

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

Oznaczenie kwalifikacji: **B.22**

Numer zadania: **01**

Wypełnia zdający

Numer PESEL zdającego*

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

Miejsce na naklejkę z numerem
PESEL i z kodem ośrodka

B.22-01-17.01

Czas trwania egzaminu: **180 minut**

EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE W ZAWODZIE
Rok 2017
CZĘŚĆ 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

W zabudowie szeregowej w Suwałkach znajduje się 5 budynków wyposażonych w słoneczne instalacje grzewcze oraz panele fotowoltaiczne. Planuje się również instalację wymienników gruntowych pompy ciepła.

W wyniku przeglądu technicznego instalacji słonecznej w jednym z tych budynków zalecono dokonać wymiany kolektorów słonecznych. Należy dobrać zasobnik solarny dla gospodarstwa domowego o liczbie mieszkańców równej 4 przy średnim zapotrzebowaniu na ciepłą wodę $50 \text{ dm}^3/\text{osobę}$ o temperaturze 45°C uwzględniając współczynnik korygujący $k_{ko}=1,5$. Ponadto konieczne jest oszacowanie powierzchni kolektorów słonecznych dla umieszczenia ich na dachu o pochyleniu do poziomu $\beta = 60^\circ$ i skierowanych w stronę SE na podstawie danych z tabeli 1.

Do obliczeń wykorzystaj dane zawarte w tabeli 1 oraz wzory zamieszczone w tabeli 2. Wyniki obliczeń zapisz w tabeli A. *Zestawienie obliczeń dla wymiany kolektorów słonecznych dla budynku jednorodzinnego w Suwałkach.*

Na podstawie badań kontrolnych zapisanych w tabeli 3 ustal czy zachodzi konieczność wymiany czynnika solarnego. Ocenę jakości glikolu w słonecznych instalacjach grzewczych przeprowadzono dla 5 budynków w zabudowie szeregowej usytuowanych w IV strefie klimatycznej, gdzie temperatura obliczeniowa zewnętrzna wynosi -20°C . W tym celu w tabeli B. *Ocena konieczności wymiany glikolu w instalacji solarnej* uzupełnij kolumny słowami: TAK/NIE decydując czy czynnik solarny podlega wymianie i który wskaźnik o tym decyduje. Ponadto określ w jaki sposób dokonywana jest ocena barwy, odczynu i temperatury zamarzania.

Uzupełnij tabelę C. *Zestawienie odczytów natężenia przepływu*. Stanowi ona integralną część książki eksploatacji instalacji wymienników gruntowych pompy ciepła. Pomiary przepływu zostały przeprowadzane w czasie regulacji instalacji z zastosowaniem rotametru umieszczonego przy belce rozdzielaczowej.

Dla instalacji fotowoltaicznej ustal zakres planowanych czynności konserwacyjnych, które należy wykonać podczas jej mycia. W tym celu w tabeli D. *Wykaz czynności przeprowadzanych podczas mycia instalacji fotowoltaicznej* uzupełnij kolumnę „3” słowami: TAK lub NIE.

Użytkownik obiektu zgłosił zauważalny spadek mocy instalacji fotowoltaicznej. Określ jakie czynniki mogły spowodować nieprawidłowości w pracy instalacji. Uzupełnij tabelę E. *Czynniki mogące powodować spadek mocy instalacji fotowoltaicznej* wpisując odpowiednio TAK dla czynników mających wpływ, albo NIE dla czynników niemających wpływu na moc instalacji fotowoltaicznej.

Uzupełnij tabelę F. *Przegląd prac konserwacyjnych* poprzez wpisanie po 5 czynności prac konserwacyjnych instalacji z wykorzystaniem pomp ciepła A/W i B/W dla każdego z zakresu prac konserwacyjnych. Ustalając czynności charakterystyczne dla każdego zakresu prac wykorzystaj tabelę 4.

Dla rozpatrywanego budynku mieszkalnego zlokalizowanego w Suwałkach ustal parametry techniczne poziomego gruntowego wymiennika ciepła. Do obliczeń wykorzystaj informacje zawarte w tabelach 5, 6 i 7. Głębokość przemarzania gruntu odczytaj z mapy zamieszczonej na rysunku 1, a zależność temperatury gruntu od głębokości ułożenia wymiennika gruntowego odczytaj na dzień przypadający 1 lutego z wykresu zamieszczonego na rysunku 2. Wyniki obliczeń zapisz w tabeli G. *Parametry techniczne poziomego gruntowego wymiennika ciepła dla budynku jednorodzinnego w Suwałkach.*

W wyniku rozbudowy nieruchomości zlokalizowanej w części rekreacyjnej miasta podjęto decyzję o budowie instalacji kolektorów słonecznych ogrzewających w miesiącach letnich basen odkryty izolowany folią. Należy oszacować liczbę kolektorów słonecznych oraz pojemność instalacji kolektorów słonecznych

aby spełnione zostały warunki prawidłowego użytkowania. Do obliczeń dla instalacji kolektorów słonecznych wykorzystaj informacje zawarte w tabeli 8 i 9 oraz wzory zamieszczone w tabeli 10. Wyniki obliczeń zapisz w tabeli H. *Parametry pracy instalacji kolektorów słonecznych.*

Tabela 1. Dane do obliczeń

Liczba mieszkańców n	Średnie zapotrzebowanie na ciepłą wodę V_{cw}	Współczynnik korygujący k_{ko}	Sprawność kolektora słonecznego η_{ks}	Zmniejszenie pozyskiwania energii słonecznej dla kolektora o kącie pochylenia $\beta=60^\circ$ i kierunku SE α
[os.]	[dm ³ /os.]	[-]	[-]	[%]
4	50	1,5	0,4	4,0

Temperatura zimnej wody T_z	Temperatura w zasobniku solarnym T_{ps}	Udział rocznego pokrycia zapotrzebowania ciepła przez słoneczną instalację grzewczą W_p	Suma rocznego promieniowania słonecznego H	Ciepło właściwe wody c_w
[°C]	[°C]	[-]	[kWh/m ²]	[kJ/(kg × K)]
12	45	0,6	1034,752	4,19

Tabela 2. Wzory do obliczeń

$$V_{zas} = n \cdot V_{cw} \cdot k_{ko}$$

gdzie:

V_{zas} – pojemność zasobnika solarnego [dm³]

n – liczba mieszkańców [os.]

V_{cw} – średnie zapotrzebowanie na ciepłą wodę [dm³/os.]

k_{ko} – współczynnik korygujący

$$Q = n \cdot V_{cw} \cdot c_w \cdot (T_{ps} - T_z)$$

gdzie:

Q – dobowe zapotrzebowanie na energię do podgrzania c.w.u. [kJ/d]

n – liczba mieszkańców [os.]

V_{cw} – średnie zapotrzebowanie na ciepłą wodę [dm³/os.]

c_w – ciepło właściwe wody [kJ/(kg × K)]

T_{ps} – temperatura w zasobniku solarnym [°C]

T_z – temperatura zimnej wody [°C]

$$A = \frac{W_p \cdot Q \cdot 365}{H \cdot 3600}$$

gdzie:

A – pole powierzchni kolektora słonecznego [m²]

W_p – udział rocznego pokrycia zapotrzebowania ciepła przez instalację solarną

Q – dobowe zapotrzebowanie na energię do podgrzania c.w.u. [kJ/d]

H – suma rocznego promieniowania słonecznego padającego na powierzchnię kolektora o kącie pochylenia $\beta = 60^\circ$ na podstawie PN-B-02025:2001 [kWh/m²]

$$\eta_z = \frac{100\% - a}{100\%}$$

gdzie:

η_z – współczynnik uwzględniający zmniejszenie pozyskiwania energii słonecznej

a – zmniejszenie pozyskiwania energii słonecznej dla kolektora o kącie pochylenia $\beta = 60^\circ$ i kierunku SW [%]

$$A_r = \frac{A}{\eta_{ks} \cdot \eta_z}$$

gdzie:

A_r – pole powierzchni czynnej absorbera kolektora [m²]

A – pole powierzchni kolektora słonecznego [m²]

η_{ks} – sprawność kolektora słonecznego przy rocznej eksploatacji

η_z – współczynnik uwzględniający zmniejszenie pozyskiwania energii słonecznej

Tabela 3. Ocena jakości glikolu dla 5 szeregowych budynków

Nr badania	Barwa	Odczyn [pH]	Temperatura zamarzania [°C]
1	czerwona	7	-5
2	ciemnobrązowa	11,4	-3
3	czarna	10,8	0
4	różowa	9,8	-10
5	brązowa	6,5	-26

Tabela 4. Wykaz czynności konserwacyjny instalacji z wykorzystaniem pomp ciepła.

1.	czyszczenie odpływu kondensatu
2.	czyszczenie obudowy pompy ciepła i jej wnętrza
3.	czyszczenie filtra zanieczyszczeń w obiegu grzewczym
4.	czyszczenie lametek parownika powietrznej pompy ciepła
5.	kontrola sprawności wyłącznika różnicowo-prądowego
6.	sprawdzenie ciśnienia w obiegu solanki i działanie naczynia wzbiorczego
7.	sprawdzenie ciśnienia w obiegu grzewczym i działanie naczynia wzbiorczego
8.	czyszczenie kanałów powietrznych, wraz z końcówkami wlotu i wylotu powietrza
9.	kontrola wzrokowa wszystkich elementów przez które płynie woda pod kątem wycieków
10.	sprawdzenie stężenia solanki i funkcji ochrony przed zamarzaniem w obiegu solanki
11.	sprawdzenie wzrokowe przyłączy elektrycznych (połączeń wtykowych) okablowania pod kątem ich ewentualnego uszkodzenia
12.	kontrola elektrycznych połączeń gwintowych pod kątem poprawności osadzenia
13.	sprawdzenie temperatury na zasilaniu i powrocie w obiegu grzewczym (czujnik w urządzeniu)
14.	sprawdzenie temperatury na zasilaniu i powrocie w obiegu solanki (czujnik w urządzeniu lub przyrząd pomiarowy)
15.	sprawdzenie temperatury powietrza na wlocie (zasysaniu) i wylocie (wydmuchu) (czujnik w urządzeniu lub przyrząd pomiarowy)

Tabela 5. Założenia do obliczeń

• wymiennik ułożyć 1 m poniżej strefy przemarzania gruntu
• średnica przewodu gruntowego wymiennika ciepła $D_z = 40$ mm
• moc cieplna wytwarzana przez pompę potrzebna do ogrzania budynku wynosi $Q_c = 15000$ W
• temperatura nośnika ciepła odpływającego z wymiennika gruntowego $t = 4^\circ\text{C}$
• sprawność pompy ciepła wynosi $\text{COP} = 3,0$
• badania geologiczne wskazały ułożenie warstw gruntu:
– od 0 m do 0,6 m grunt humusowy
– od 0,6 m do 1,2 m grunt średnio wilgotny
– od 1,2 m do 1,8 m grunt wilgotny
– od 1,8 m do 10 m grunt piaszczysty

Tabela 6. Wartości współczynnika przewodzenia ciepła dla gruntu

Rodzaj gruntu	λ_g [W/(m·K)]
Grunt gliniasty	2,33
Grunt piaszczysty	1,16
Piasek o wilgotności 20%	1,33
Piasek nasycony wodą	1,88
Piasek morski o wilgotności 20%	1,76
Piasek morski nasycony	2,44
Grunt wilgotny	2,10
Grunt średnio wilgotny	1,40

Tabela 7. Wzory do obliczeń

$$Q_{el} = \frac{Q_c}{COP}$$

gdzie:

Q_{el} – moc elektryczna pobierana przez pompę [W]

Q_c – moc cieplna wytwarzana przez pompę [W]

COP – sprawność pompy ciepła

$$Q_0 = Q_c - Q_{el}$$

gdzie:

Q_0 – moc cieplna pobierana z gruntu [W]

Q_c – moc cieplna wytwarzana przez pompę [W]

Q_{el} – moc elektryczna pobierana przez pompę [W]

$$L = \frac{Q_0 \ln \frac{4 \cdot x}{D_z}}{2\pi\lambda_g (t_\infty - t)}$$

gdzie:

L – długość węzownicy wymiennika gruntowego poziomego pompy ciepła [m]

x – głębokość ułożenia rury wymiennika gruntowego poziomego [m]

λ_g – współczynnik przewodzenia ciepła dla gruntu [W/(m·K)]

D_z – średnica zewnętrzna rury [m]

t_∞ – temperatura gruntu na głębokości x [°C]

t – temperatura nośnika ciepła odpływającego z wymiennika gruntowego poziomego [°C]

Uwaga:

Dla x = 1,8 m wartość $\ln \frac{4 \cdot 1,8}{0,04}$ do obliczeń przyjmij 5,2

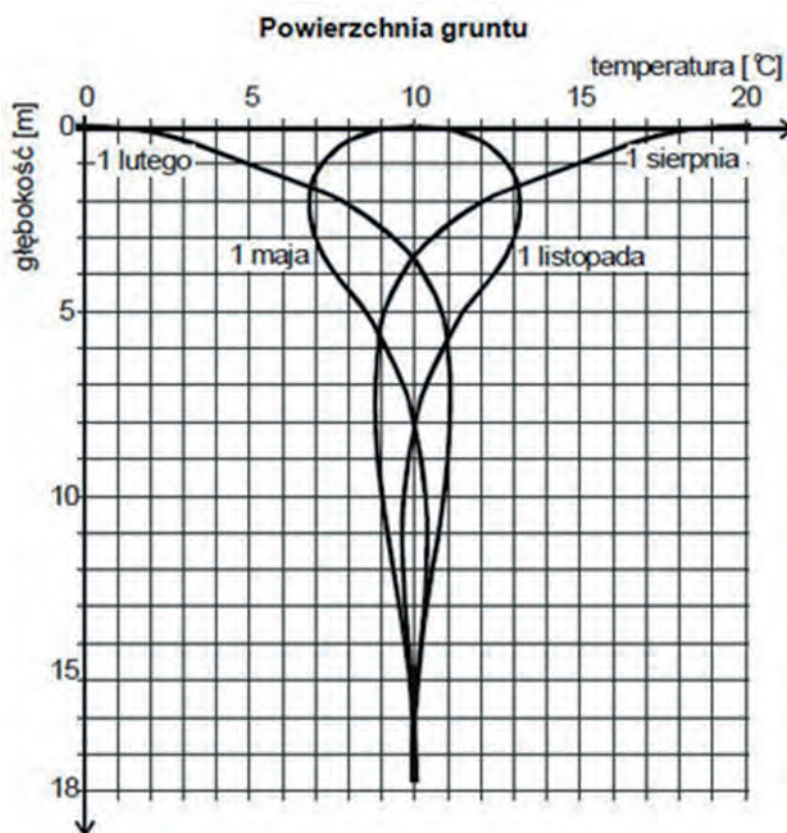
Dla x = 2,0 m wartość $\ln \frac{4 \cdot 2}{0,04}$ do obliczeń przyjmij 5,3

Dla x = 2,2 m wartość $\ln \frac{4 \cdot 2,2}{0,04}$ do obliczeń przyjmij 5,4

Dla x = 2,4 m wartość $\ln \frac{4 \cdot 2,4}{0,04}$ do obliczeń przyjmij 5,5



Rysunek 1. Mapa stref przemarzania gruntu



Rysunek 2. Przebieg zmian temperatur w gruncie

Tabela 8. Założenia do przeprowadzenia obliczeń

• Powierzchnia lustra wody basenu odkrytego izolowanego folią $F_B = 16 \text{ m}^2$
• Długość orurowania ze stali nierdzewnej w otulinie mierzona od kolektora do zbiornika $L = 20 \text{ m}$
• Pojemność cieczowa kolektora $V_{kol} = 1,1 \text{ dm}^3$
• Pojemność cieczowa rury DN16 – $V_r = 0,25 \text{ dm}^3/\text{m}$

Tabela 9. Wielkości współczynnika doboru powierzchni absorbera (lub ilości kolektorów) dla basenu

Rodzaj basenu	Współczynnik k [m^2/m^2 powierzchni basenu]	Temperatura wody w basenie [°C]
Basen kryty bez osłony	0,4	24
Basen otwarty, izolowany folią	0,5	24
Basen otwarty, nie izolowany	0,7	24

Tabela 10. Wzory do obliczeń instalacji kolektorów słonecznych

$n_k = F_B \cdot k / 2$ gdzie: n_k – liczba kolektorów [szt.] F_B – powierzchnia lustra wody basenu krytego [m^2] k – współczynnik doboru powierzchni absorbera dla basenu [m^2/m^2 powierzchni basenu] $V_i = V_{kol} \cdot n_k + 2 \cdot L \cdot V_r$ gdzie: V_i – pojemność instalacji [dm^3] V_{kol} – pojemność cieczowa kolektora [$\text{dm}^3/\text{szt.}$] n_k – liczba kolektorów [szt.] L – długość orurowania ze stali nierdzewnej w otulinie [m] V_r – pojemność cieczowa rury DN16 [dm^3/m]
--

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.

Ocenie podlegać będzie 6 rezultatów:

- zestawienie obliczeń dla wymiany kolektorów słonecznych dla budynku jednorodzinnego (Tabela A.) oraz ustalenie konieczności wymiany glikolu i sposoby oceny parametrów czynnika solarnego (Tabela B.),
- przeliczone natężenia przepływu w instalacji wymienników gruntowych pompy ciepła (Tabela C.),
- wykaz czynności przeprowadzanych podczas mycia instalacji fotowoltaicznej (Tabela D.),
- czynniki mogące spowodować spadek mocy instalacji fotowoltaicznej (Tabela E.),
- wykaz czynności konserwacyjnych instalacji z wykorzystaniem pomp ciepła (Tabela F.),
- parametry techniczne poziomego gruntowego wymiennika ciepła dla budynku jednorodzinnego w Suwałkach (Tabela G.) oraz parametry pracy basenowej instalacji kolektorów słonecznych (Tabela H.).

Tabela A. Zestawienie obliczeń dla wymiany kolektorów słonecznych dla budynku jednorodzinnego w Suwałkach*

Określenie obliczanej wielkości	Oznaczenie	Wartość*
Pojemność zasobnika solarnego [dm ³]	V_{zas}	
Dobowe zapotrzebowanie na energię do podgrzania c.w.u.[kJ/d]	Q	
Pole powierzchni kolektora słonecznego [m ²]	A	
Współczynnik uwzględniający zmniejszenie pozyskiwania energii słonecznej [-]	η_z	
Pole powierzchni czynnej absorbera kolektora [m ²]	A_r	

**wyniki obliczeń podaj z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku*

Tabela B. Ocena konieczności wymiany glikolu w słonecznej instalacji grzewczej i sposoby oceny parametrów czynnika solarnego

Lp badania	Barwa		Odczyn		Temperatura zamarzania		Wymiana glikolu
	określenie	TAK/NIE	[pH]	TAK/NIE	[°C]	TAK/NIE	TAK/NIE
1	czerwona		7		-5		
2	ciemnobrązowa		11,4		-3		
3	czarna		10,8		0		
4	różowa		9,8		-10		
5	brązowa		6,5		-26		
Sposób oceny							
1	barwy						
2	odczynu						
3	temperatury zamarzania						

Tabela C. Zestawienie odczytów natężenia przepływu

Nr odczytu	Wartość odczytana na rotametrze [dm ³ /s]	Wartość wpisane do książki eksploatacji [m ³ /h]
1	1,35	
2		9,72
3	2,4	
4		3,96
5	1,5	

Tabela D. Wykaz czynności przeprowadzanych podczas mycia instalacji fotowoltaicznej

Lp.	Czynność/działanie	Wpisz TAK lub NIE
1	Stosowanie myjek wysokociśnieniowych	
2	Mycie czystą wodą	
3	Stawanie na powierzchni modułu	
4	Mycie modułów podczas dni słonecznych	
5	Dotykanie części przewodzących prąd elektryczny	
6	Używanie ostrych narzędzi czyszczących zabrudzenia	
7	Stosowanie środków chemicznych o kwaśnym odczynie	
8	Odłączenie ogniwa PV od instalacji elektrycznej podczas mycia	
9	Stosowanie detergentów rozpuszczających zabrudzenia zgromadzone na powierzchni modułu	
10	Mycie modułów wodą z użyciem środków ściernych	

Tabela E. Czynniki mogące powodować spadek mocy instalacji fotowoltaicznej

Lp.	Nazwa czynnika	Wpisz TAK lub NIE
1	Nagrzanie ogniw	
2	Silny wiatr	
3	Zaproszenie śniegiem powierzchni ogniw	
4	Zacienienie ogniw	
5	Niska temperatura otoczenia	
6	Zwiększony pobór energii elektrycznej w budynku	
7	Zabrudzenie ogniw	

Tabela F. Przegląd prac konserwacyjnych

Zakres prac konserwacyjnych	Numer czynności konserwacyjnych
Prace związane z czyszczeniem instalacji	
Kontrola wartości temperatur lub ciśnień	
Kontrola w instalacji elektrycznej lub związana ze szczelnością obiegów	

Tabela G. Parametry techniczne poziomego gruntowego wymiennika ciepła dla budynku jednorodzinnego w Suwałkach

Określenie obliczanej wielkości	Oznaczenie	Wartość
Moc elektryczna pobierana przez pompę [W]	Q_{el}	
Moc cieplna wytwarzana przez pompę [W]	Q_c	
Moc cieplna pobierana z gruntu [W]	Q_o	
Głębokość ułożenia rury wymiennika gruntowego poziomego [m]	x	
Współczynnik przewodzenia ciepła dla gruntu [W/(m·K)]	λ_g	
Temperatura gruntu o nienaruszonej strukturze [°C]	t_∞	
Długość węzownicy wymiennika gruntowego poziomego pompy ciepła [m]*	L	

*Wyniki obliczeń podaj z dokładnością do pełnej liczby całkowitej zaokrąglonej w górę

Tabela. H. Parametry pracy instalacji kolektorów słonecznych

Lp.	Wyszczególnienie	Wartość	Jednostka miary
1	Liczba kolektorów n_k		
2	Pojemność instalacji V_i		

Miejsce na obliczenia niepodlegające ocenie

