

Nazwa kwalifikacji: **Organizacja robót związanych z budową i eksploatacją sieci komunalnych oraz instalacji sanitarnych**

Oznaczenie kwalifikacji: **B.27**

Numer zadania: **01**

Wersja arkusza: **SG**

Wypełnia zdający

Miejsce na naklejkę z numerem
PESEL i z kodem ośrodka

Numer PESEL zdającego*

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

B.27-01-21.06-SG

Czas trwania egzaminu: **180 minut**

EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE W ZAWODZIE

Rok 2021

CZĘŚĆ PRAKTYCZNA

**PODSTAWA PROGRAMOWA
2012**

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 9 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

Dla sali lekcyjnej w budynku szkoły wykonaj obliczenia cieplne i dokonaj doboru grzejników oraz oblicz koszt ich zakupu.

W tym celu oblicz:

- współczynnik przenikania ciepła dla ściany zewnętrznej sali lekcyjnej wykorzystując schemat przekroju dla ściany zewnętrznej,

- całkowitą projektową stratę ciepła przestrzeni ogrzewanej sali lekcyjnej,

oraz

- dokonaj doboru grzejników wraz z oszacowaniem kosztów zakupu.

Do wykonania zadania wykorzystaj dane, założenia i wzory zapisane w tabelach 1 - 6 oraz rysunek nr 1.

Wyniki obliczeń zapisz w tabelach A - C.

Tabela 1. Dane do obliczeń oporu cieplnego

Jednostkowe opory przejmowania ciepła	Kierunek strumienia cieplnego		
	w górę	poziomy	w dół
$R_{si} [m^2 \cdot K / W]$	0,10	0,13	0,17
$R_{se} [m^2 \cdot K / W]$	0,04	0,04	0,04

Tabela 2. Współczynniki przewodzenia ciepła dla wybranych materiałów budowlanych

Materiał	$\lambda [W/m \cdot K]$
Mur z cegły dziurawka	0,64
Mur z cegły klinkierowej	1,05
Mur z cegły kratówki	0,56
Mur z cegły pełnej	0,77
Mur z cegły silikatowej	0,80
Wełna mineralna	0,04
Styropian	0,03
Tynk cementowy	1
Tynk wapienny	0,70
Tynk cementowo-wapienny	0,82
Tynk cienkowarstwowy	0,70

Tabela 3. Dane i założenia do obliczeń

Lp.	Nazwa / określenie	Ilość i jednostka miary
1.	długość ściany zewnętrznej a	9 m
2.	wysokość ściany zewnętrznej h	2,8 m
3.	wymiary okien (długość x wysokość)	2,0 m x 1,4 m
4.	liczba okien w ścianie zewnętrznej	3 szt.
5.	wewnętrzne wymiary sali lekcyjnej (długość x szerokość x wysokość) – ($a_w \times b_w \times h_w$)	8,8 m x 6,0 m x 2,6 m
6.	projektowa temperatura wewnętrzna przestrzeni ogrzewanej, $\vartheta_{int,i}$	20°C
7.	projektowa temperatura zewnętrzna [°C], ϑ_e	-18°C
8.	współczynnik U_k okna	0,70 W/ m ² ·K
9.	krotność wymiany powietrza, n	2 wymiany / h

Tabela 4. Wzory do obliczeń

1. Jednostkowy opór przewodzenia ciepła przez warstwę „i” przegrody

$$R_i = \frac{d_i}{\lambda_i} \left[\frac{m^2 \cdot K}{W} \right]$$

gdzie:

R_i – jednostkowy opór przewodzenia ciepła przez warstwę „i” przegrody, [$m^2 \cdot K / W$]

d_i – grubość warstwy „i” przegrody, [m]

λ_i – współczynnik przewodzenia ciepła dla materiału, z którego zbudowana jest warstwa przegrody, [$W/m \cdot K$]

2. Całkowity opór cieplny przegrody budowlanej

$$R_T = R_{si} + \sum R_i + R_{se} \left[\frac{m^2 \cdot K}{W} \right]$$

gdzie:

R_T – całkowity opór cieplny przegrody budowlanej, [$m^2 \cdot K / W$]

R_{si} , R_{se} – jednostkowe opory przejmowania ciepła [$m^2 \cdot K / W$]

(R_{si} – od strony wewnętrznej przegrody, R_{se} – od strony zewnętrznej przegrody)

$\sum R_i$ – suma jednostkowych oporów przewodzenia ciepła, [$m^2 \cdot K / W$]

3. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody

$$U_k = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{si} + \sum R_i + R_{se}} \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$$

gdzie:

U_k – współczynnik przenikania ciepła przez przegrody [$W / m^2 \cdot K$]

R_T – całkowity opór cieplny przegrody budowlanej, [$m^2 \cdot K / W$]

4. Powierzchnia elementu budynku

$$A_k = a \cdot h \text{ [m}^2\text{]}$$

gdzie:

A_k – powierzchnia elementu budynku, [m^2]

a – długość ściany zewnętrznej, [m]

h – wysokość ściany zewnętrznej, [m]

5. Strumień objętości powietrza wentylacyjnego przestrzeni ogrzewanej

$$\dot{V}_i = V \cdot n \text{ [m}^3\text{/h]}$$

gdzie:

$\dot{V}_i$ – strumień objętości powietrza wentylacyjnego przestrzeni ogrzewanej, [m^3/h]

V – kubatura pomieszczenia [m^3]

n – minimalna krotność wymian powietrza na godzinę, [wymiana/h]

6. Współczynnik projektowej wentylacyjnej straty ciepła

$$H_V = 0,34 \cdot \dot{V}_i \text{ [W/K]}$$

gdzie:

H_V – współczynnik projektowej wentylacyjnej straty ciepła [W/K]

$\dot{V}_i$ – strumień objętości powietrza wentylacyjnego przestrzeni ogrzewanej, [m^3/h]

7. Projektowa strata ciepła przestrzeni ogrzewanej przez przenikanie

$$\Phi_T = H_{T,ie} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e) [W]$$

gdzie:

Φ_T – projektowa strata ciepła przestrzeni ogrzewanej przez przenikanie, [W]

$H_{T,ie}$ – współczynnik straty ciepła przez przenikanie z przestrzeni ogrzewanej do otoczenia przez ścianę zewnętrzną, [W/K]

$\vartheta_{int,i}$ – projektowa temperatura wewnętrzna przestrzeni ogrzewanej [°C]

ϑ_e – projektowa temperatura zewnętrzna [°C]

8. Projektowa wentylacyjna strata ciepła przestrzeni ogrzewanej

$$\Phi_V = H_V \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e) [W]$$

gdzie:

Φ_V - projektowa wentylacyjna strata ciepła przestrzeni ogrzewanej [W]

H_V – współczynnik projektowej wentylacyjnej straty ciepła [W/K]

$\vartheta_{int,i}$ – projektowa temperatura wewnętrzna przestrzeni ogrzewanej [°C]

ϑ_e – projektowa temperatura zewnętrzna [°C]

9. Całkowita projektowa strata ciepła przestrzeni ogrzewanej

$$\Phi = \Phi_T + \Phi_V [W]$$

gdzie:

Φ - całkowita projektowa strata ciepła przestrzeni ogrzewanej [W]

Φ_T – projektowa strata ciepła przestrzeni ogrzewanej przez przenikanie, [W]

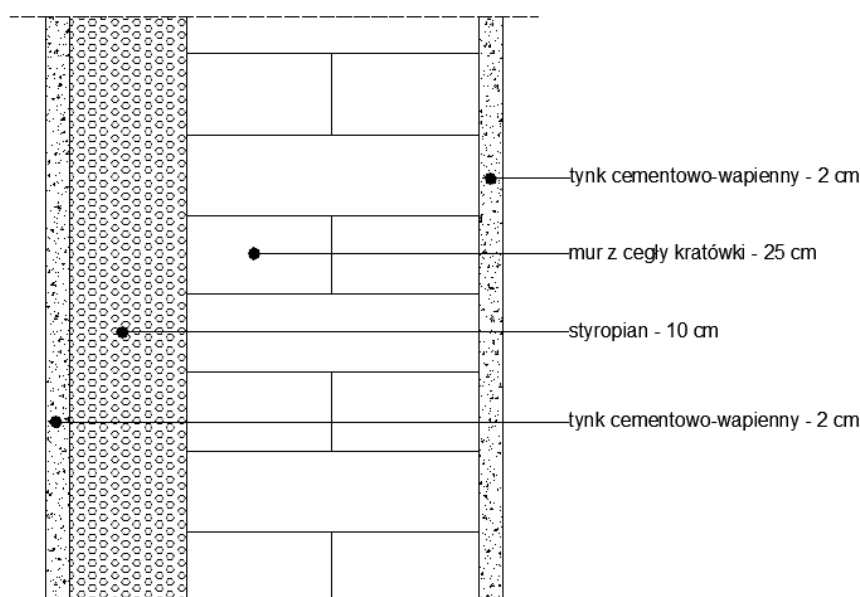
Φ_V - projektowa wentylacyjna strata ciepła przestrzeni ogrzewanej [W]

Tabela 5. Założenia do doboru grzejników i oszacowania ich kosztów zakupu

Lp.	Nazwa / określenie
1.	parametry czynnika grzejnego wynoszą 55 °C/45 °C
2.	maksymalna wysokość grzejnika 600 mm
3.	maksymalna długość grzejnika 2000 mm
4.	Liczba grzejników w sali lekcyjnej = 3 szt. tego samego rodzaju

Tabela 6. Cennik i moc cieplna grzejników (W) dla parametrów 75/65/20 °C i 55/45/20 °C - do podanych cen netto należy doliczyć 23% podatku VAT

długość [mm]	parametry $t_z / t_p / t_i$	wysokość [mm]							
		300		400		450		500	
		PLN	[W]	PLN	[W]	PLN	[W]	PLN	[W]
400	75/65/20 °C	384		511	488	544	539	561	588
	55/45/20 °C	465	195	511	247	544	272	561	296
500	75/65/20 °C	481		611		674		735	
	55/45/20 °C	494	244	544	309	575	340	591	370
600	75/65/20 °C	577		733		808		882	
	55/45/20 °C	521	293	572	371	584	408	622	444
700	75/65/20 °C	673		855		943		1029	
	55/45/20 °C	566	342	616	432	645	476	665	518
800	75/65/20 °C	769		977		1078		1176	
	55/45/20 °C	607	391	660	494	665	544	708	592
900	75/65/20 °C	865		1099		1212		1323	
	55/45/20 °C	646	440	707	556	745	612	768	666
1000	75/65/20 °C	961		1221		1347		1470	
	55/45/20 °C	687	488	753	618	773	680	817	740
1100	75/65/20 °C	1057		1343		1482		1617	
	55/45/20 °C	729	537	810	680	855	748	888	814
1200	75/65/20 °C	1153		1465		1616		1764	
	55/45/20 °C	768	586	861	741	883	816	953	888
1400	75/65/20 °C	1345		1709		1886		2058	
	55/45/20 °C	847	684	994	865	1044	952	1142	1037
1600	75/65/20 °C	1538		1954		2155		2352	
	55/45/20 °C	926	781	1096	988	1156	1088	1269	1185
1800	75/65/20 °C	1730		2198		2425		2646	
	55/45/20 °C	1016	879	1211	1112	1326	1224	1407	1333
2000	75/65/20 °C	1922		2442		2694		2940	
	55/45/20 °C	1100	977	1319	1236	1447	1360	1534	1481
2300	75/65/20 °C	2210		2808		3098		3381	
	55/45/20 °C	1220	1123	1474	1421	1625	1564	1729	1703
2600	75/65/20 °C	2499		3175		3502		3822	
	55/45/20 °C	1341	1270	1633	1606	1803	1768	1922	1925
3000	75/65/20 °C	2883		3663		4041		4410	
	55/45/20 °C	1510	1465	1842	1853	2039	2040	2179	2221
								2306	2398
								2434	2571
								3261	3554



Rysunek 1. Schemat przekroju ściany zewnętrznej

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.

Ocenie podlegać będą 3 rezultaty:

- obliczony współczynnik przenikania ciepła dla ściany zewnętrznej pomieszczenia,
- obliczona całkowita projektowa strata ciepła przestrzeni ogrzewanej,
- dobrane grzejniki oraz obliczony koszt ich zakupu.

Tabela A. Obliczenia współczynnika przenikania ciepła dla ściany zewnętrznej pomieszczenia

Nazwa warstwy przegrody	d [m]	λ [W/m·K]	R_i [m ² ·K/W]
$\Sigma R_i =$			
$R_{si} =$			
$R_{se} =$			
Całkowity opór cieplny przegrody R_T		 m ² ·K /W*	
Współczynnik przenikania ciepła dla ściany zewnętrznej U_K		 W/ m ² ·K**	

Uwaga:

* - zapisz z dokładnością do trzech miejsc po przecinku,

** - zapisz z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku.

Tabela B. Obliczenia całkowitej projektowej straty ciepła przestrzeni ogrzewanej

Element budynku	A_k	U_k	$A_k \cdot U_k$
	m ²	W/ m ² ·K	W/K
Ściana zewnętrzna (pomniejszyć o powierzchnię okien)			
Okna (uwzględnić wszystkie okna)			
$H_{T,ie}$ – współczynnik straty ciepła przez przenikanie z przestrzeni ogrzewanej do otoczenia przez ścianę zewnętrzną $H_{T,ie} = \sum A_k \cdot U_k$			 W/K*
V – kubatura sali lekcyjnej			 m ³
$\dot{V}_i$ – strumień objętości powietrza wentylacyjnego			 m ³ /h
H_V – współczynnik projektowej wentylacyjnej straty ciepła			 W/K*
Φ_T – projektowa strata ciepła przestrzeni ogrzewanej przez przenikanie			 W
Φ_V – projektowa wentylacyjna strata ciepła przestrzeni ogrzewanej			 W
Φ – całkowita projektowa strata ciepła przestrzeni ogrzewanej			 W**

Uwaga:

* - zapisz z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku,

** - zapisz z dokładnością do 1 W

Tabela C. Dobór grzejników oraz obliczenia kosztu ich zakupu

$\Phi + 15\%$ – całkowita projektowana strata ciepła powierzchni ogrzewanej powiększonej o 15% jako dodatek ze względu na zastosowanie zaworu termostatycznego	 W
Minimalna moc jednego grzejnika	 W
<i>Parametry dobranych grzejników</i>	
Długość grzejnika	 mm
Wysokość grzejnika	 mm
Moc wybranego grzejnika	 W
Cena netto jednego grzejnika	 PLN
Łączny koszt netto zakupu 3 grzejników	 PLN
Łączny koszt brutto zakupu 3 grzejników	 PLN

Miejsce na obliczenia niepodlegające ocenie