

Nazwa kwalifikacji: **Organizacja i kontrola robót izolacyjnych oraz sporządzanie kosztorysów**
Symbol kwalifikacji: **BUD.31**
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.

BUD.31-01-24.06-SG

EGZAMIN ZAWODOWY

Rok 2024

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 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 pionowego odcinka stalowego przewodu wentylacyjnego o przekroju okrągłym o średnicy zewnętrznej $d_z = 315$ mm i długości $L = 3,0$ m z izolacją cieplą sporządź:

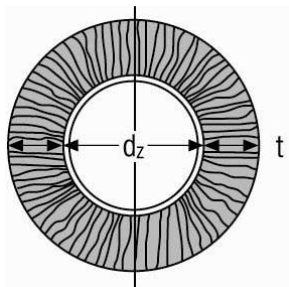
- 1) zwymiarowany szkic izometryczny fragmentu o długości 0,9 m pionowego przewodu wentylacyjnego, z zamontowaną izolacją cieplą z samoprzylepnej maty lamelowej z wełny mineralnej o grubości 50 mm; szkic wykonaj we wskazanym miejscu na podstawie przedstawionego na rysunku 1 rzutowania prostokątnego tego fragmentu przewodu; na szkicu wystarczy uwzględnić tylko krawędzie widoczne, w tym krawędzie taśmy aluminiowej samoprzylepnej;
- 2) wykaz robót, zawierający zestawienie robót i wykaz potrzebnych narzędzi, związanych z montażem izolacji cieplą przewodu wentylacyjnego z samoprzylepnej maty lamelowej z wełny mineralnej, z uwzględnieniem przygotowania powierzchni zewnętrznej przewodu, przygotowania maty lamelowej z wełny mineralnej oraz montażu prefabrykowanych konstrukcji nośnych i prefabrykowanych elementów płaszcza ochronnego izolacji; skorzystaj z zestawu dostępnych narzędzi i sprzętu zamieszczonego w tabeli 1 oraz z rysunku 1; wykaz robót wykonaj we wskazanym miejscu;
- 3) przedmiar robót związanych z wykonaniem izolacji cieplą przewodu wentylacyjnego; skorzystaj z rysunku 1 oraz danych zamieszczonych w tabeli 2; przedmiar wykonaj we wskazanym miejscu;
- 4) obliczenie jednostkowych strat ciepła dla zaizolowanego przewodu; wykorzystaj wzory zamieszczone w tabeli 3 oraz fragment tablic logarytmu naturalnego, umieszczony w tabeli 4; obliczenia wykonaj we wskazanym miejscu.

Opis izolowanej instalacji przewodu wentylacyjnego

1. Rozstaw stalowych konstrukcji nośnych – 1000 mm.
2. Pierścienie i odstępniki prefabrykowanych konstrukcji nośnych wykonane z bednarki stalowej ocynkowanej 20×2 mm.
3. Konstrukcje nośne nitowane z przekładkami termicznymi, montowane na przewodzie za pomocą śrub M 5×35 mm z nakrętkami.
4. Izolacja cieplą z samoprzylepnej maty lamelowej z wełny mineralnej o grubości 50 mm.
5. Styki podłużne i poprzeczne maty zabezpieczone taśmą aluminiową samoprzylepną.
6. Płaszcz ochronny wykonany z prefabrykowanych elementów z blachy stalowej ocynkowanej płaskiej o grubości 0,55 mm.
7. Szerokość zakładów płaszcza ochronnego – 50 mm.
8. Brzegi płaszcza ochronnego łączone stalowymi wkrętami samowiercącymi do blachy z łbem kulistym, bez podkładki, $\varnothing 4,2$ mm w rozstawie nieprzekraczającym 250 mm.

Wytyczne do przedmiarowania oraz obliczenia jednostkowych strat ciepła dla przewodu

1. Przedmiar robót powinien zawierać: podstawę przedmiarowania, opis robót oraz obliczoną ilość robót w m² z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku, a zapisane w działaniach wartości z dokładnością do trzech miejsc po przecinku.
2. Do obliczenia ilości robót należy wykorzystać wyciąg z KNR 9-16 Izolacja kanałów wentylacyjnych matami KLIMAFIX i LAMELLA MAT, w tym wzór (1) na pole powierzchni izolacji dla kanału okrągłego:



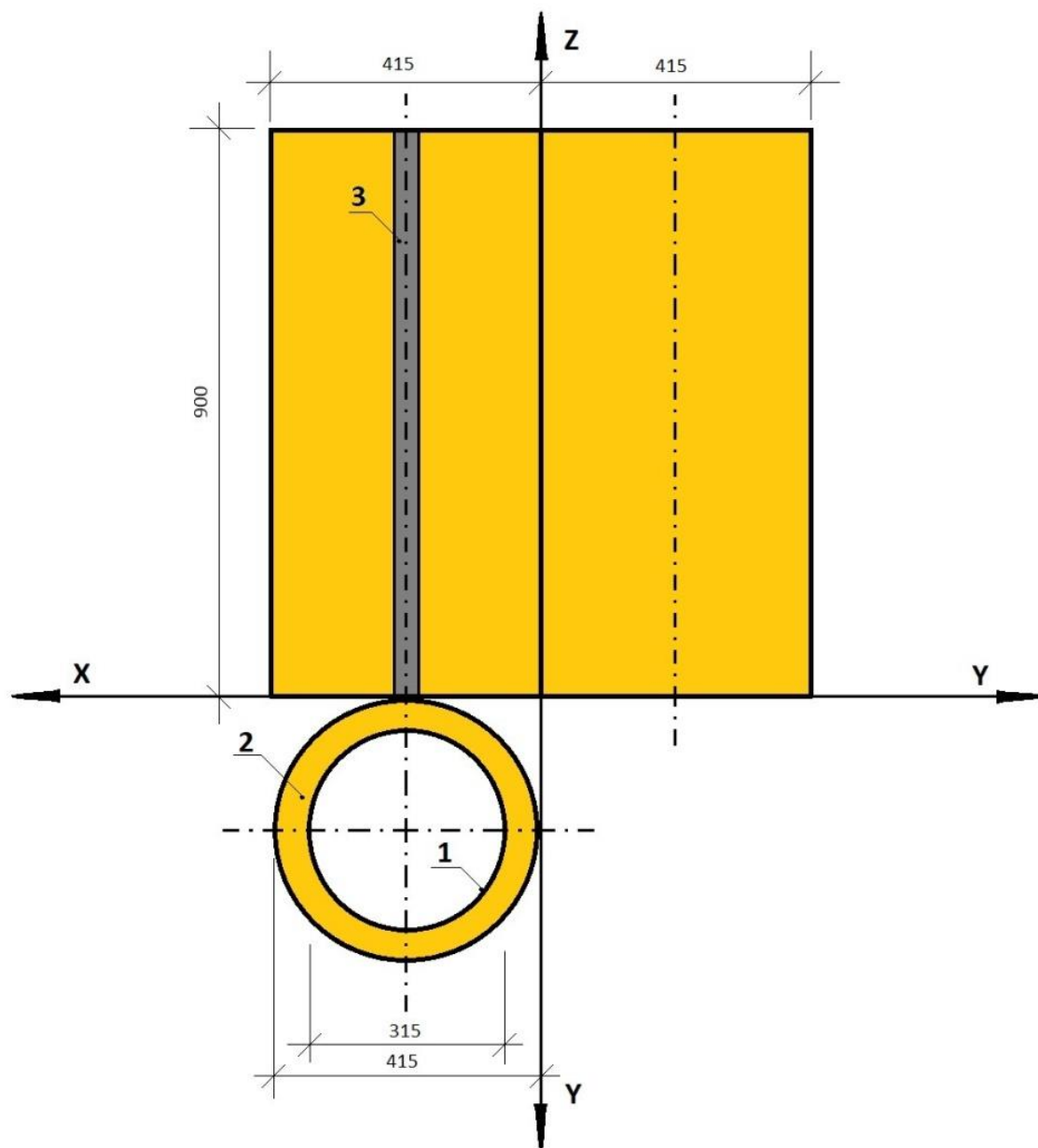
$$P = \pi (d_z + 2t) \times L \quad (1)$$

gdzie:

P – pole powierzchni izolacji, w m²;
d_z – średnica zewnętrzna przewodu, w m;
t – grubość izolacji ciepłochronnej, w m;
L – długość przewodu, w m;
π – przyjąć równe 3,14

3. Przyjęte w katalogu określenie, np.: „do 500 mm” należy rozumieć jako do 500 mm włącznie.
4. Do obliczeń jednostkowych strat ciepła dla zaizolowanego rurociągu należy przyjąć następujące założenia:
 - obliczenia liniowego współczynnika przenikania ciepła „U_L” należy wykonać bez uwzględnienia wpływu mostków cieplnych związanych z izolacją i instalacją,
 - wartość obliczonego oporu cieplnego „R_i”, liniowego współczynnika przenikania ciepła „U_L” oraz strat ciepła „q_L” należy podać z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku,
 - R_{si} = 0,01 [m²*K/W] – opór przejmowania ciepła na powierzchni wewnętrznej przewodu,
 - R_{se} = 0,11 [m²*K/W] – opór przejmowania ciepła na powierzchni zewnętrznej płaszcza ochronnego izolacji ciepłochronnej przewodu,
 - λ₂ = 0,035 [W/m*K] – współczynnik przewodzenia ciepła wełny mineralnej,
 - opór cieplny samego przewodu oraz opór cieplny płaszcza należy pominąć (wykonane są z metalu),
 - d₂ = 0,415 [m] – średnica zewnętrzna przewodu z izolacją,
 - d₁ = 0,315 [m] – średnica zewnętrzna przewodu (bez izolacji),
 - Θ_i = 30°C – temperatura medium (ciepłe powietrze) wewnątrz przewodu,
 - Θ_e = 0°C – temperatura otoczenia.

Po wykonaniu zadania arkusz egzaminacyjny pozostaw na stanowisku egzaminacyjnym.



Opis do rysunku 1:

- 1 – przewód wentylacyjny
- 2 – izolacja cieplochronna z samoprzylepnej maty lamelowej z wełny mineralnej
- 3 – taśma aluminiowa samoprzylepna

Rysunek 1. Rzuty prostokątne izolacji cieplochronnej zamontowanej na fragmencie przewodu wentylacyjnego

Tabela 1. Zestaw dostępnych narzędzi i sprzętu

Lp.	Nazwa
1.	Wiertarko – wkrętarka z kompletem końcówek
2.	Nóż do cięcia mat izolacyjnych
3.	Nożyk do cięcia folii samoprzylepnej
4.	Nożyce do cięcia mat izolacyjnych
5.	Nożyce do cięcia folii samoprzylepnej
6.	Nożyce prawe do cięcia blachy, uniwersalne, ręczne
7.	Nożyce lewe do cięcia blachy, uniwersalne, ręczne
8.	Młotek ślusarski
9.	Klucze płaskie do śrub i nakrętek
10.	Klucze odsadzone do śrub i nakrętek
11.	Szczypce uniwersalne
12.	Szczypce zaciskowe Morse'a
13.	Szczypce Rabitza
14.	Szczypce blacharskie
15.	Punktak
16.	Rysik traserski
17.	Kątownik metalowy
18.	Napinacze ręczne (szpanery)
19.	Ściereczka bawełniana
20.	Marker do trasowania mat z wełny mineralnej
21.	Przymiar składany
22.	Przymiar zwijany, stalowy, z blokadą
23.	Przymiar liniowy, prosty
24.	Poziomnica
25.	Liniał o długości 1m
26.	Pisak do blachy
27.	Ołówek stolarski
28.	Okulary ochronne
29.	Rękawice robocze
30.	Maseczka przeciwpyłowa

Tabela 2 – wyciąg z KNR 9-16 Izolacja kanałów wentylacyjnych matami KLIMAFIX i LAMELLA MAT

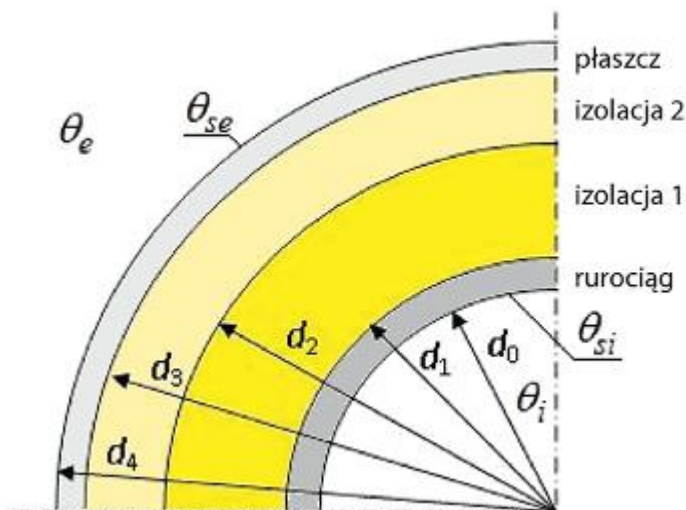
Izolacja prostych odcinków kanałów wentylacyjnych o przekroju okrągłym samoprzylepną matą lamelową KLIMAFIX

Nakłady na 1 m ² izolacji kanału Tablica 0106											
Lp.	Wyszczególnienie	Jednostki miary, oznaczenia	Obwód kanałów w mm do:								
	Robocizna, rodzaje materiałów i sprzętu	literowe	200	350	500	650	800	950	1200	powyżej 1200	
a	b	c	01	02	03	04	05	06	07	08	
01	Robocizna	r-g	0,164	0,151	0,142	0,135	0,133	0,130	0,128	0,127	
20	Mata lamelowa KLIMAFIX	m ²	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	
21	Taśma aluminiowa samoprzylepna	m	2,72	2,18	1,92	1,77	1,67	1,60	1,52	1,45	
70	Samochód skrzyniowy	m-g	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	

Tabela 3. Wzory do obliczeń jednostkowych strat ciepła dla rurociągu (przewodu)

Jednostkowe liniowe straty ciepła " q_L ", dla rurociągu wyraża się w [W/m] i oblicza się ze wzoru:

$$q_L = U_L \times (\theta_i - \theta_e) = \frac{1}{R_{si} + R_i + R_{se}} \times (\theta_i - \theta_e) \quad (2)$$



Rysunek poglądowy przekroju przykładowego rurociągu z zamontowaną dwuwarstwową izolacją ciepłochronną oraz z płaszczem ochronnym (liczba warstw $n=4$)

Liniowy opór cieplny R_i dla rurociągu z zamontowaną dwuwarstwową izolacją ciepłochronną z płaszczem ochronnym (liczba warstw $n=4$) wyraża się w [m K/W] oraz oblicza się wg wzoru:

$$R_i = \frac{1}{2\pi} \sum_{j=1}^4 \frac{1}{\lambda_j} \ln \left(\frac{d_j}{d_{j-1}} \right) \quad (3)$$

Tabela 4. Tablice logarytmu naturalnego (fragment)

In	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,10	0,0953	0,0962	0,0971	0,0980	0,0989	0,0998	0,1007	0,1017	0,1026	0,1035
1,11	0,1044	0,1053	0,1062	0,1071	0,1080	0,1089	0,1098	0,1106	0,1115	0,1124
1,12	0,1133	0,1142	0,1151	0,1160	0,1169	0,1178	0,1187	0,1196	0,1204	0,1213
1,13	0,1222	0,1231	0,1240	0,1249	0,1258	0,1266	0,1275	0,1284	0,1293	0,1302
1,14	0,1310	0,1319	0,1328	0,1337	0,1345	0,1354	0,1363	0,1371	0,1380	0,1389
1,15	0,1398	0,1406	0,1415	0,1424	0,1432	0,1441	0,1450	0,1458	0,1467	0,1476
1,16	0,1484	0,1493	0,1501	0,1510	0,1519	0,1527	0,1536	0,1544	0,1553	0,1561
1,17	0,1570	0,1579	0,1587	0,1596	0,1604	0,1613	0,1621	0,1630	0,1638	0,1647
1,18	0,1655	0,1664	0,1672	0,1681	0,1689	0,1697	0,1706	0,1714	0,1723	0,1731
1,19	0,1740	0,1748	0,1756	0,1765	0,1773	0,1781	0,1790	0,1798	0,1807	0,1815
1,20	0,1823	0,1832	0,1840	0,1848	0,1856	0,1865	0,1873	0,1881	0,1890	0,1898
1,21	0,1906	0,1914	0,1923	0,1931	0,1939	0,1947	0,1956	0,1964	0,1972	0,1980
1,22	0,1989	0,1997	0,2005	0,2013	0,2021	0,2029	0,2038	0,2046	0,2054	0,2062
1,23	0,2070	0,2078	0,2086	0,2095	0,2103	0,2111	0,2119	0,2127	0,2135	0,2143
1,24	0,2151	0,2159	0,2167	0,2175	0,2183	0,2191	0,2199	0,2207	0,2215	0,2223
1,25	0,2231	0,2239	0,2247	0,2255	0,2263	0,2271	0,2279	0,2287	0,2295	0,2303
1,26	0,2311	0,2319	0,2327	0,2335	0,2343	0,2351	0,2359	0,2367	0,2374	0,2382
1,27	0,2390	0,2398	0,2406	0,2414	0,2422	0,2429	0,2437	0,2445	0,2453	0,2461
1,28	0,2469	0,2476	0,2484	0,2492	0,2500	0,2508	0,2515	0,2523	0,2531	0,2539
1,29	0,2546	0,2554	0,2562	0,2570	0,2577	0,2585	0,2593	0,2601	0,2608	0,2616
1,30	0,2624	0,2631	0,2639	0,2647	0,2654	0,2662	0,2670	0,2677	0,2685	0,2693
1,31	0,2700	0,2708	0,2716	0,2723	0,2731	0,2738	0,2746	0,2754	0,2761	0,2769
1,32	0,2776	0,2784	0,2791	0,2799	0,2807	0,2814	0,2822	0,2829	0,2837	0,2844
1,33	0,2852	0,2859	0,2867	0,2874	0,2882	0,2889	0,2897	0,2904	0,2912	0,2919
1,34	0,2927	0,2934	0,2942	0,2949	0,2957	0,2964	0,2971	0,2979	0,2986	0,2994
1,35	0,3001	0,3008	0,3016	0,3023	0,3031	0,3038	0,3045	0,3053	0,3060	0,3067
1,36	0,3075	0,3082	0,3090	0,3097	0,3104	0,3112	0,3119	0,3126	0,3133	0,3141
1,37	0,3148	0,3155	0,3163	0,3170	0,3177	0,3185	0,3192	0,3199	0,3206	0,3214
1,38	0,3221	0,3228	0,3235	0,3243	0,3250	0,3257	0,3264	0,3271	0,3279	0,3286
1,39	0,3293	0,3300	0,3307	0,3315	0,3322	0,3329	0,3336	0,3343	0,3350	0,3358

Aby wyznaczyć wartość logarytmu naturalnego dla danej liczby:

1. należy daną liczbę zaokrąglić do trzech miejsc po przecinku,
2. należy w tabeli, w kolumnie **In** odnaleźć wiersz zawierający pierwszą, drugą i trzecią cyfrę znaczącą danej liczby,
3. na przecięciu się tego wiersza i kolumny w której nagłówku znajduje się czwarta cyfra znacząca znajduje się poszukiwana wartość logarytmu naturalnego.

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.

Ocenie podlegać będzie 5 rezultatów:

- zwymiarowany szkic izometryczny fragmentu przewodu wentylacyjnego z izolacją ciepłochronną o długości 0,9 m,
- zestawienie robót związanych z montażem izolacji ciepłochronnej przewodu wentylacyjnego – wykaz robót (część A),
- wykaz potrzebnych narzędzi i sprzętu – wykaz robót (część B),
- przedmiar robót związanych z wykonaniem izolacji ciepłochronnej przewodu wentylacyjnego,
- jednostkowe straty ciepła obliczone dla przewodu wentylacyjnego z wykonaną izolacją.

Zwymiarowany szkic izometryczny fragmentu o długości 0,9 m pionowego przewodu wentylacyjnego z izolacją cieplochronną

Wykaz robót związanych z montażem izolacji ciepłochronnej przewodu wentylacyjnego	
Lp.	Część A. Zestawienie robót związanych z montażem izolacji
Lp.	Część B. Wykaz potrzebnych narzędzi i sprzętu

Przedmiar robót związanych z wykonaniem izolacji cieplochronnej przewodu wentylacyjnego				
Lp.	Podstawa (nr tablicy KNR)	Wyszczególnienie robót Obliczenie ilości robót	Jednostka miary	Ilość

Obliczenie jednostkowych strat ciepła dla zaizolowanego przewodu

1. Obliczenie oporu cieplnego „ R_i ” przewodu zaizolowanego jedną warstwą ciepłochronną wełny mineralnej z pominięciem oporu cieplnego samego przewodu oraz oporu cieplnego płaszcza (liczba warstw $n=1$) wykorzystując wzór (4):

$$R_i = \frac{1}{2\pi} \times \frac{1}{\lambda_2} \times \ln \frac{d_2}{d_1} \left[\frac{m \times K}{W} \right] \quad (4)$$

gdzie:

$\lambda_2 = \dots\dots\dots$ [.....] – współczynnik przewodzenia ciepła wełny mineralnej

$d_1 = \dots\dots\dots$ [.....] – średnica zewnętrzna przewodu (bez izolacji)

$d_2 = \dots\dots\dots$ [.....] – średnica zewnętrzna przewodu z izolacją

$\frac{d_2}{d_1} = \dots\dots\dots$ - wartość ilorazu należy zaokrąglić do trzech miejsc po przecinku

$\ln \frac{d_2}{d_1} = \dots\dots\dots$

$R_i = \dots\dots\dots$ [.....]

2. Obliczenie liniowego współczynnika przenikania ciepła „ U_L ” z wzoru (5):

$$U_L = \frac{1}{R_{si} + R_i + R_{se}} \left[\frac{W}{m \times K} \right] \quad (5)$$

gdzie:

$R_{si} = \dots\dots\dots$ [.....] – opór przejmowania ciepła na powierzchni wewnętrznej przewodu

$R_{se} = \dots\dots\dots$ [.....] – opór przejmowania ciepła na powierzchni zewnętrznej płaszcza ochronnego izolacji ciepłochronnej przewodu

$U_L = \dots\dots\dots$ [.....]

3. Obliczenie jednostkowych strat ciepła zaizolowanego przewodu „ q_L ” z wzoru (6):

$$q_L = U_L \times (\theta_i - \theta_e) \left[\frac{W}{m} \right] \quad (6)$$

gdzie:

$\theta_i = \dots\dots\dots$ °C – temperatura medium wewnątrz przewodu,

$\theta_e = \dots\dots\dots$ °C – temperatura otoczenia

$q_L = \dots\dots\dots$ [.....]