

Nazwa kwalifikacji: **Montaż, uruchamianie oraz eksploatacja instalacji i jednostek przesyłowych
w systemach energetycznych**

Symbol kwalifikacji: **ELE.06**

Numer zadania: **01**

Wersja arkusza: **SG**

Wypełnia zdający

Numer PESEL zdającego*

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

Numer stanowiska

--	--	--

Miejsce na naklejkę z numerem
PESEL i z kodem ośrodka

Czas trwania egzaminu: **180** minut

ELE.06-01-26.06-SG

EGZAMIN ZAWODOWY

Rok 2026

CZĘŚĆ PRAKTYCZNA

**PODSTAWA PROGRAMOWA
2019**

Instrukcja dla zdającego

1. Na pierwszej stronie arkusza egzaminacyjnego wpisz w oznaczonym miejscu swój numer PESEL*, numer stanowiska i naklej naklejkę** z numerem PESEL i z kodem ośrodka.
2. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 10 stron i nie zawiera błędów. Ewentualny brak stron lub inne usterki zgłoś przez podniesienie ręki przewodniczącemu zespołu nadzorującego.
3. Zapoznaj się z treścią zadania oraz stanowiskiem egzaminacyjnym. Masz na to 10 minut. Czas ten nie jest wliczany do czasu trwania egzaminu.
4. Czas rozpoczęcia i zakończenia pracy zapisze w widocznym miejscu przewodniczący zespołu nadzorującego.
5. Wykonaj samodzielnie zadanie egzaminacyjne. Przestrzegaj zasad bezpieczeństwa i organizacji pracy.
6. Po zakończeniu wykonania zadania pozostaw arkusz egzaminacyjny z rezultatami wykonania zadania na swoim stanowisku lub w miejscu wskazanym przez przewodniczącego zespołu nadzorującego.
7. 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

** w przypadku otrzymania naklejki

Zadanie egzaminacyjne

Na podstawie informacji zawartych w *DOKUMENTACJI TECHNICZNEJ* wykonaj obliczenia niezbędne do doboru izolacji rurociągu ciepłowniczego o długości 12 m wykonanego ze stali nierdzewnej. Czynnikiem grzewczym jest gorąca woda o temperaturze 90 °C, a obliczeniowa temperatura powietrza otaczającego rurociąg wynosi -10 °C.

Sporządź zestawienie wybranych danych rurociągu ciepłowniczego w tabeli A oraz zestawienie wyników obliczeń średnic izolacji w tabeli B. Zapisz wartości parametrów dla poszczególnych rodzajów izolacji w tabelach C i D. Oblicz i sporządź zestawienie wyników obliczeń natężenia ciepła przekazywanego do otoczenia w tabeli E oraz określ w tabeli F typ izolacji, który skuteczniej chroni przed utratą ciepła do otoczenia.

DOKUMENTACJA TECHNICZNA

Tabela 1. Dane materiałowe rur przewodowych

Materiał	Średnica wewnętrzna d_1	Grubość ściany g_1	Współczynnik przewodzenia ciepła λ_1
	mm	mm	$\frac{W}{m \cdot ^\circ C}$
stal nierdzewna	200	60	20
żeliwo	410	80	50
stopy aluminium	250	95	200
miedź	350	125	370

Tabela 2. Dane czynników

Rodzaj czynnika	Temperatura t	Współczynnik wnikania ciepła α
	$^\circ C$	$\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$
powietrze	-10	15
powietrze	10	40
gorąca woda	90	80
gorąca woda	115	100
para wodna	120	250
para wodna	130	300

Tabela 3. Rodzaj izolacji

Lp.	Rodzaj izolacji	Grubość izolacji (1) g_2	Współczynnik przewodzenia ciepła λ_2	Grubość izolacji (2) g_3	Współczynnik przewodzenia ciepła λ_3
		mm	$\frac{W}{m \cdot ^\circ C}$	mm	$\frac{W}{m \cdot ^\circ C}$
1	włna mineralna + PUR	250	0,037	100	0,026
2	perlit + PUR	150	0,045	500	0,026

Tabela 4. Logarytm naturalny

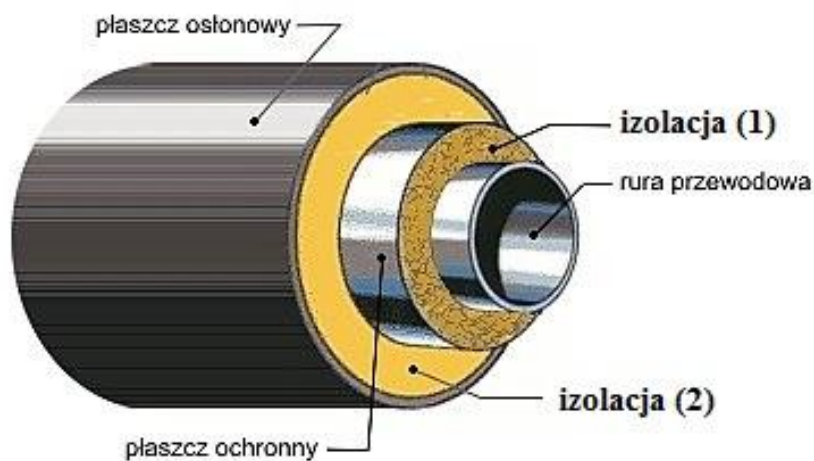
$\ln\left(\frac{x}{y}\right)$		x									
		0,20	0,32	0,62	0,63	0,64	0,82	0,92	1,02	1,62	1,74
y	0,20	0	0,47	1,13	1,15	1,16	1,41	1,53	1,63	2,09	2,16
	0,32	-0,47	0	0,66	0,68	0,69	0,94	1,06	1,16	1,62	1,69
	0,62	-1,13	-0,66	0	0,02	0,03	0,28	0,39	0,50	0,96	1,03
	0,63	-1,15	-0,68	-0,02	0	0,02	0,28	0,40	0,50	0,96	1,02
	0,64	-1,16	-0,69	-0,03	-0,02	0	0,25	0,36	0,47	0,93	1,00
	0,82	-1,41	-0,94	-0,28	-0,28	-0,25	0	0,12	0,22	0,68	0,75
	0,92	-1,53	-1,06	-0,39	-0,40	-0,36	-0,12	0	0,10	0,57	0,64
	1,02	-1,63	-1,16	0,50	-0,50	-0,47	-0,22	-0,10	0	0,46	0,53
	1,62	-2,09	-1,62	-0,96	-0,96	-0,93	-0,68	-0,57	-0,46	0	0,07
	1,74	-2,16	-1,69	-1,03	-1,02	-1,00	-0,75	-0,64	-0,53	-0,07	0

Przykład:

$x = 0,82$

$y = 0,32$

$$\ln\left(\frac{0,82}{0,32}\right) = 0,94$$



Rysunek 1. Rurociąg ciepłowniczy

Wzory do obliczeń

1) Średnice elementów rurociągu ciepłowniczego w mm

$$D_1 = d_1 + 2 \cdot g_1$$

$$D_2 = D_1 + 2 \cdot g_2$$

$$D_3 = D_2 + 2 \cdot g_3$$

Objaśnienia:

d_1 – średnica wewnętrzna rury przewodowej w mm

D_1 – średnica zewnętrzna rury przewodowej w mm

D_2 – średnica zewnętrzna izolacji (1) w mm

D_3 – średnica zewnętrzna izolacji (2) w mm

g_1 – grubość ściany rury przewodowej w mm

g_2 – grubość izolacji (1) w mm

g_3 – grubość izolacji (2) w mm

2) Gęstość strumienia ciepła przy zastosowaniu podwójnej izolacji w $\frac{W}{m}$

$$q_l = \frac{t_g - t_{ot}}{\frac{1}{d_1 \cdot \alpha_g} + \frac{\ln\left(\frac{D_1}{d_1}\right)}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_1} + \frac{\ln\left(\frac{D_2}{D_1}\right)}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_2} + \frac{\ln\left(\frac{D_3}{D_2}\right)}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_3} + \frac{1}{D_3 \cdot \alpha_{ot}}}$$

Objaśnienia:

λ_1 – współczynnik przewodzenia ciepła materiału rury przewodowej w $\frac{W}{m \cdot ^\circ C}$

λ_2 – współczynnik przewodzenia ciepła izolacji (1) w $\frac{W}{m \cdot ^\circ C}$

λ_3 – współczynnik przewodzenia ciepła izolacji (2) w $\frac{W}{m \cdot ^\circ C}$

α_g – współczynnik wnikania ciepła od czynnika grzewczego w $\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

α_{ot} – współczynnik wnikania ciepła do otoczenia w $\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

t_g – temperatura czynnika grzewczego w $^\circ C$

t_{ot} – temperatura otoczenia w $^\circ C$

$\pi = 3,14$

3) Natężenie ciepła przekazywane do otoczenia w W

$$\dot{Q}_l = q_l \cdot l$$

Objaśnienia:

l – długość rurociągu ciepłowniczego w m

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.

Ocenie będzie podlegać 5 rezultatów:

- zestawienie wybranych danych rurociągu ciepłowniczego oraz zestawienie wyników obliczeń średnic izolacji – tabele A i B,
- wartości parametrów dla izolacji wełna mineralna + PUR – tabela C,
- wartości parametrów dla izolacji perlit + PUR – tabela D,
- obliczenia natężenia ciepła przekazywanego do otoczenia,
- zestawienie wyników obliczeń natężenia ciepła przekazywanego do otoczenia oraz wniosek – tabele E i F.

DOKUMENTACJA DO WYPEŁNIENIA

Uwaga.

W miejscach na obliczenia należy zapisać wzory, wartości podstawianych wielkości i wyniki wraz z jednostkami miary.

Wyniki obliczeń należy zaokrąglić i zapisać z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku.

Tabela A. Zestawienie wybranych danych rurociągu ciepłowniczego

	Materiał	Jednostka miary	Średnica wewnętrzna d_1	Średnica zewnętrzna D_1	Jednostka miary	Współczynnik przewodzenia ciepła λ_1
Rurociąg przewodowy		m			$\frac{W}{m \cdot ^\circ C}$	
	Rodzaj czynnika	Jednostka miary	Temperatura t		Jednostka miary	Współczynnik wnikania ciepła α
Czynnik otoczenia		$^\circ C$			$\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$	
Czynnik grzewczy		$^\circ C$			$\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$	

Obliczenia średnic izolacji

Tabela B. Zestawienie wyników obliczeń średnic izolacji

Lp.	Rodzaj izolacji		
	Rurociąg z izolacją wełna mineralna + PUR		
	Średnica	Jednostka miary	Wartość
1	D_2	m	
2	D_3	m	
	Rurociąg z izolacją perlit + PUR		
	Średnica	Jednostka miary	Wartość
3	D_2	m	
4	D_3	m	

Obliczenie gęstości strumienia ciepła z zastosowaniem izolacji: wełna mineralna + PUR**Tabela C. Wartości parametrów dla izolacji: wełna mineralna + PUR**

Lp.	Element do podstawienia do wzoru	Jednostka miary	Wartość
1	$\ln\left(\frac{D_1}{d_1}\right)$	-	
2	$\ln\left(\frac{D_2}{D_1}\right)$	-	
3	$\ln\left(\frac{D_3}{D_2}\right)$	-	
4	λ_2	$\frac{W}{m \cdot ^\circ C}$	
5	λ_3	$\frac{W}{m \cdot ^\circ C}$	
	Wynik	Jednostka miary	Wartość
6	$\dot{q}_l$	$\frac{W}{m}$	

Obliczenie gęstości strumienia ciepła z zastosowaniem izolacji: perlit + PUR

Tabela D. Wartości parametrów dla izolacji: perlit + PUR

Lp.	Element do podstawienia do wzoru	Jednostka miary	Wartość
1	$\ln\left(\frac{D_1}{d_1}\right)$	-	
2	$\ln\left(\frac{D_2}{D_1}\right)$	-	
3	$\ln\left(\frac{D_3}{D_2}\right)$	-	
4	λ_2	$\frac{W}{m \cdot ^\circ C}$	
5	λ_3	$\frac{W}{m \cdot ^\circ C}$	
	Wynik	Jednostka miary	Wartość
6	$\dot{q}_l$	$\frac{W}{m}$	

Obliczenia natężenia ciepła przekazywanego do otoczenia

dla izolacji:

1) wełna mineralna + PUR:

2) perlit + PUR:

Tabela E. Zestawienie wyników obliczeń natężenia ciepła przekazywanego do otoczenia

Lp.	Rodzaj izolacji	Jednostka miary	Natężenie ciepła przekazywane do otoczenia $\dot{Q}_l$
1	wełna mineralna + PUR		
2	perlit + PUR		

Tabela F. Wniosek

Przed utratą ciepła do otoczenia skuteczniej chroni izolacja: wełna mineralna + PUR / perlit + PUR*

*podkreśl właściwe

Miejsce na obliczenia niepodlegające ocenie