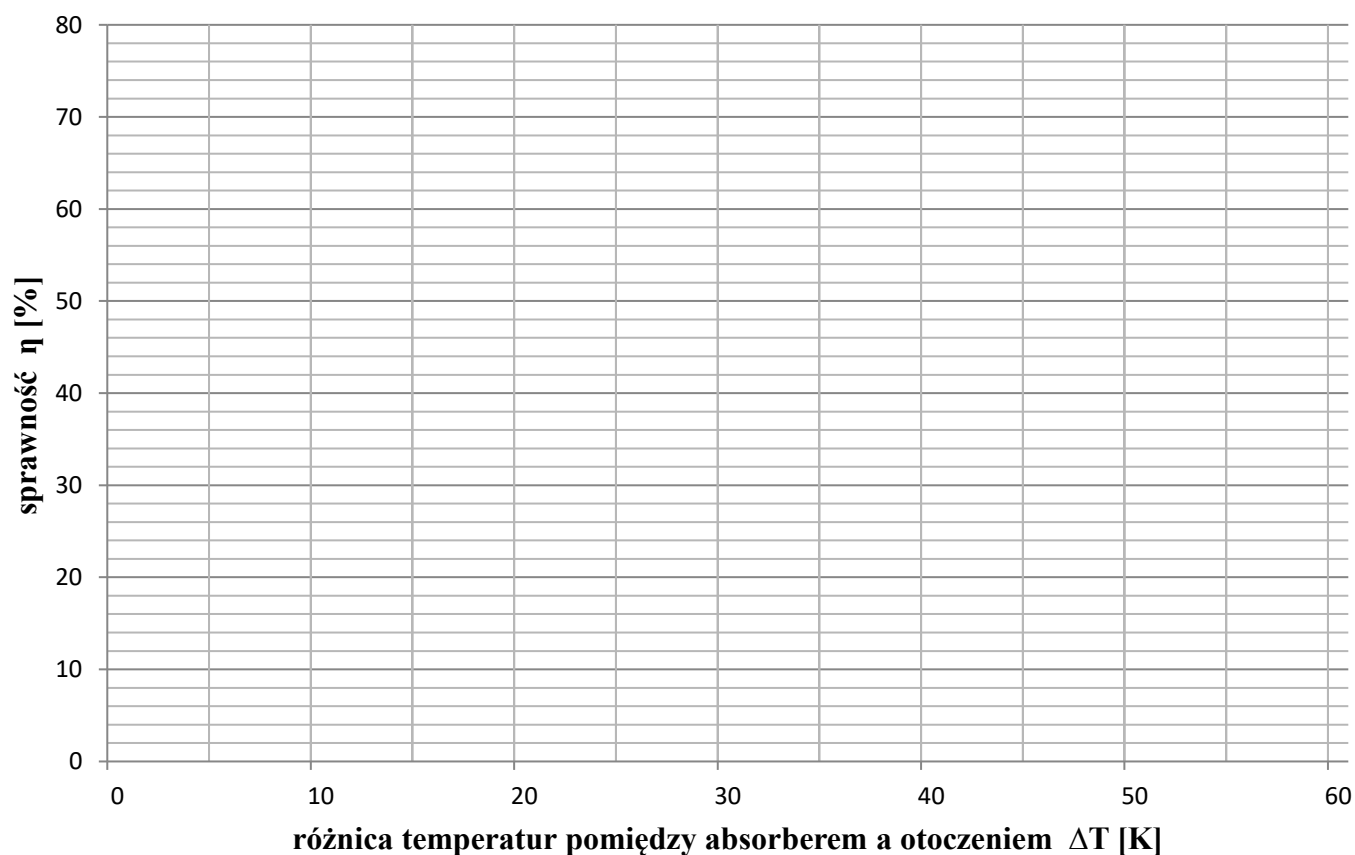
Tabela C. Charakterystyka robocza sprawności zainstalowanego kolektora słonecznego,
przy $E_g = 800 \text{ W/m}^2$

I – Sprawność kolektora słonecznego

Lp.	Różnica temperatur między absorberem a otoczeniem ΔT K	Sprawność kolektora odniesiona do powierzchni apertury η w procentach	
		Obliczenia	Wynik*
1.	40		
2.	50		
3.	60		

II – Charakterystyka robocza sprawności kolektora słonecznego

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




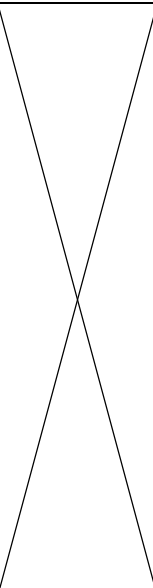




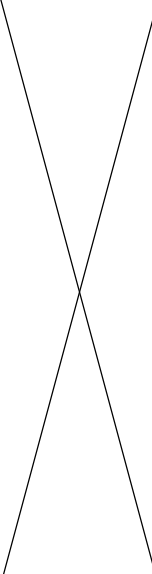
* Wartość należy zapisać z dokładnością do jednego miejsca po przecinku.

Tabela D. Zestawienie ciśnień w słonecznej instalacji grzewczej

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

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)**

