

Nazwa kwalifikacji: **Eksploatacja urządzeń i systemów energetyki odnawialnej**
Oznaczenie kwalifikacji: **ELE.11**

Wypełnia zdający

Numer PESEL zdającego*

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

Miejsce na naklejkę z numerem
PESEL i z kodem ośrodka

Czas trwania egzaminu: **180** minut.

EGZAMIN ZAWODOWY CZĘŚĆ PRAKTYCZNA

**PODSTAWA PROGRAMOWA
2019**

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 10 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 wliczony 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

Wykonaj obliczenia oraz dokonaj analiz, ustaleń i planów związanych z przeglądami, naprawami i pracami konserwacyjnymi instalacji odnawialnych źródeł energii (słonecznych instalacji grzewczych, instalacji pompy ciepła i instalacji fotowoltaicznej), na osiedlu domów jednorodzinnych.

1. Na podstawie wyników badań kontrolnych (tabela 1) oceń jakość glikolu w słonecznych instalacjach grzewczych budynków nr 1, 2, 3, 4 i 5 oraz sformułuj zalecenie pokontrolne.
2. Zaplanuj sposób badania cech technicznych czynnika roboczego (barwy, odczynu i temperatury zamarzania glikolu) w słonecznej instalacji grzewczej budynku nr 6.
3. Dla instalacji gruntowego wymiennika pompy ciepła w budynku nr 7:
 - określ parametry techniczne poziomego gruntowego wymiennika pompy ciepła, na podstawie wyników pomiarów przepływu (tabela 2), przeprowadzonych w czasie regulacji instalacji z zastosowaniem rotametrzu umieszczonego przy belce rozdzielaczowej,
 - określ wartości natężenia przepływu w instalacji wpisywane do książki eksploatacji.
4. Dla instalacji fotowoltaicznej znajdującej się na dachu budynku nr 8:
 - korzystając z tabeli 4, wskaż czynniki, które mogły spowodować spadek mocy instalacji,
 - zaplanuj przebieg czynności konserwacyjnych związanych z myciem instalacji, z uwzględnieniem środków, sprzętu, kolejności technologicznej i przepisów bhp.
5. Sprawdź możliwość wykorzystania słonecznej instalacji grzewczej w remontowanym budynku nr 9, bez jej modernizacji, przy zwiększeniu liczby użytkowników do 4 osób.

Dane i założenia potrzebne do wykonania obliczeń znajdują się w tabeli 3. Wzory do obliczeń zawiera tabela 5. Rozwiązanie zadania wpisz w tabelach A÷G.

Tabela 1. Wyniki kontroli cech technicznych glikolu w instalacjach 5 budynków nr 1, 2, 3, 4 i 5

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

Tabela 2. Wyniki pomiarów natężenia przepływu przeprowadzonych w czasie regulacji instalacji gruntowych wymienników pompy ciepła budynku nr 7

Nr odczytu	Wartość natężenia przepływu odczytana na rotametrze [dm ³ /s]
1	1,35
2	2,50
3	0,85
4	1,10
5	1,55

Tabela 3. Dane i założenia do obliczeń

Lp.	Parametr	Jednostka miary	Wartość
Dane dotyczące instalacji gruntowych wymienników pompy ciepła budynku nr 7			
1.	Temperatura gruntu na głębokości x , T_{∞}	°C	8,5
2.	Średnica przewodu gruntowego wymiennika ciepła, D_z	mm	40
3.	Moc cieplna wytwarzana przez pompę potrzebna do ogrzania budynku, Q_c	W	15000
4.	Temperatura nośnika ciepła odpływającego z wymiennika gruntowego, T	°C	4
5.	Sprawność pompy ciepła, COP	---	3,0
6.	Głębokość ułożenia wymiennika, x	m	2,4
7.	Współczynnik przewodzenia ciepła dla gruntu, λ_g	W/(m·K)	1,16
Dane dotyczące słonecznej instalacji grzewczej w budynku nr 9 zaspokajającej potrzeby gospodarstwa 2-osobowego			
Ogrzewanie wody użytkowej w istniejącej instalacji			
8.	Pojemność zasobnika solarnego, V_{zas}	dm ³	150
9.	Dobowe zapotrzebowanie na energię do przygotowania c.w.u., Q	kJ/d	13827
10.	Pole powierzchni kolektora słonecznego, A	m ²	0,81
11.	Współczynnik uwzględniający zmniejszenie pozyskiwania energii słonecznej, η_z	---	0,96
12.	Pole powierzchni czynnej absorbera kolektora, A_r	m ²	2,11
Ogrzewanie wody użytkowej przy nowej liczbie mieszkańców			
13.	Średnie zapotrzebowanie na ciepłą wodę, V_{cw}	dm ³ /os	50
14.	Współczynnik korygujący, k_{ko}	---	1,5
15.	Sprawność kolektora słonecznego, η_{ks}	---	0,4
16.	Zmniejszenie pozyskiwania energii słonecznej dla kolektora o kącie pochylenia $\beta = 60^\circ$ i kierunku SE, a	%	4
17.	Temperatura zimnej wody, T_z	°C	12
18.	Temperatura wody w zasobniku solarnym, T_{ps}	°C	45
19.	Udział rocznego pokrycia zapotrzebowania ciepła przez słoneczną instalację grzewczą, W_p	---	0,6
20.	Suma rocznego promieniowania słonecznego, H	kWh/m ²	1034,752

Tabela 4. Wykaz przyczyn usterek w instalacjach fotowoltaicznych

Lp.	Nazwa czynnika – przyczyny usterek
1	Nagrzewanie modułów
2	Silny wiatr
3	Zaproszenie śniegiem powierzchni modułów
4	Zacienienie modułów
5	Niska temperatura otoczenia
6	Zwiększony pobór energii elektrycznej w budynku
7	Zabrudzenie modułów

Tabela 5. Wzory stosowane do obliczeń w energetyce odnawialnej

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

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)] $c_w = 4,19$ 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 słoneczną
- Q – dobowe zapotrzebowanie na energię do podgrzania c.w.u. [kJ/d]
- H – suma rocznego promieniowania słonecznego padającego na powierzchnię kolektora o kącie pochylecia $\beta = 60^\circ$ na podstawie PN-B-02025:2001 [kWh/m²]

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

gdzie:

- η_z – współczynnik uwzględniający zmniejszenie pozyskiwania energii słonecznej
- a – procentowe zmniejszenie pozyskiwania energii słonecznej dla kolektora o kącie pochylecia $\beta = 60^\circ$ 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

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

gdzie:

- Q_{el} – moc elektryczna pobierana przez pompę [W]
- Q_c – moc cieplna wytwarzana przez pompę [W]
- COP – sprawność pompy ciepła

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

gdzie:

- Q_o – moc cieplna pobierana z gruntu [W]
- Q_c – moc cieplna wytwarzana przez pompę [W]
- Q_{el} – moc elektryczna pobierana przez pompę [W]

$$L = \frac{Q_o \ln \frac{4x}{D_z}}{2\pi\lambda_g(T_\infty - T)}$$

gdzie:

- L – długość wężownicy wymiennika gruntowego poziomego pompy ciepła [m]
- Q_o – moc cieplna pobierana z gruntu [W]
- x – głębokość ułożenia rury wymiennika gruntowego poziomego [m]
- D_z – średnica zewnętrzna rury [m]
- λ_g – współczynnik przewodzenia ciepła dla gruntu [W/(m·K)]
- T_∞ – temperatura gruntu na głębokości x [°C]
- T – temperatura nośnika ciepła odpływającego z wymiennika gruntowego poziomego [°C]

Wartość x	Wartość $\ln x$	Wartość x	Wartość $\ln x$	Wartość x	Wartość $\ln x$
2,0	0,6931	20	2,9957	200	5,2983
2,2	0,7885	22	3,0910	220	5,3936
2,4	0,8755	24	3,1781	240	5,4806
2,6	0,9555	26	3,2581	260	5,5607
2,8	1,0296	28	3,3322	280	5,6348

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.

Ocenię podlegać będzie 6 rezultatów:

- ocena jakości glikolu w instalacjach budynków nr 1, 2, 3, 4, 5 i zalecenia pokontrolne (Tabela A) oraz zaplanowane sposoby badania cech technicznych glikolu w słonecznej instalacji grzewczej budynku nr 6 (Tabela B);
- wykaz parametrów technicznych poziomego gruntowego wymiennika pompy ciepła instalacji budynku nr 7 (Tabela C);
- zestawienie wartości natężenia przepływu w instalacji gruntowego wymiennika pompy ciepła instalacji budynku nr 7 (Tabela D);
- wykaz możliwych przyczyn spadku mocy instalacji fotowoltaicznej budynku nr 8 (Tabela E);
- wykaz czynności, środków, sprzętów i wymagań związanych z myciem instalacji fotowoltaicznej budynku nr 8 (Tabela F);
- wniosek dotyczący możliwości wykorzystania słonecznej instalacji grzewczej budynku nr 9, wraz z wynikami obliczeń (Tabela G).

Tabela A. Ocena jakości glikolu w instalacjach budynków nr 1, 2, 3, 4, 5 i zalecenia pokontrolne

Nr budynku	Badana cecha glikolu	Wynik badania	Ocena cechy glikolu WŁAŚCIWA/ NIEWŁAŚCIWA*	Zalecenie pokontrolne – glikol należy wymienić TAK/NIE*
1	Barwa	czerwona		
	Odczyn pH	8,1		
	Temperatura zamarzania, °C	-5		
2	Barwa	ciemnobrązowa		
	Odczyn pH	11,4		
	Temperatura zamarzania, °C	-3		
3	Barwa	czarna		
	Odczyn pH	10,8		
	Temperatura zamarzania, °C	0		
4	Barwa	różowa		
	Odczyn pH	9,8		
	Temperatura zamarzania, °C	-10		
5	Barwa	brązowa		
	Odczyn pH	6,5		
	Temperatura zamarzania, °C	-26		

* - Wpisać prawidłowe.

Tabela B. Zaplanowane sposoby badania cech technicznych glikolu w słonecznej instalacji grzewczej budynku nr 6

Lp.	Badana cecha glikolu	Sposób badania cechy
1	Barwa	
2	Odczyn pH	
3	Temperatura zamarzania	

Tabela C. Wykaz parametrów technicznych poziomego gruntowego wymiennika pompy ciepła instalacji budynku nr 7

Lp.	Parametr techniczny wymiennika ciepła	Symbol	Jednostka miary	Wartość*
1	Moc elektryczna pobierana przez pompę	Q_{el}		
2	Moc cieplna wytwarzana przez pompę	Q_c		
3	Moc cieplna pobierana z gruntu	Q_o		
4	Głębokość ułożenia rury wymiennika gruntowego poziomego	x		
5	Współczynnik przewodzenia ciepła dla gruntu	λ_g		
6	Temperatura gruntu na głębokości x	T_∞		
7	Długość wężownicy wymiennika gruntowego poziomego pompy ciepła	L		

* - Wyniki obliczeń (poz. 1, 2, 3 i 7) podać z dokładnością do liczby całkowitej zaokrąglonej w górę.

Tabela D. Zestawienie wartości natężenia przepływu w instalacji gruntowego wymiennika pompy ciepła instalacji budynku nr 7

Nr odczytu	Natężenie przepływu - wartość do wpisania do książki eksploatacji [m^3/h]*

* - Wyniki obliczeń podać z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku.

Tabela E. Wykaz możliwych przyczyn spadku mocy instalacji fotowoltaicznej budynku nr 8

Lp.	Nazwa czynnika – przyczyny usterki

Tabela F. Wykaz czynności, środków, sprzętów i wymagań związanych z myciem instalacji fotowoltaicznej budynku nr 8

Lp.	Czynność/działanie	Środki myjące/sprzęt

Wymagania technologiczne oraz bhp

(dotyczące poruszania/przemieszczania się podczas mycia paneli, warunków atmosferycznych, bezpieczeństwa pracy przy urządzeniach elektrycznych, środków ochrony indywidualnej, itp.)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Tabela G. Wniosek dotyczący możliwości wykorzystania słonecznej instalacji grzewczej budynku nr 9, wraz z wynikami obliczeń

Lp.	Parametry instalacji c.w.	Symbol	Jednostka miary	Wartość dla instalacji istniejącej	Wartość obliczona*
1	Pojemność zasobnika solarnego	V_{zas}			
2	Dobowe zapotrzebowanie na energię do przygotowania c.w.u.	Q			
3	Pole powierzchni kolektora słonecznego	A			
4	Współczynnik uwzględniający zmniejszenie pozyskiwania energii słonecznej	η_z			
5	Pole powierzchni czynnej absorbera kolektora	A_r			

Wniosek:

Instalacja spełnia wymagania / nie spełnia wymagań** użytkownika.

* - Wyniki obliczeń podać z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku.

** - Niewłaściwe skreślić.

Miejsce na obliczenia niepodlegające ocenie