



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

Oznaczenie kwalifikacji: **B.22**

Numer zadania: **01**

Wypełnia zdający

Miejsce na naklejkę z numerem
PESEL i z kodem ośrodka

Numer PESEL zdającego*

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

B.22-01-17.06

Czas trwania egzaminu: **180 minut**

EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE W ZAWODZIE

Rok 2017

CZEŚĆ PRAKTYCZNA

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 13 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

Na płaskim dachu budynku jednorodzinnego zamontowane są 4 próżniowe kolektory słoneczne ustawione pod kątem $\beta = 45^\circ$ w kierunku południowym. Pracownik dokonujący przeglądu technicznego słonecznej instalacji grzewczej ma możliwość wyboru narzędzi i materiałów zestawionych w tabeli A. Wypełnij tabelę A wpisując nazwę lub opis zastosowania danego narzędzia/materiału oraz określ czy jest ono konieczne do przeprowadzenia przeglądu słonecznej instalacji grzewczej wpisując TAK albo NIE.

Na podstawie wzorów do obliczeń słonecznej instalacji grzewczej zapisanych w tabeli 1 wykonaj obliczenia wartości parametrów tej instalacji wykorzystując wartości wielkości charakterystycznych z tabeli 2 i 3. Wyniki obliczeń zapisz w tabeli B.

Na podstawie zapisów z tabeli B oraz danych o zakresie parametrów płynu solarnego z tabeli 4 uzupełnij tabelę C, oceniając prawidłowość użytkowania instalacji kolektorów słonecznych, wpisując słowa TAK albo NIE.

Określ warunki i zasady użytkowania słonecznej instalacji grzewczej, odpowiadając na pytania zawarte w tabeli D. wpisując odpowiednio TAK albo NIE.

Oblicz całkowite dzienne zapotrzebowanie ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej przez instalację kolektorów słonecznych oraz rzeczywiste pole powierzchni kolektorów słonecznych w instalacji poddawanej przeglądowi technicznemu wykorzystując wzory zapisane w tabeli 5 oraz wartości wielkości charakterystycznych z tabeli 6. Wyniki obliczeń zapisz w tabeli E.

Dla układu słonecznej instalacji grzewczej przedstawionego na schemacie 1 określ nazwy poszczególnych elementów instalacji korzystając z zestawienia zamieszczonego w tabeli 7. Zestawienie prawidłowych nazw elementów instalacji solarnej zapisz w tabeli F.

Tabela 1. Wzory do obliczeń w słonecznej instalacji grzewczej**Ciśnienie napełniania instalacji:**

$$P_{sol1} [\text{bar}] = 1,5 [\text{bar}] + 0,1 [\text{bar/m}] \times H_{hyd} [\text{m}]$$

gdzie:

 P_{sol1} – obliczone ciśnienie napełniania instalacji, [bar] H_{hyd} – wysokość hydrostatyczna, [m]

Uwaga:

Wysokość ciśnienia wewnątrz instalacji uwarunkowana jest różnicą wysokości, na których umieszczony jest kolektor oraz zbiornik. Prawidłowa wartość ciśnienia dla kolektorów powinna wynosić 1,5 bar powiększona o 0,1 bar przypadające na każdy 1 m różnicy wysokości (tzw. wysokość hydrostatyczna).

Ciśnienie wstępne w naczyniu przeponowym

$$P_{sol} [\text{bar}] \geq P_{n1} [\text{bar}] + 0,3 [\text{bar}]$$

gdzie:

 P_{sol} – ciśnienie napełnienia instalacji, [bar] P_{n1} – obliczone ciśnienie wstępne w naczyniu przeponowym, [bar]

Uwaga:

Przy napełnianiu instalacji grzewczych i chłodniczych należy zapewnić nadwyżkę ciśnienia w instalacji w stosunku do ciśnienia wstępnego w naczyniu przeponowym, dzięki czemu naczynie przeponowe pozostaje cały czas w niewielkim stopniu wypełnione czynnikiem obiegowym, co gwarantuje jego poprawne działanie.

Przepływ w instalacji słonecznej

$$V_{kol} = S_{kol} \times L_{kol} [\text{dm}^3/\text{min}]$$

 V_{kol} – całkowity przepływ w instalacji, [dm³/min] S_{kol} – strumień przepływu czynnika przez kolektor, [dm³/min] L_{kol} – liczba kolektorów w instalacji solarnej, [szt], podana w treści zadania

Uwaga:

Całkowity przepływ w instalacji nie powinien być mniejszy od sumy strumienia przepływu wszystkich kolektorów.

Tabela 2. Dane techniczne kolektora próżniowego

Parametry techniczne	Wartości
szer./wys./głęb.	1105/1930/122 mm
rury przepływowe	1 x Ø15 x 1 x 1110 mm 2 x Ø15 x 1 x 1070 mm 9 x Ø6 x 0,5 x 3560 mm
masa kolektora pustego	33 kg
objętość cieczy w kolektorze	1,06 dm ³
liczba rur szklanych	9
powierzchnia brutto kolektora	2,1 m ²
powierzchnia czynna	1,92 m ²
króćce przyłączeniowe	15 mm
współczynnik sprawności η_0	0,568
maksymalne ciśnienie robocze	0,6 MPa
strumień przepływu czynnika przez kolektor	1 dm ³ /min
liniowy współczynnik strat ciepła a_1	1,24 W/ (m ² K)
nieliniowy współczynnik strat ciepła a_2	0,0038 W/ (m ² K ²)
maksymalna temperatura stagnacji	281 °C
izolacja – próżnia i wełna mineralna	–
rura próżniowa	Boro silikat 3.3 47/37/1,6/1800 mm
aluminiowe lustro CPC	wysoko refleksyjne
obudowa	aluminiowa

Tabela 3. Wartości parametrów zmierzone w czasie przeglądu technicznego słonecznej instalacji grzewczej w rzeczywistych warunkach pracy

Lp.	Nazwa	Wartość odczytane na przyrządach pomiarowych
1.	Ciśnienie napełniania instalacji	2,1 bar
2.	Ciśnienie wstępne w naczyniu przeponowym, p_n	2,0 bar
3.	Temperatura krzepnięcia płynu solarnego na bazie glikolu propylenowego	-28 °C
4.	Odczyn płynu solarnego	8,5 pH
5.	Przepływ płynu solarnego - pompa na I biegu	3 dm ³ /min
6.	Przepływ płynu solarnego - pompa na II biegu	4 dm ³ /min
7.	Przepływ płynu solarnego - pompa na III biegu	5,5 dm ³ /min
8.	Wysokość hydrostatyczna [H_{hyd}]	6 m
9.	Ciśnienie zimnej wody	4 bar
10.	Ciśnienie wody kotłowej w instalacji grzewczej	1,5 bar

Tabela 4. Charakterystyka parametrów płynu solarnego

Lp.	Określenie	Wartość prawidłowa
1.	Temperatura zamarzania	-25°C do -35°C
2.	Odczyn	pH 7,5 do pH 9,5

Tabela 5. Wzory do obliczeń instalacji kolektorów słonecznych**Zapotrzebowanie na ciepło netto**

$$Q_z = 0,001 \times L_i \times q_{c.w.u.} \times C_w \times (T_{wc} - T_{wz}) \text{ [kWh/d]}$$

gdzie:

 Q_z – całkowite zapotrzebowanie ciepła netto, [kWh/d] L_i – liczba mieszkańców, [mk] $q_{c.w.u.}$ – jednostkowe zużycie c.w.u., [dm³/(mk d)] C_w – ciepło właściwe wody, [Wh/(kgK)] T_{wc} – temperatura wody ciepłej, [°C] T_{wz} – temperatura wody zimnej, [°C]**Całkowite dobowe zapotrzebowanie na ciepło**

$$Q_{c.w.u.} = Q_z + Q_{pg} + Q_{cr} \text{ [kWh/d]}$$

gdzie:

 $Q_{c.w.u.}$ – całkowite dobowe zapotrzebowanie na ciepło, [kWh/d] Q_z – całkowite zapotrzebowanie ciepła netto, [kWh/d] Q_{pg} – straty ciepła z podgrzewacza o pojemności 500 dm³, [kWh/d] Q_{cr} – straty ciepła w obiegu cyrkulacyjnym c.w.u., [kWh/d]**Pole powierzchni kolektorów słonecznych**

$$A = \frac{Q_{c.w.u.} \cdot U \cdot 365}{H} \text{ [m}^2\text{]}$$

gdzie:

 A – pole powierzchni kolektorów słonecznych, [m²] $Q_{c.w.u.}$ – całkowite dobowe zapotrzebowanie na ciepło, [kWh/d] U – udział rocznego pokrycia zapotrzebowania ciepła przez instalację słoneczną, [-] H – suma całkowitego rocznego promieniowania słonecznego padającego na powierzchnię usytuowaną w kierunku południowym pod kątem $\beta = 45^\circ$ [kWh/m²]**Rzeczywista powierzchnia kolektorów słonecznych**

$$A_{rz} = \frac{A}{\eta_{ks}} \text{ [m}^2\text{]}$$

gdzie:

 A_{rz} – rzeczywiste pole powierzchni kolektorów słonecznych, [m²] η_{ks} – średnia roczna sprawność kolektora słonecznego, [-]

Tabela 6. Założenia do przeprowadzanych obliczeń dla wzorów z tabeli 6

Lp	Określenie wielkości charakterystycznych	Wartość
1.	Liczba mieszkańców	$L_i = 4 \text{ mk}$
2.	Jednostkowe zużycie c.w.u.	$q_{\text{c.w.u.}} = 50 \text{ dm}^3 / (\text{mk} \times \text{d})$
3.	Temperatura wody ciepłej	$T_{\text{wc}} = 45^\circ\text{C}$
4.	Temperatura wody zimnej	$T_{\text{wz}} = 10^\circ\text{C}$
5.	Ciepło właściwe wody	$C_w = 1,16 \text{ Wh}/(\text{kg} \times \text{K})$
6.	Pojemność podgrzewacza	$V_z = 500 \text{ dm}^3$
7.	Straty ciepła z podgrzewacza o pojemności 500 dm^3	$Q_{\text{pg}} = 2,5 \text{ kWh/d}$
8.	Straty ciepła w obiegu cyrkulacyjnym c.w.u.	$Q_{\text{cr}} = 1,1 \text{ kWh/d}$
9.	Udział rocznego pokrycia zapotrzebowania ciepła przez instalację słoneczną	$U = 0,6 \div 0,7$
	- do obliczeń należy przyjąć	$U = 0,6$
10.	Suma całkowitego rocznego promieniowania słonecznego padającego na powierzchnię usytuowaną w kierunku południowym pod kątem $\beta = 45^\circ$	$H = 1168 \text{ kWh/m}^2$
11.	Średnia roczna sprawność kolektora słonecznego	$\eta_{\text{ks}} = 0,45$

Schemat 1. Schemat słonecznej instalacji grzewczej (instalacji solarnej)

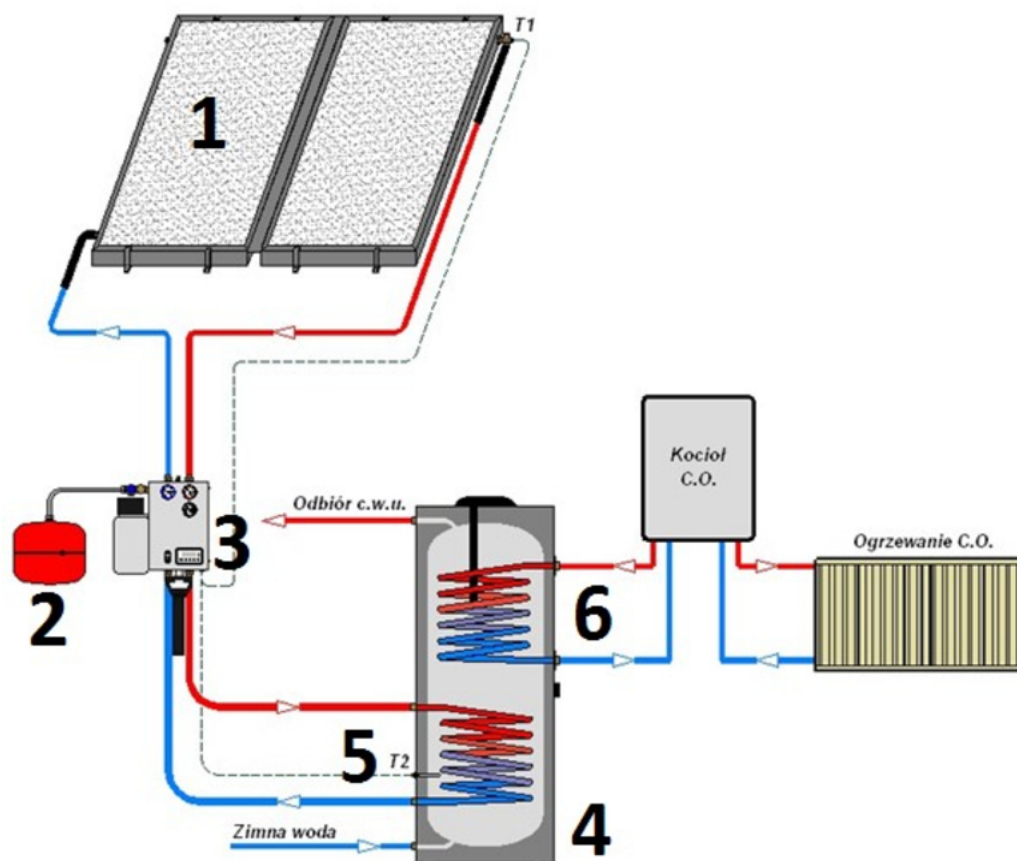


Tabela 7. Określenia nazw elementów instalacji solarnej

Nazwy elementów instalacji solarnej
kolektor słoneczny
ogniwo fotowoltaiczne
moduł fotowoltaiczny
pompa ciepła
skraplacz
parownik
naczynie przelewowe
naczynie przeponowe
zasobnik monowalentny
zasobnik biwalentny
pojedyncza grupa pompowa
podwójna grupa pompowa
wężownica solarna
wężownica kotła
kocioł c.o.
anoda magnezowa
<i>Uwaga: Nazwy nie wszystkich elementów mają być wykorzystane.</i>

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.

Ocenić będą 6 rezultatów:

- wybór materiałów i narzędzi do przeprowadzenia przeglądu technicznego słonecznej instalacji grzewczej – Tabela A,
- obliczenia parametrów pracy słonecznej instalacji grzewczej – Tabela B,
- ocena prawidłowości użytkowania instalacji kolektorów słonecznych na podstawie przeprowadzonych obliczeń – Tabela C,
- warunki i zasady użytkowania słonecznej instalacji grzewczej – Tabela D,
- wyniki obliczeń dla kolektorów słonecznych ustawionych pod kątem $\beta = 45^\circ$ w kierunku południowym – Tabela E,
- zestawienie nazw elementów instalacji solarnej dla układu przedstawionego na schemacie 1 – Tabela F.

Tabela A. Materiały oraz narzędzia do przeprowadzenia przeglądu technicznego słonecznej instalacji grzewczej

Lp.	Materiał/narzędzie	Nazwa / Opis zastosowania	Zasadność zastosowania podczas przeglądu (TAK/NIE)
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			

8.			
9.			
10.			

Tabela B. Obliczenia parametrów pracy słonecznej instalacji grzewczej

Lp.	Parametry pracy instalacji kolektorów słonecznych.	Wartość	
1.	Ciśnienie napełniania instalacji, P_{sol}		bar
2.	Ciśnienie wstępne w naczyniu przeponowym, P_{n1}		bar
3.	Całkowity przepływ w instalacji, V_{kol}		dm ³ /min

Tabela C. Ocena prawidłowości użytkowania instalacji kolektorów słonecznych na podstawie przeprowadzonych obliczeń

Lp.	Określenie	TAK / NIE
1.	Czy odczytana wartość ciśnienia wstępnego w naczyniu przeponowym solarnym jest prawidłowa w stosunku do wartości obliczonej?	
2.	Czy odczytane ciśnienie napełniania instalacji solarnej jest prawidłowe w stosunku do wartości obliczonej?	
3.	Czy ustawienie pompy solarnej na I biegu jest prawidłowe	
4.	Czy płyn solarny ma odpowiednią mrozoodporność?	
5.	Czy płyn solarny ma odpowiedni odczyn pH?	

Tabela D. Warunki i zasady użytkowania słonecznej instalacji grzewczej

Lp.	Warunki/zasady użytkowania	TAK / NIE
1.	Czy istotny spadek ciśnienia w instalacji solarnej może być spowodowany wyciekami płynu solarnego?	
2.	Czy duży wzrost ciśnienia w instalacji solarnej jest spowodowany zamontowaną pompą solarną o zbyt dużej mocy?	
3.	Czy pompa solarna pracuje również w nocy, ponieważ załączony jest tryb wakacyjny w sterowniku?	
4.	Czy za małe naczynie przeponowe solarne powoduje uruchamianie zaworu bezpieczeństwa w przypadku temperatury stagnacji kolektorów słonecznych?	
5.	Czy w razie uszkodzenia czujnika znajdującego się w kolektorze słonecznym pompa solarna pracuje cały czas?	
6.	Czy kolektory próżniowe posiadają mniejsze straty ciepła w stosunku do kolektorów płaskich z powietrzem między pokrywą i absorberem?	
7.	Czy kolektory słoneczne w instalacji bez sezonowego magazynu ciepła zapewniają gorącą wodę przez cały rok bez dodatkowego źródła ciepła?	
8.	Czy w zasobniku solarnym emaliowanym należy zgodnie z zapisami instrukcji obsługi producenta co 1,5 roku wymieniać anodę magnezową?	

Tabela E. Wyniki obliczeń dla kolektorów słonecznych ustawionych pod kątem $\beta = 45^\circ$ w kierunku południowym

Lp	Wielkości charakterystyczne instalacji kolektorów słonecznych	Obliczona wartość	Jednostka
1.	Zapotrzebowanie na ciepło netto, Q_z		[kWh/d]
2.	Całkowite dobowe zapotrzebowanie na ciepło, Q_{cwu}		[kWh/d]
3.	Pole powierzchni kolektorów słonecznych, A		[m ²]
4.	Rzeczywiste pole powierzchni kolektorów słonecznych*, A_{rz}		[m ²]

*Uwaga: wynik obliczenia wpisz w postaci liczby całkowitej dokonując zaokrąglenia do pełnej liczby całkowitej w górę.

Tabela F. Zestawienie prawidłowych nazw elementów instalacji solarnej przedstawionej na schemacie 1

Oznaczenie elementu na schemacie	Nazwa elementu instalacji solarnej
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	

