

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

Oznaczenie kwalifikacji: **BD.22**

Numer zadania: **01**

Wersja arkusza: **SG**

Wypełnia zdający

Numer PESEL zdającego\*

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

Miejsce na naklejkę z numerem  
PESEL i z kodem ośrodka

Czas trwania egzaminu: **180** minut.

BD.22-01-21.06-SG

## **EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE W ZAWODZIE**

**Rok 2021**

**CZĘŚĆ PRAKTYCZNA**

**PODSTAWA PROGRAMOWA  
2017**

### **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) – ( $a_w$ x $b_w$ x $h_w$ )	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], $\vartheta_e$	-18°C
8.	współczynnik $U_k$ okna	0,70 W/ $m^2 \cdot K$
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] $\lambda_i$  – 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**

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

gdzie:

 $\Phi_T$  – 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] $\vartheta_e$  – projektowa temperatura zewnętrzna [°C]**8. Projektowa wentylacyjna strata ciepła przestrzeni ogrzewanej**

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

gdzie:

 $\Phi_V$  - 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] $\vartheta_e$  – projektowa temperatura zewnętrzna [°C]**9. Całkowita projektowa strata ciepła przestrzeni ogrzewanej**

$$\Phi = \Phi_T + \Phi_V \text{ [W]}$$

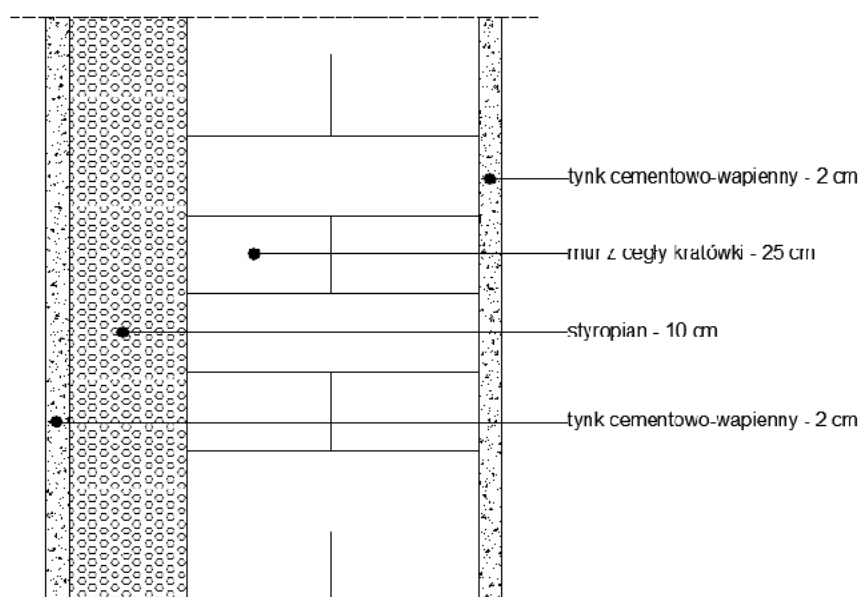
gdzie:

 $\Phi$  - całkowita projektowa strata ciepła przestrzeni ogrzewanej [W] $\Phi_T$  – projektowa strata ciepła przestrzeni ogrzewanej przez przenikanie, [W] $\Phi_V$  - 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 $t_z / t_p / t_t$	wysokość [mm]													
		300		400		450		500		550		600		900	
		PLN	[W]	PLN	[W]	PLN	[W]	PLN	[W]	PLN	[W]	PLN	[W]	PLN	[W]
400	75/65/20 °C	384	488	511	539	544	588	561	636	576	684	762	955		
	55/45/20 °C	465	195	511	247	544	272	561	296	576	320	572	343	762	474
500	75/65/20 °C	481	611	544	674	575	735	591	796	607	855	833	1194		
	55/45/20 °C	494	244	544	309	575	340	591	370	607	400	604	428	833	592
600	75/65/20 °C	577	733	572	808	584	882	622	955	640	1025	852	1433		
	55/45/20 °C	521	293	572	371	584	408	622	444	640	480	628	514	852	711
700	75/65/20 °C	673	855	616	943	645	1029	665	1114	689	1196	987	1672		
	55/45/20 °C	566	342	616	432	645	476	665	518	689	560	685	600	987	829
800	75/65/20 °C	769	977	660	1078	665	1176	708	1273	733	1367	1096	1910		
	55/45/20 °C	607	391	660	494	665	544	708	592	733	640	722	685	1096	948
900	75/65/20 °C	865	1099	707	1212	745	1323	768	1432	790	1538	1206	2149		
	55/45/20 °C	646	440	707	556	745	612	768	666	790	720	786	771	1206	1066
1000	75/65/20 °C	961	1221	753	1347	773	1470	817	1591	831	1709	1314	2388		
	55/45/20 °C	687	488	753	618	773	680	817	740	831	799	803	857	1314	1185
1100	75/65/20 °C	1057	1343	810	1482	855	1617	888	1750	926	1880	1423	2627		
	55/45/20 °C	729	537	810	680	855	748	888	814	926	879	930	943	1423	1303
1200	75/65/20 °C	1153	1465	861	1616	883	1764	953	1909	989	2051	1530	2866		
	55/45/20 °C	768	586	861	741	883	816	953	888	989	959	974	1028	1530	1422
1400	75/65/20 °C	1345	1709	994	1886	1044	2058	1142	2227	1197	2393	1664	3343		
	55/45/20 °C	847	684	994	865	1044	952	1142	1037	1197	1119	1189	1200	1664	1659
1600	75/65/20 °C	1538	1954	1096	2155	1156	2352	1269	2546	1334	2734	1861	3821		
	55/45/20 °C	926	781	1096	988	1156	1088	1269	1185	1334	1279	1351	1371	1861	1896
1800	75/65/20 °C	1730	2198	1211	2425	1326	2646	1407	2864	1486	3076	2076	4298		
	55/45/20 °C	1016	879	1211	1112	1326	1224	1407	1333	1486	1439	1511	1542	2076	2133
2000	75/65/20 °C	1922	2442	1319	2694	1447	2940	1534	3182	1620	3418	2279	4776		
	55/45/20 °C	1100	977	1319	1236	1447	1360	1534	1481	1620	1599	1645	1714	2279	2370
2300	75/65/20 °C	2210	2808	1474	3098	1625	3381	1729	3659	1828	3931	2576	5492		
	55/45/20 °C	1220	1123	1474	1421	1625	1564	1729	1703	1828	1839	1923	1971	2576	2725
2600	75/65/20 °C	2499	3175	1633	3502	1803	3822	1922	4137	2032	4443	2886	6209		
	55/45/20 °C	1341	1270	1633	1606	1803	1768	1922	1925	2032	2079	2140	2228	2886	3080
3000	75/65/20 °C	2883	3663	1842	4041	2039	4410	2179	4773	2306	5127	3261	7164		
	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]	$\lambda$ [W/m·K]	$R_i$ [m <sup>2</sup> ·K/W]
			$\Sigma R_i =$
			$R_{si} =$
			$R_{se} =$
Całkowity opór cieplny przegrody $R_T$		..... m <sup>2</sup> ·K /W*	
Współczynnik przenikania ciepła dla ściany zewnętrznej $U_K$		..... W/ m <sup>2</sup> ·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	$A_k$	$U_k$	$A_k \cdot U_k$
	$m^2$	$W/m^2 \cdot K$	$W/K$
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			..... W/K*
$H_{T,ie} = \sum A_k \cdot U_k$			
$V$ – kubatura sali lekcyjnej			..... $m^3$
$\dot{V}_i$ – strumień objętości powietrza wentylacyjnego			..... $m^3/h$
$H_V$ – współczynnik projektowej wentylacyjnej straty ciepła			..... W/K*
$\Phi_T$ – projektowa strata ciepła przestrzeni ogrzewanej przez przenikanie			..... W
$\Phi_V$ – projektowa wentylacyjna strata ciepła przestrzeni ogrzewanej			..... W
$\Phi$ – 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**