

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.22-01-22.01-SG

EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE W ZAWODZIE

Rok 2022

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	λ [$W/m \cdot K$]
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	1,00
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	8,5 m
2.	wysokość ściany zewnętrznej h	3,0 m
3.	wymiary okien (długość x wysokość)	1,8 m x 1,6 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)	8,6 m x 6,5 m x 2,7 m
6.	projektowa temperatura wewnętrzna przestrzeni ogrzewanej, $\vartheta_{int,i}$	20°C
7.	projektowa temperatura zewnętrzna [°C], ϑ_e	-20°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] 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]

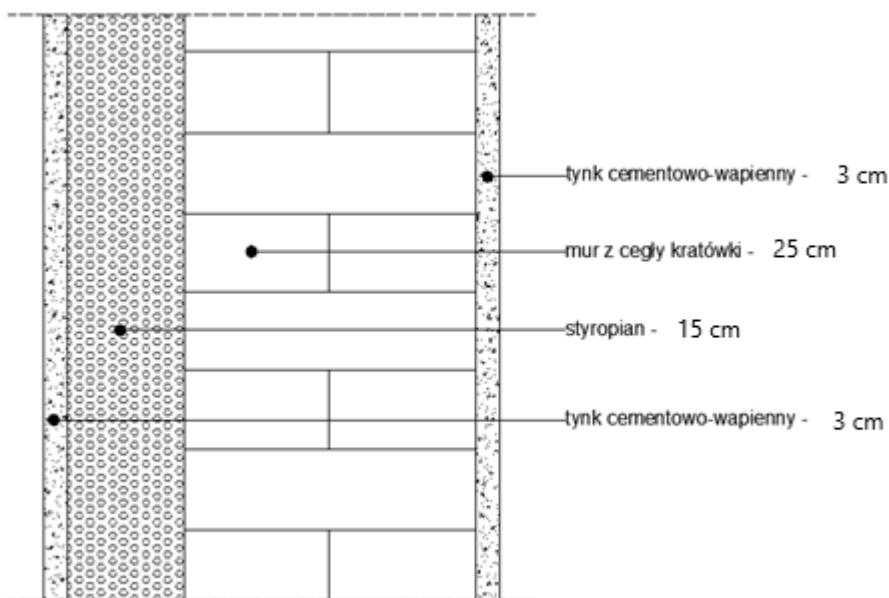
Φ_V - projektowa wentylacyjna strata ciepła przestrzeni ogrzewanej [W]

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

Lp.	Nazwa / określenie
1.	parametry czynnika grzejnego wynoszą 55 °C/45 °C
2.	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]	PLN [W]	PLN [W]	PLN [W]	PLN [W]	PLN [W]	PLN [W]	
400	75/65/20 °C	465	384	511	488	544	539	561	588	576	636	572	684	762	955
	55/45/20 °C		195		247		272		296		320		343		474
500	75/65/20 °C	494	481	544	611	575	674	591	735	607	796	604	855	833	1194
	55/45/20 °C		244		309		340		370		400		428		592
600	75/65/20 °C	521	577	572	733	584	808	622	882	640	955	628	1025	852	1433
	55/45/20 °C		293		371		408		444		480		514		711
700	75/65/20 °C	566	673	616	855	645	943	665	1029	689	1114	685	1196	987	1672
	55/45/20 °C		342		432		476		518		560		600		829
800	75/65/20 °C	607	769	660	977	665	1078	708	1176	733	1273	722	1367	1096	1910
	55/45/20 °C		391		494		544		592		640		685		948
900	75/65/20 °C	646	865	707	1099	745	1212	768	1323	790	1432	786	1538	1206	2149
	55/45/20 °C		440		556		612		666		720		771		1066
1000	75/65/20 °C	687	961	753	1221	773	1347	817	1470	831	1591	803	1709	1314	2388
	55/45/20 °C		488		618		680		740		799		857		1185
1100	75/65/20 °C	729	1057	810	1343	855	1482	888	1617	926	1750	930	1880	1423	2627
	55/45/20 °C		537		680		748		814		879		943		1303
1200	75/65/20 °C	768	1153	861	1465	883	1616	953	1764	989	1909	974	2051	1530	2866
	55/45/20 °C		586		741		816		888		959		1028		1422
1400	75/65/20 °C	847	1345	994	1709	1044	1886	1142	2058	1197	2227	1189	2393	1664	3343
	55/45/20 °C		684		865		952		1037		1119		1200		1659
1600	75/65/20 °C	926	1538	1096	1954	1156	2155	1269	2352	1334	2546	1351	2734	1861	3821
	55/45/20 °C		781		988		1088		1185		1279		1371		1896
1800	75/65/20 °C	1016	1730	1211	2198	1326	2425	1407	2646	1486	2864	1511	3076	2076	4298
	55/45/20 °C		879		1112		1224		1333		1439		1542		2133
2000	75/65/20 °C	1100	1922	1319	2442	1447	2694	1534	2940	1620	3182	1645	3418	2279	4776
	55/45/20 °C		977		1236		1360		1481		1599		1714		2370
2300	75/65/20 °C	1220	2210	1474	2808	1625	3098	1729	3381	1828	3659	1923	3931	2576	5492
	55/45/20 °C		1123		1421		1564		1703		1839		1971		2725
2600	75/65/20 °C	1341	2499	1633	3175	1803	3502	1922	3822	2032	4137	2140	4443	2886	6209
	55/45/20 °C		1270		1606		1768		1925		2079		2228		3080
3000	75/65/20 °C	1510	2883	1842	3663	2039	4041	2179	4410	2306	4773	2434	5127	3261	7164
	55/45/20 °C		1465		1853		2040		2221		2398		2571		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]*
Tynk cementowo - wapienny			
Mur z cegły dziurawki			
Styropian			
Tynk cementowo - wapienny			
			$\Sigma R_i =$
			$R_{si} =$
			$R_{se} =$
Całkowity opór cieplny przegrody R_T			..... 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	$W/m^2 \cdot K$	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 $H_{T,ie} = \sum A_k \cdot U_k$			..... 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 obliczony koszt ich zakupu.

Φ + 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