

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.18-01-21.01-SG

## **EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE W ZAWODZIE**

**Rok 2021**

**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 8 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 budynku mieszkalnym jednorodzinny w czasie modernizacji wykonano słoneczną instalację grzewczą i fotowoltaiczną. Słoneczna instalacja grzewcza będzie przeznaczona do przygotowania ciepłej wody użytkowej. Instalacja fotowoltaiczna będzie pracowała w układzie OFF – GRID, wytwarzając energię na potrzeby oświetlenia i zasilania urządzeń elektrycznych w budynku.

W tabeli A w kolumnie 2 zapisz zidentyfikowane oznaczenia cyfrowe elementów słonecznej instalacji grzewczej przedstawionej na rysunku 1. W kolumnie 3 tabeli A przypisz do każdego elementu po dwa określenia ich podstawowych funkcji wymienione w tabeli 2, używając oznaczeń literowych.

Przyporządkuj elementom słonecznej instalacji grzewczej zapisanym w tabeli A właściwe czynności związane z przeprowadzanymi przeglądami i zabiegami konserwacyjnymi z tabeli 3. Wyniki przeprowadzonej analizy zapisz w kolumnie 4 tabeli A używając oznaczeń literowych.

Posługując się nomogramem do doboru elementów słonecznej instalacji grzewczej rysunek 2 oraz informacjami zawartymi w tabeli 1 i założeniami do obliczeń hydraulicznych – tabela 4, określ wartości wybranych parametrów pracy instalacji i zapisz je w tabeli B.

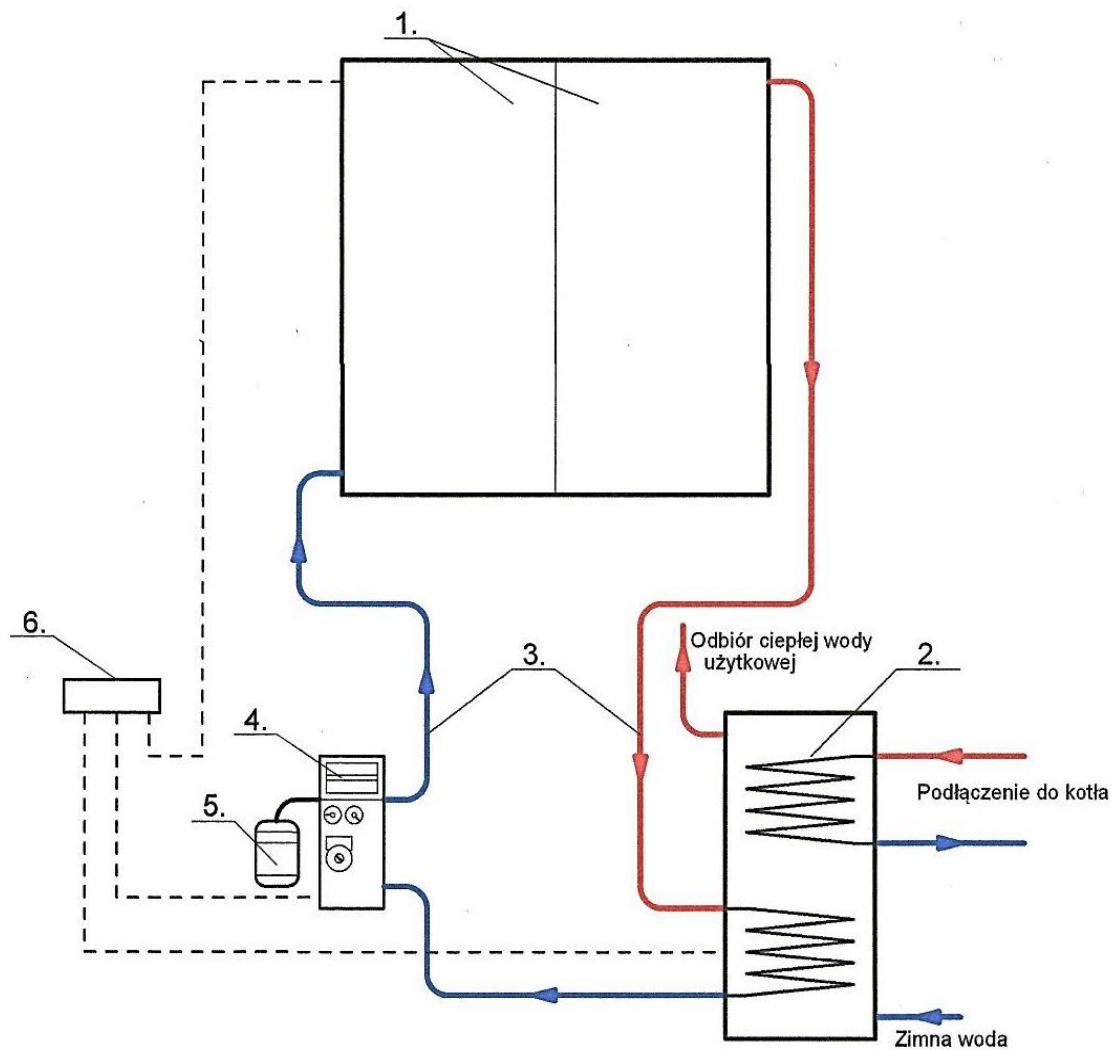
Wykorzystując informacje zawarte w tabelach 5, 6 oraz 7 wykonaj obliczenia wielkości charakterystycznych dla instalacji fotowoltaicznej (PV) oraz dobierz znormalizowany przekrój miedzianych przewodów elektrycznych instalacji fotowoltaicznej. Wyniki obliczeń zapisz w tabeli C.

Uzupełnij tabelę D wpisując jedną nazwę dla zdiagnozowanego na podstawie przedstawionego opisu problemu występującego podczas użytkowania modułów PV, wybierając z nazw zawartych w tabeli 8.

W tabeli E poprzez zaznaczenie *TAK* lub *NIE* wskaż, które z właściwości akumulatorów żelowych współpracujących z instalacjami PV mają wpływ na ich obsługę w czasie eksploatacji.

**Tabela 1. Założenia do obliczeń słonecznej instalacji grzewczej-**

- Słoneczna instalacja grzewcza przeznaczona jest do przygotowania ciepłej wody użytkowej, wyposażona w kolektory płaskie i zbiornik akumulacyjny.
- Ciepła woda podgrzewana dla 3 mieszkańców (LM = 3 M).
- Dobowe zapotrzebowanie na przygotowanie ciepłej wody użytkowej dla jednego mieszkańca 50 dm<sup>3</sup>/d.
- Przygotowanie ciepłej wody użytkowej w okresie kwiecień – wrzesień jest z wykorzystaniem słonecznej instalacji grzewczej, a w sezonie grzewczym (październik – marzec) głównie przez kocioł grzewczy.
- Natężenie przepływu czynnika solarnego wynosi 0,02 dm<sup>3</sup>/s w przeliczeniu na 1 m<sup>2</sup> powierzchni kolektorów słonecznych.
- Przewody instalacji wykonane są z rur miedzianych.



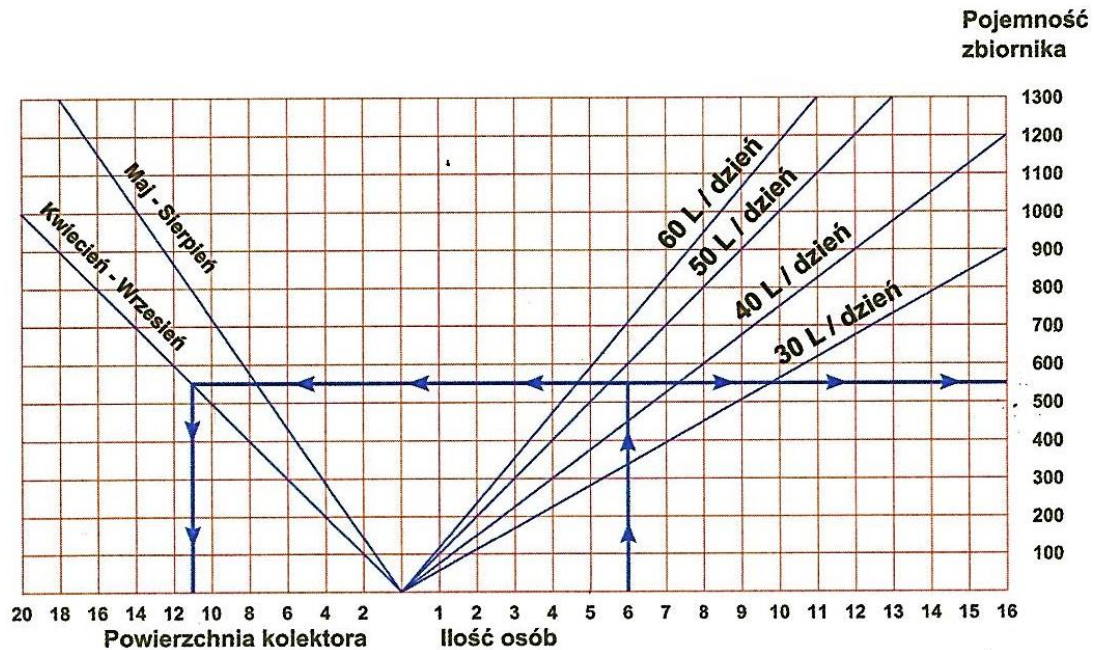
**Rysunek 1. Schemat słonecznej instalacji grzewczej.**

**Tabela 2. Funkcje elementów składowych słonecznej instalacji grzewczej**

Wymuszenie obiegu czynnika solarnego w instalacji	<b>A</b>
Przejmowanie zmian objętości czynnika solarnego powstających w wyniku zmiany jego temperatury	<b>B</b>
Akumulowanie energii cieplnej wyprodukowanej przez kolektory słoneczne	<b>C</b>
Konwersja energii promieniowania słonecznego na ciepło	<b>D</b>
Sieć transportu czynnika solarnego	<b>E</b>
Sterowanie pracą słonecznej instalacji grzewczej	<b>F</b>
Absorbowanie promieniowania słonecznego i zamiana na promieniowania długofalowe	<b>G</b>
Napęd obiegu czynnika roboczego	<b>H</b>
Węzeł współpracy instalacji słonecznej z kotłem	<b>I</b>
Połączenie kolektorów słonecznych z wymiennikiem w zasobniku	<b>J</b>
Substancja zapewniająca całoroczną pracę instalacji słonecznej	<b>K</b>
Stabilizacja ciśnienia w obiegu czynnika solarnego	<b>L</b>
Uruchamianie pompy cyrkulacyjnej w zależności różnicy temperatur kolektorów i zbiornika akumulacyjnego	<b>Ł</b>
Medium pośredniczące w transportowaniu energii cieplnej z kolektorów słonecznych do zasobnika	<b>M</b>

**Tabela 3. Czynności związane z przeglądami i konserwacją słonecznej instalacji grzewczej.**

Czynności związane z przeglądami i konserwacją słonecznej instalacji grzewczej	
Kontrola oraz regulacja ciśnienia i przepływu czynnika solarnego w instalacji	<b>N</b>
Kontrola szczelności szczególnie połączeń oraz oględziny stanu izolacji termicznej	<b>O</b>
Kontrola temperatury zamarzania i odczynu pH	<b>P</b>
Oględziny powierzchni i kontrola drożności otworów odpowietrzających	<b>R</b>
Regulacja ciśnienia poduszki gazowej	<b>S</b>
Sprawdzenie stanu anody magnezowej	<b>T</b>
Sprawdzenie wskazań czujników temperatury oraz kontrola przyłączy elektrycznych	<b>U</b>



**Rysunek 2. Nomogram do doboru elementów słonecznej instalacji grzewczej (przykładowy).**

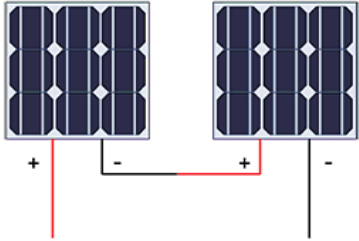
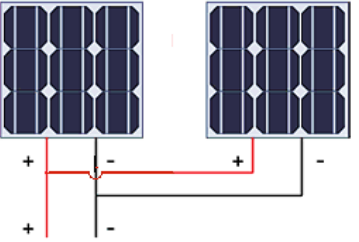
**Tabela 4. Założenia do obliczeń hydraulicznych słonecznej instalacji grzewczej.**

Wzór do obliczenia prędkości przepływu czynnika solarnego				
$v = \frac{4 \cdot Q}{3,14 \cdot 1000 \cdot d^2} \text{ [m/s]}$				
<i>Q – strumień objętości [dm<sup>3</sup>/s]</i> <i>d – średnica wewnętrzna przewodu [m]</i>				
Średnica zewnętrzna x grubość ścianki [mm]	12 x 1	15 x 1	18 x 1	22 x 1
Średnica wewnętrzna [mm]	10	13	16	20
Orientacyjne natężenie przepływu czynnika solarnego [dm <sup>3</sup> /min]	1,5÷1,9	2,0÷3,0	4÷5	6÷8
Zalecana prędkość przepływu czynnika solarnego [m/s]	<0,3			<0,5

**Tabela 5. Założenia do obliczeń instalacji fotowoltaicznej.**

- Instalacja PV pracuje w systemie OFF-GRID
- Instalacja fotowoltaiczna złożona z 8 jednakowych modułów połączonych szeregowo
- Parametry pracy dla każdego modułu:  $U = 30 \text{ V}$ ;  $I = 10 \text{ A}$
- Długość przewodów łączących moduły fotowoltaiczne: 16 m
- Długość pozostałych przewodów: 34 m
- Przewodność właściwa dla przewodu miedzianego:  $56 \text{ [m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)]$
- Przewodność właściwa dla przewodu aluminiowego:  $34 \text{ [m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)]$

**Tabela 6. Wzory do obliczeń instalacji fotowoltaicznej.**

Opis	Wzory do obliczeń
<p>Połączenie szeregowe modułów PV -schemat poglądowy dla dwóch modułów</p> 	<p>Natężenie zastępcze prądu <math>I = I_1 = I_2 = \dots</math></p> <p>Napięcie zastępcze prądu <math>U = U_1 + U_2 + \dots</math></p> <p>Całkowita moc układu modułów PV <math>P = P_1 + P_2 + \dots</math></p>
<p>Połączenie równoległe modułów PV -schemat poglądowy dla dwóch modułów</p> 	<p>Natężenie zastępcze prądu <math>I = I_1 + I_2 + \dots \text{ [A]}</math></p> <p>Napięcie zastępcze prądu <math>U = U_1 = U_2 = \dots \text{ [V]}</math></p> <p>Całkowita moc układu modułów PV <math>P = P_1 + P_2 + \dots \text{ [W]}</math></p>
<p>Moc pojedynczego modułu</p>	<p><math>P_1 = I_1 \cdot U_1 \text{ [W]}</math></p>
<p>Wymagany przekrój przewodów elektrycznych w instalacji fotowoltaicznej</p>	<p>Wzór do obliczenia wymaganego przekroju przewodu</p> $A = \frac{P \cdot L}{0,01 \cdot k \cdot U^2} \text{ [mm}^2\text{]}$ <p>A – przekrój przewodu [mm<sup>2</sup>]  P – moc układu [W]  L – całkowita długość przewodów w układzie [m]  U – napięcie układu [V]  k – przewodność właściwa przewodu [m/(Ω·mm<sup>2</sup>)]  0,01 – dopuszczalna strata na przewodach, przyjęta wartość 1%</p>

**Tabela 7. Podstawowe parametry dla przewodów elektrycznych instalacji fotowoltaicznej.**

Rodzaj przewodu	Znormalizowany przekrój [mm <sup>2</sup> ]	Przewodność właściwa [m/(Ω·mm <sup>2</sup> )]
Przewody miedziane	1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25;	56
Przewody aluminiowe	1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25;	34

**Tabela 8. Nazwy problemów występujących w czasie użytkowania instalacji PV**

Niedopasowanie prądowe i napięciowe
LID czyli utrata mocy
HOT – SPOT tzw. gorące punkty

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

**Ocenie będzie podlegać 6 rezultatów:**

- Uzupelnione kolumny 2 i 3 w tabeli A – „Elementy słonecznej instalacji grzewczej, ich funkcje oraz zakres przeglądów i zabiegów konserwacyjnych”.
- Uzupelniona kolumna 4 w tabeli A – „Elementy słonecznej instalacji grzewczej, ich funkcje oraz zakres przeglądów i zabiegów konserwacyjnych”.
- Uzupelniona tabela B – „Wielkości charakterystyczne dla układu słonecznej instalacji grzewczej”.
- Uzupelniona tabela C – „Wielkości charakterystyczne dla układu instalacji fotowoltaicznej”.
- Uzupelniona tabela D – „Problemy występujące w czasie użytkowania instalacji PV”.
- Uzupelniona tabela E – „Akumulatory żelowe współpracujące z instalacjami PV - właściwości i ich wpływ na obsługę w czasie eksploatacji”.

**Tabela A. Elementy instalacji słonecznej instalacji grzewczej, ich funkcje oraz zakres przeglądów i zabiegów konserwacyjnych.**

Wiersz	Nazwa elementu	Oznaczenie na schemacie	Funkcja w układzie	Czynności związane z przeglądami i konserwacją
	1	2	3	4
1	Grupa solarna		..... .....	
2	Naczynie wzbiorcze		..... .....	
3	Zasobnik ciepłej wody (solarny)		..... .....	
4	Kolektor słoneczny płaski		..... .....	
5	Przewody instalacji		..... .....	
6	Regulator		..... .....	
7	Czynnik solarny	-	..... .....	

**Tabela B. Wielkości charakterystyczne dla układu słonecznej instalacji grzewczej.**

Określenie obliczanej wartości	Oznaczenie	Wartość	Jednostka
Całkowita powierzchnia kolektorów	<b>A</b>		m <sup>2</sup>
Wymagana pojemność zasobnika solarnego	<b>V</b>		m <sup>3</sup>
Natężenie przepływu czynnika solarnego <i>(wyniki podaj z dokładnością do 2 miejsc po przecinku)</i>	<b>Q</b>		dm <sup>3</sup> /s
			dm <sup>3</sup> /min
Dobrana średnica przewodu słonecznej instalacji grzewczej	<b>d<sub>z</sub> × g</b>		mm
Prędkość przepływu czynnika solarnego <i>(wynik podaj z dokładnością do 2 miejsc po przecinku)</i>	<b>v</b>		m/s

**Tabela C. Wielkości charakterystyczne dla układu instalacji fotowoltaicznej**

Określenie obliczanej wartości	Oznaczenie	Wartość	Jednostka
Moc pojedynczego modułu PV	$P_1$		
Natężenie zastępcze prądu dla układu modułów PV	$I$		
Napięcie zastępcze prądu dla układu modułów PV	$U$		
Całkowita moc układu modułów PV	$P$		
Przewodność właściwa przewodu elektrycznego instalacji PV	$k$		
Całkowita długość przewodów instalacji PV	$L$		
Wymagany przekrój przewodów elektrycznych instalacji PV	$A$		
Dobry przekrój przewodów elektrycznych instalacji PV	$A_{rz}$		

**Tabela D. Problemy występujące w czasie użytkowania instalacji PV**

Opis problemu	Nazwa
Zjawisko zachodzące w pierwszych godzinach po uruchomieniu modułu, związane z łączeniem się tlenu w płytkach krzemowych z atomami boru.	
Miejsca, które szybko się nagrzewają ze względu na powstanie prądu wstecznego w czasie zacienienia.	
Obniżenie natężenia prądu przy szeregowym łączeniu modułów o różnych parametrach lub o różnej konstrukcji.	

**Tabela E. Akumulatory żelowe współpracujące z instalacjami PV - właściwości i ich wpływ na obsługę w czasie eksploatacji.**

Właściwości akumulatora żelowego do pracy cyklicznej w instalacji PV	TAK/NIE
Wymaga stałego nadzoru, kontroli i okresowej wymiany elektrolitu	
Ze względu na konstrukcję akumulatora może dojść do wycieku elektrolitu	
Efektywna pojemność spada po przekroczeniu temperatury powyżej 25°C	
W trakcie użytkowania mogą się wydzielić opary kwasu siarkowego	
Liczba cykli zależy od głębokości rozładowywania	



