

OBLICZENIA CIEPLNE

Temat:	PROJEKT TERMOMODERNIZACJI
Obiekt:	BUDYNEK GŁÓWNY PWiK Sp. z o.o.
Adres:	37-700 PRZEMYŚL, UL. ROKITNIAŃSKA 4
Jednostka proj.:	USŁUGI PROJEKTOWE - JACEK BARAN
Adres jedn. projekt.:	37-700 PRZEMYŚL, UL. MICKIEWICZA 28

Projektował:

Tytuł:	Imię i nazwisko:	Nr uprawnień:
INŻ.	JACEK BARAN	PDK/0167/PWOK/07
Podpis/pieczątka:		Nr wpisu do IIB:

Sprawdził:

Tytuł:	Imię i nazwisko:	Nr uprawnień:
MGR INŻ. ARCH.	TOMASZ RUDNIK	10/PKOKK/2016
Podpis/pieczątka:		Nr wpisu do IIB:

Nr zlecenia:	Faza:	Data:	Wydanie:
		20.08.2018	1

Przegroda 1 - strop nad I piętrzem - stan istniejący

Zestawienie materiałów

Nr	Nazwa materiału	λ	μ	d	R
1	Gлина	0.850	1.00	2.00	0.024
2	Mur z cegły ceramicznej pełnej	0.770	10.00	6.50	0.084
3	Piasek średni	0.400	1.00	3.00	0.075
4	Sosna i świerk - w poprzek włókien	0.160	110.00	4.00	0.250
5	Niewentylowana warstwa powietrza	1.125	1.00	18.00	0.160
6	Sosna i świerk - w poprzek włókien	0.160	110.00	2.00	0.125
7	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0.820	25.00	2.00	0.024
Suma oporów $\sum R_i =$					0.742

λ [W/(m. K)]

μ [-]

d [cm]

R [(m². K)/W]

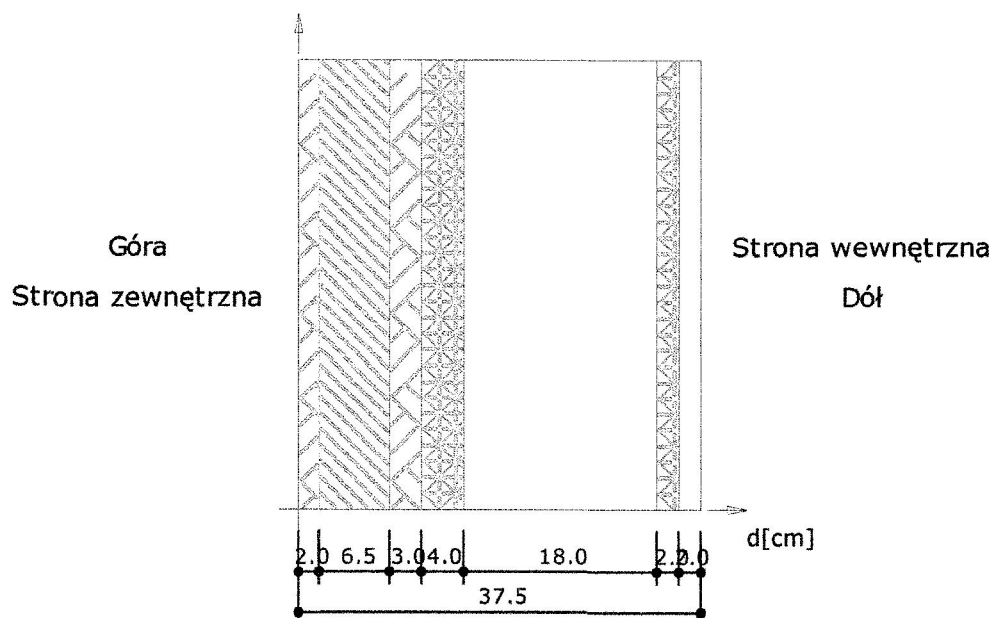
- współczynnik przewodzenia ciepła

- współczynnik przepuszczania pary wodnej

- grubość warstwy

- opór cieplny warstwy materiału

Układ warstw



Wyniki - przenikanie ciepła

Wyznaczenie temperatury zewnętrznej

Numer strefy klimatycznej: 35.

Temperatura obliczeniowa powietrza na zewnątrz budynku $T_e = -20.0^\circ\text{C}$

Wyznaczenie temperatury wewnętrznej

Pomieszczenie wewnętrzne: Pokoje biurowe, sale posiedzeń.

Temperatura obliczeniowa powietrza w pomieszczeniu $T_i = 20.0^\circ\text{C}$

Współczynnik przenikania ciepła

Opory przejmowania ciepła na powierzchniach przegrody:
 na powierzchni wewnętrznej

$$R_{si} = 0.130 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

na powierzchni zewnętrznej

$$R_{se} = 0.500 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

Opór całkowity

$$R_T = R_{si} + \sum R_i + R_{se} =$$

$$= 0.130 + 0.024 + 0.084 + 0.075 + 0.250 + 0.160 + 0.125 + 0.024 + 0.500 =$$

$$= 1.372 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

$$R = R_T = 1.372 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

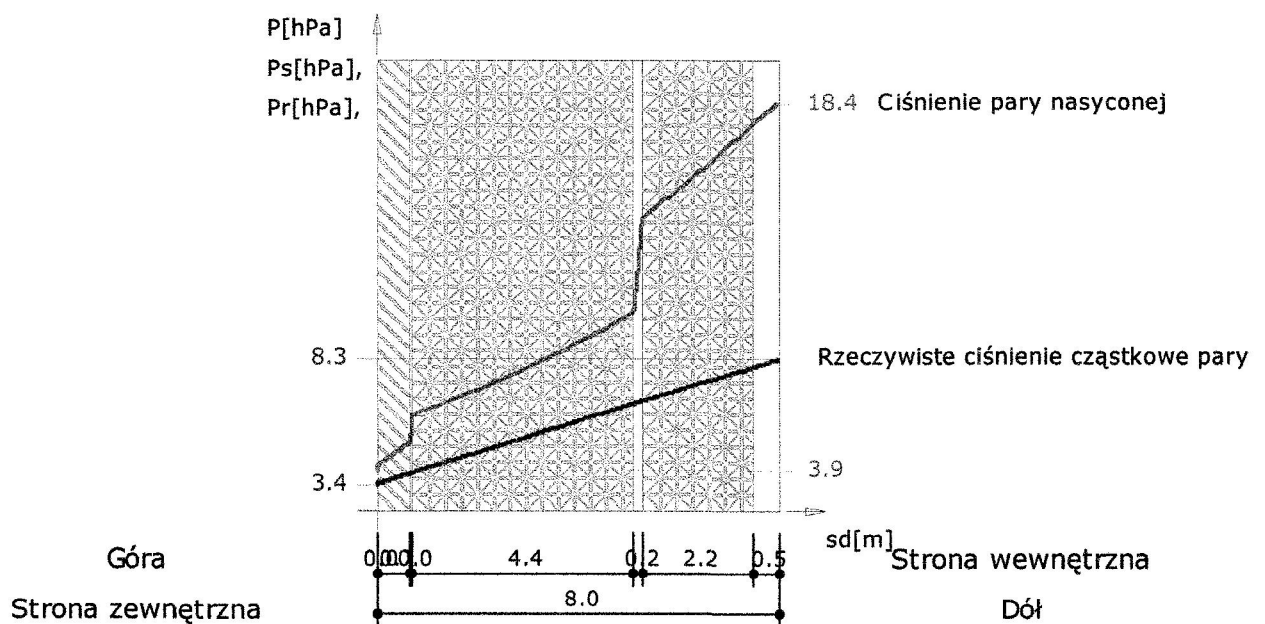
Współczynnik przenikania ciepła przez przegrodę

$$U = \frac{1}{R} = 0.729 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

$$U = 0.729 [\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}]$$

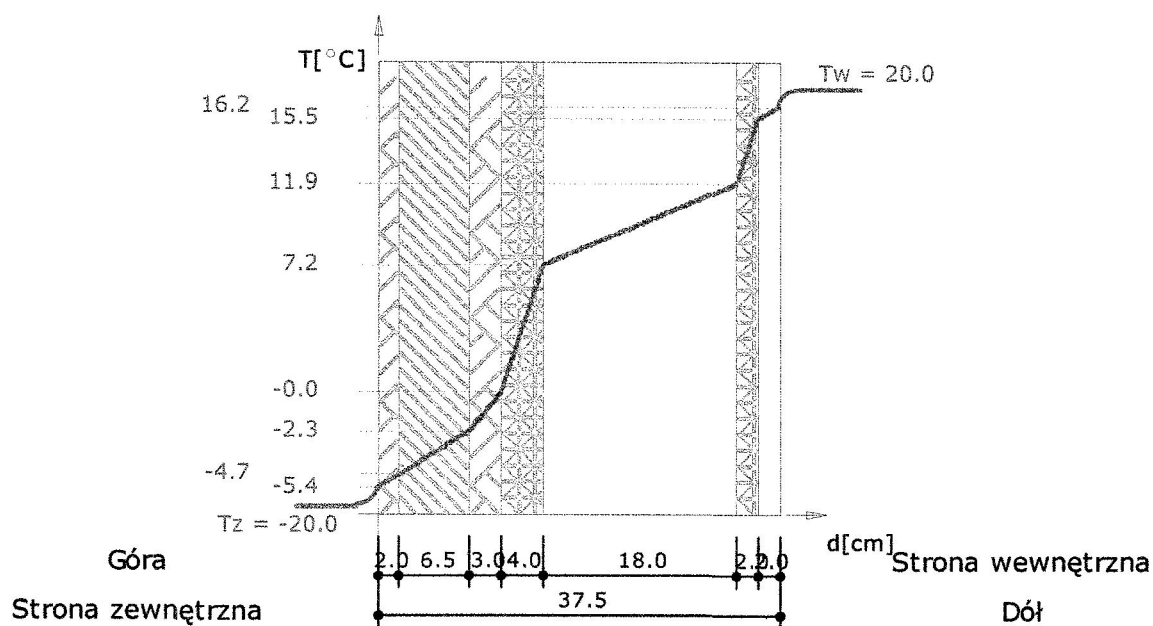
Wykresy rozkładu temperatury i ciśnień pary wodnej dla najbardziej niekorzystnych warunków pogodowych

Wykres rozkładu ciśnień na grubości przegrody



Wykres wykonano przy zachowaniu skali dla ekwiwalentnej grubości warstwy powietrza.

Wykres rozkładu temperatur na grubości przegrody



Wykres wykonano przy zachowaniu skali dla grubości warstw.

Temperatura powierzchni wewnętrznej wynosi $t_{\text{pow}} = 16.21$ °C

Temperatura punktu rosy wynosi $t_s = 7.71$ °C

Nie nastąpi wykroplenie pary wodnej na wewnętrznej powierzchni ściany

$$t_s + 1 = 8.71 < t_{\text{pow}} = 16.21$$

Przegroda 2 - strop nad I piętrem - stan projektowany

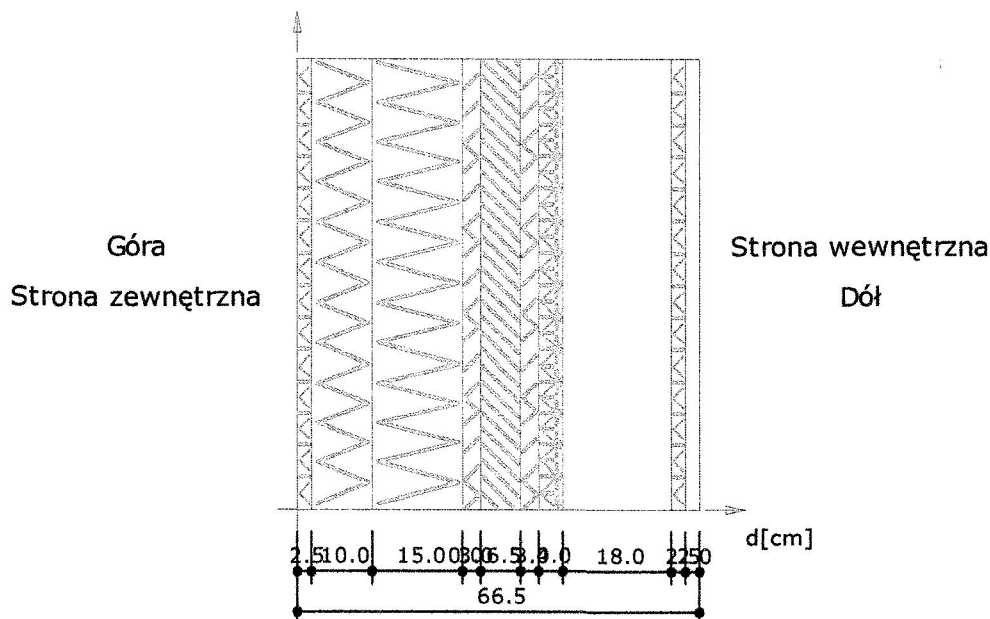
Zestawienie materiałów

Nr	Nazwa materiału	λ	μ	d	R
1	Sosna i świerk - w poprzek włókien	0.160	110.00	2.50	0.156
2	Wełna mineralna w płytach gr.10cm	0.039	1.30	10.00	2.564
3	Wełna mineralna w płytach gr. 15cm	0.036	1.30	15.00	4.167
4	Folia paroizolacyjna	0.200	1.00	0.03	0.002
5	Gлина	0.850	1.00	3.00	0.035
6	Mur z cegły ceramicznej pełnej	0.770	10.00	6.50	0.084
7	Piasek średni	0.400	1.00	3.00	0.075
8	Sosna i świerk - w poprzek włókien	0.160	110.00	4.00	0.250
9	Niewentylowana warstwa powietrza	1.125	1.00	18.00	0.160
10	Sosna i świerk - w poprzek włókien	0.160	110.00	2.50	0.156
11	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0.820	25.00	2.00	0.024
Suma oporów $\Sigma R_i =$					7.674

λ [W/(m. K)]
 μ [-]
 d [cm]
 R [(m². K)/W]

- współczynnik przewodzenia ciepła
 - współczynnik przepuszczania pary wodnej
 - grubość warstwy
 - opór cieplny warstwy materiału

Układ warstw



Wyniki - przenikanie ciepła

Wyznaczenie temperatury zewnętrznej

Numer strefy klimatycznej: 35.

Temperatura obliczeniowa powietrza na zewnątrz budynku $T_e = -20.0^\circ\text{C}$

Wyznaczenie temperatury wewnętrznej

Pomieszczenie wewnętrzne: Pokoje biurowe, sale posiedzeń.

Temperatura obliczeniowa powietrza w pomieszczeniu $T_i = 20.0^\circ\text{C}$

Współczynnik przenikania ciepła

Opory przejmowania ciepła na powierzchniach przegrody:
 na powierzchni wewnętrznej

$$R_{si} = 0.100 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

na powierzchni zewnętrznej

$$R_{se} = 0.040 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Opór całkowity

$$R_T = R_{si} + \sum R_i + R_{se} =$$

$$= 0.100 + 0.156 + 2.564 + 4.167 + 0.002 + 0.035 + 0.084 + 0.075 + 0.250 + 0.160 + 0.156 + 0.024 + 0.040 =$$

$$= 7.814 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

$$R = R_T = 7.814 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

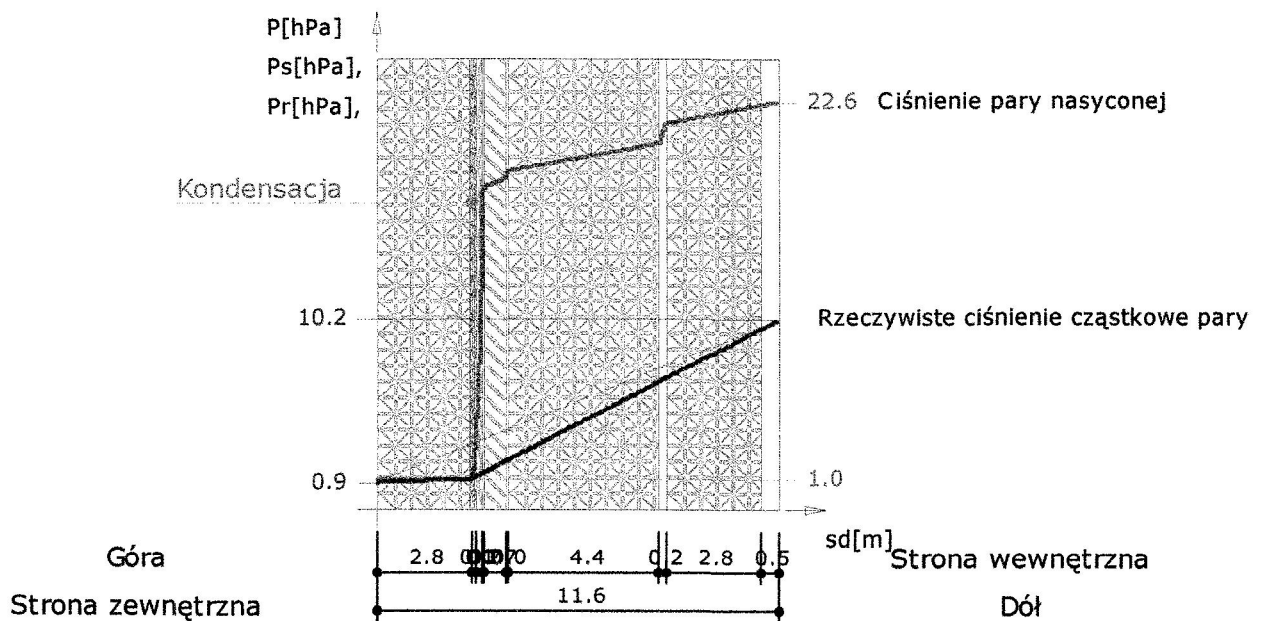
Współczynnik przenikania ciepła przez przegrodę

$$U = \frac{1}{R} = 0.128 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

$$U = 0.128 [W/m^2 \cdot K]$$

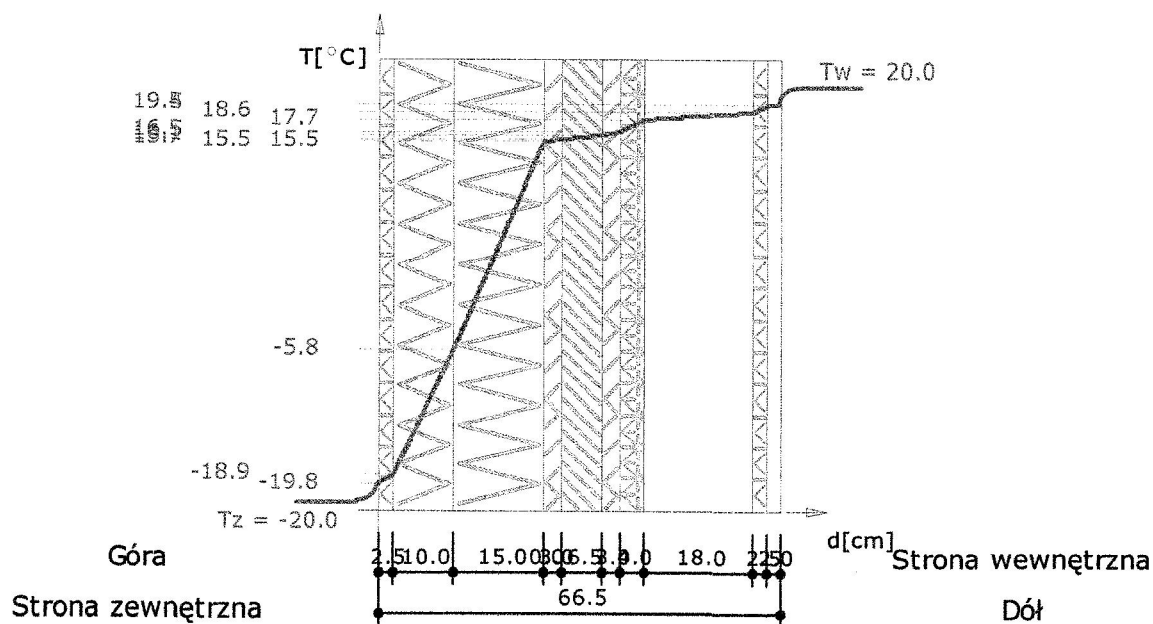
Wykresy rozkładu temperatury i ciśnień pary wodnej dla najbardziej niekorzystnych warunków pogodowych

Wykres rozkładu ciśnień na grubości przegrody



Wykres wykonano przy zachowaniu skali dla ekwiwalentnej grubości warstwy powietrza.

Wykres rozkładu temperatur na grubości przegrody



Wykres wykonano przy zachowaniu skali dla grubości warstw.

Temperatura powierzchni wewnętrznej wynosi $t_{\text{pow}} = 19.49 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Temperatura punktu rosy wynosi $t_s = 7.71 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Nie nastąpi wykroplenie pary wodnej na wewnętrznej powierzchni ściany

$$t_s + 1 = 8.71 < t_{\text{pow}} = 19.49$$

Przegroda 3 - Strop nad piwnicą - stan istniejący

Zestawienie materiałów

Nr	Nazwa materiału	λ	μ	d	R
1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0.820	25.00	1.50	0.018
2	Mur z cegły ceramicznej pełnej	0.770	10.00	12.00	0.156
3	Żużel paleniskowy(700)	0.220	2.00	4.00	0.182
4	Tynk lub gładź cementowa	1.000	30.00	5.00	0.050
5	Dąb - w poprzek włókien	0.220	40.00	2.50	0.114
Suma oporów $\Sigma R_i =$					0.520

λ [W/(m.K)]

μ [-]

d [cm]

R [(m².K)/W]

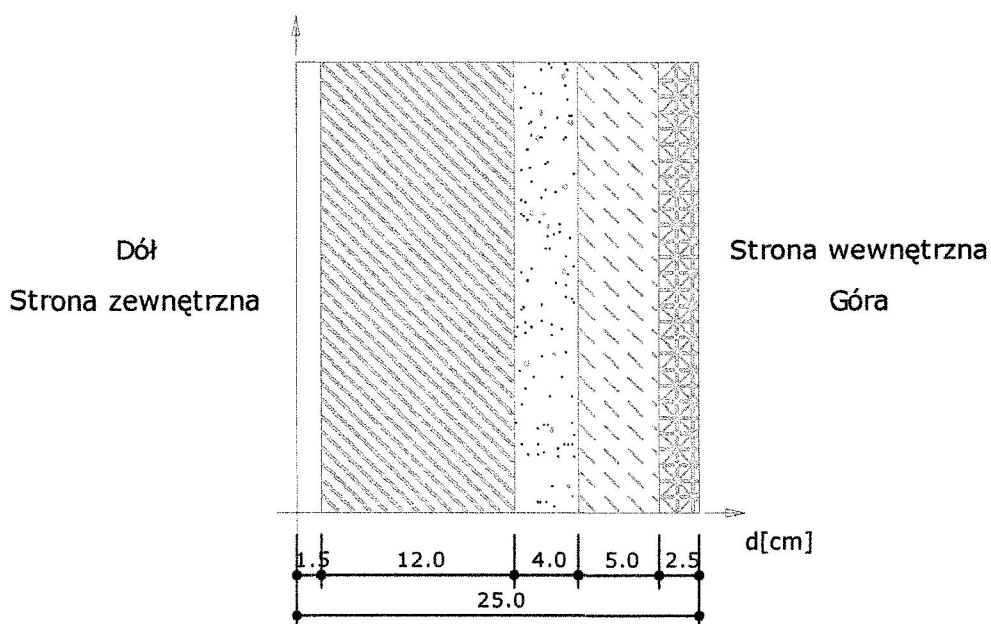
- współczynnik przewodzenia ciepła

- współczynnik przepuszczania pary wodnej

- grubość warstwy

- opór cieplny warstwy materiału

Układ warstw



Wyniki - przenikanie ciepła

Wyznaczenie temperatury zewnętrznej

Numer strefy klimatycznej: 35.

Temperatura obliczeniowa powietrza na zewnątrz budynku $T_e = 16.0^{\circ}\text{C}$

Wyznaczenie temperatury wewnętrznej

Pomieszczenie wewnętrzne: Pokoje biurowe, sale posiedzeń.

Temperatura obliczeniowa powietrza w pomieszczeniu $T_i = 20.0^{\circ}\text{C}$

Współczynnik przenikania ciepła

Opory przejmowania ciepła na powierzchniach przegrody:
na powierzchni wewnętrznej

$$R_{si} = 0.170 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

na powierzchni zewnętrznej

$$R_{se} = 0.170 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

Opór całkowity

$$R_T = R_{si} + \Sigma R_i + R_{se} =$$

$$= 0.170 + 0.018 + 0.156 + 0.182 + 0.050 + 0.114 + 0.170 =$$

$$= 0.860 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

$$R = R_r = 0.860 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

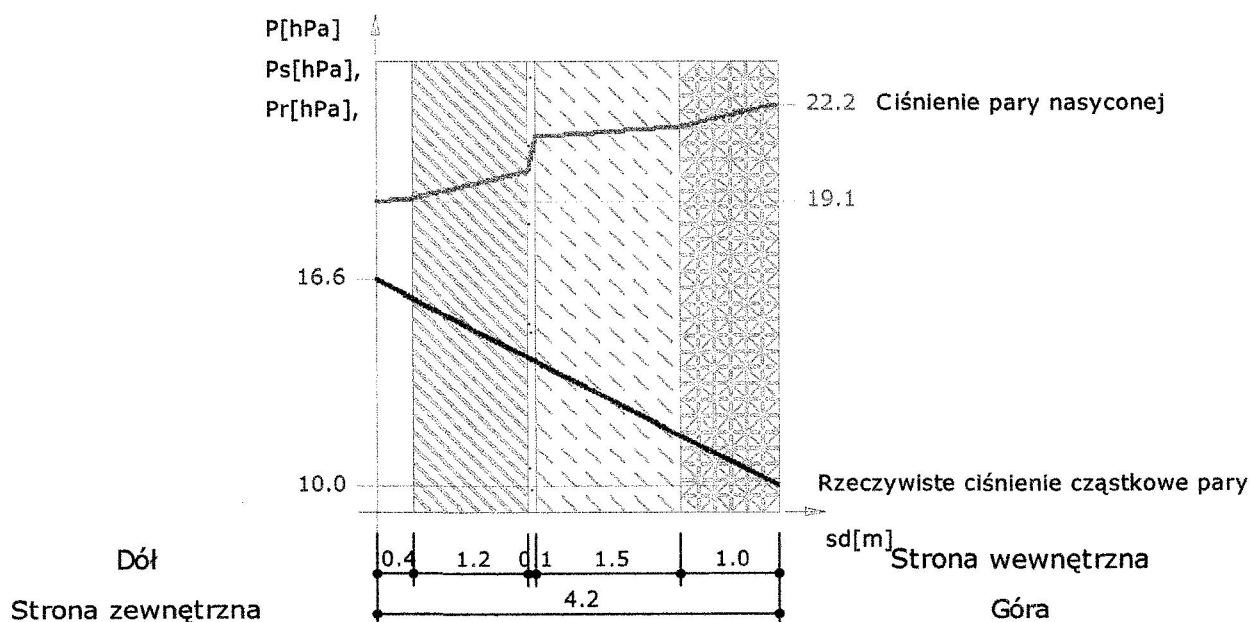
Współczynnik przenikania ciepła przez przegrodę

$$U = \frac{1}{R} = 1.163 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

$$U = 1.163 [\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}]$$

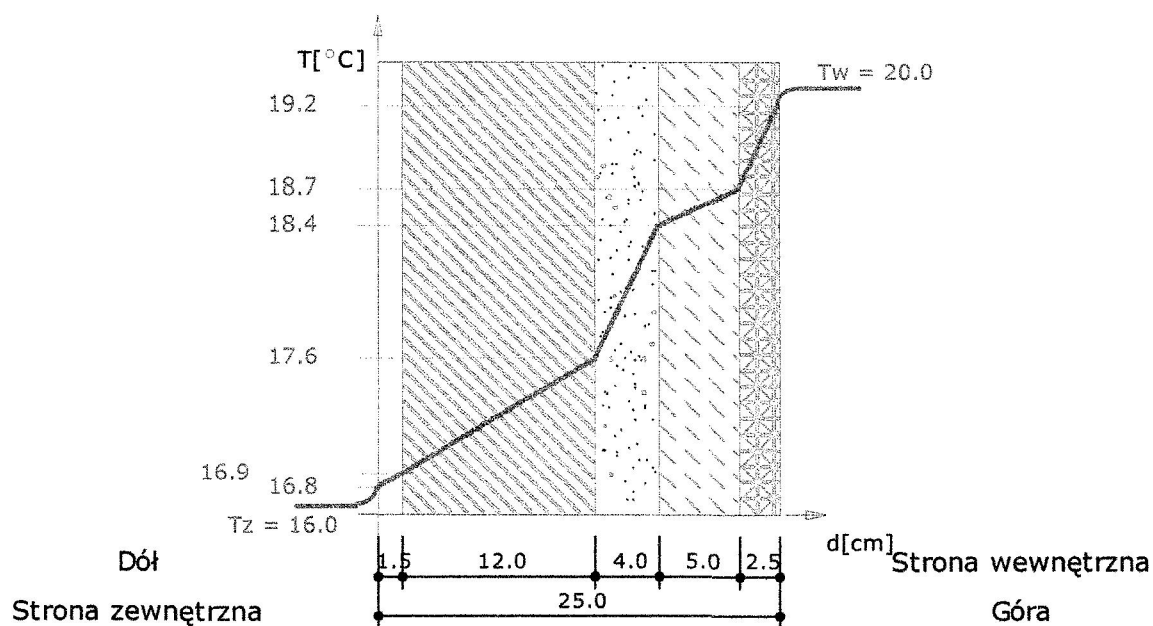
Wykresy rozkładu temperatury i ciśnień pary wodnej dla najbardziej niekorzystnych warunków pogodowych

Wykres rozkładu ciśnień na grubości przegrody



Wykres wykonano przy zachowaniu skali dla ekwiwalentnej grubości warstwy powietrza.

Wykres rozkładu temperatur na grubości przegrody



Wykres wykonano przy zachowaniu skali dla grubości warstw.

Temperatura powierzchni wewnętrznej wynosi $t_{\text{pow}} = 19.21$ °C

Temperatura punktu rosy wynosi $t_s = 7.71$ °C

Nie nastąpi wykroplenie pary wodnej na wewnętrznej powierzchni ściany

$$t_s + 1 = 8.71 < t_{\text{pow}} = 19.21$$

Przegroda 4 - Ściana zewnętrzna - stan istniejący

Zestawienie materiałów

Nr	Nazwa materiału	λ	μ	d	R
1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0.820	25.00	2.00	0.024
2	Mur z cegły ceramicznej pełnej	0.770	10.00	40.00	0.519
3	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0.820	25.00	2.00	0.024
Suma oporów $\Sigma R_i =$					0.568

λ [W/(m.K)]

μ [-]

d [cm]

R [(m².K)/W]

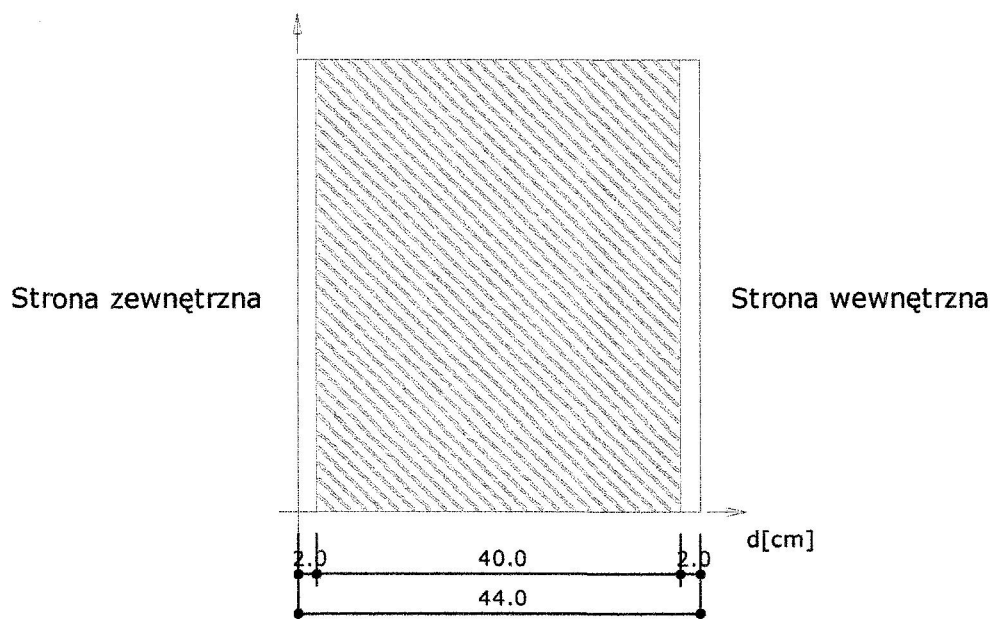
- współczynnik przewodzenia ciepła

- współczynnik przepuszczania pary wodnej

- grubość warstwy

- opór cieplny warstwy materiału

Układ warstw



Wyniki - przenikanie ciepła

Wyznaczenie temperatury zewnętrznej

Numer strefy klimatycznej: 2.

Temperatura obliczeniowa powietrza na zewnątrz budynku $T_e = -18.0^\circ\text{C}$

Wyznaczenie temperatury wewnętrznej

Pomieszczenie wewnętrzne: Pokoje biurowe, sale posiedzeń.

Temperatura obliczeniowa powietrza w pomieszczeniu $T_i = 20.0^\circ\text{C}$

Współczynnik przenikania ciepła

Opory przejmowania ciepła na powierzchniach przegrody:

na powierzchni wewnętrznej

$$R_{si} = 0.130 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

na powierzchni zewnętrznej

$$R_{se} = 0.040 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

Opór całkowity

$$R_T = R_{si} + \Sigma R_i + R_{se} =$$

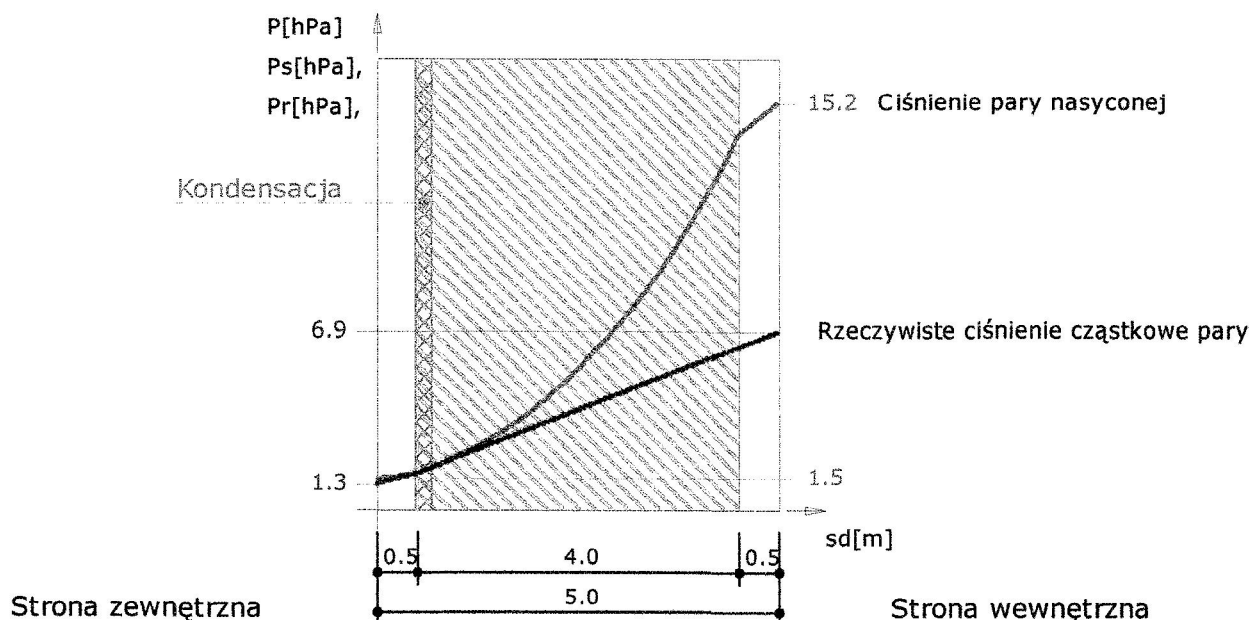
$$= 0.130 + 0.024 + 0.519 + 0.024 + 0.040 =$$

$$R = R_T = 0.738 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

$$U = \frac{1}{R} = 1.355 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

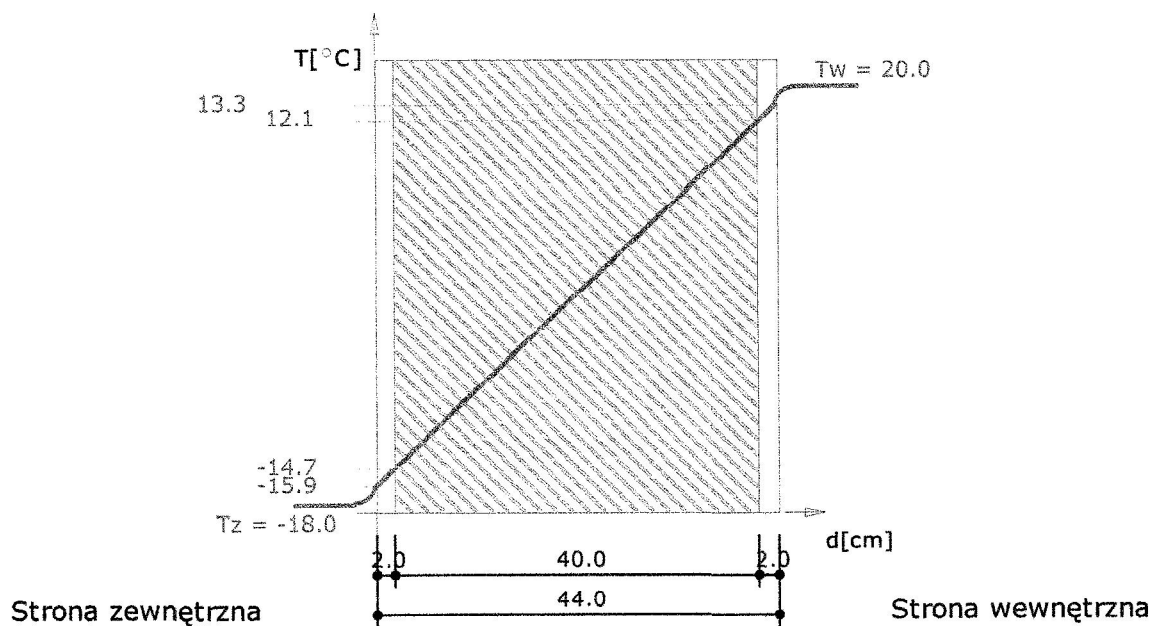
$$U = 1.355 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{K]}$$

Wykres rozkładu ciśnień na grubości przegrody



Wykres wykonano przy zachowaniu skali dla ekwiwalentnej grubości warstwy powietrza.

Wykres rozkładu temperatur na grubości przegrody



Wykres wykonano przy zachowaniu skali dla grubości warstw.

Temperatura powierzchni wewnętrznej wynosi $t_{\text{pow}} = 13,31$ °C

Temperatura punktu rosy wynosi $t_s = 7,71$ °C

Nie nastąpi wykroplenie pary wodnej na wewnętrznej powierzchni ściany

$$t_s + 1 = 8,71 < t_{\text{pow}} = 13,31$$

Przegroda 5 - Ściana zewnętrzna wsch. - stan projektowany

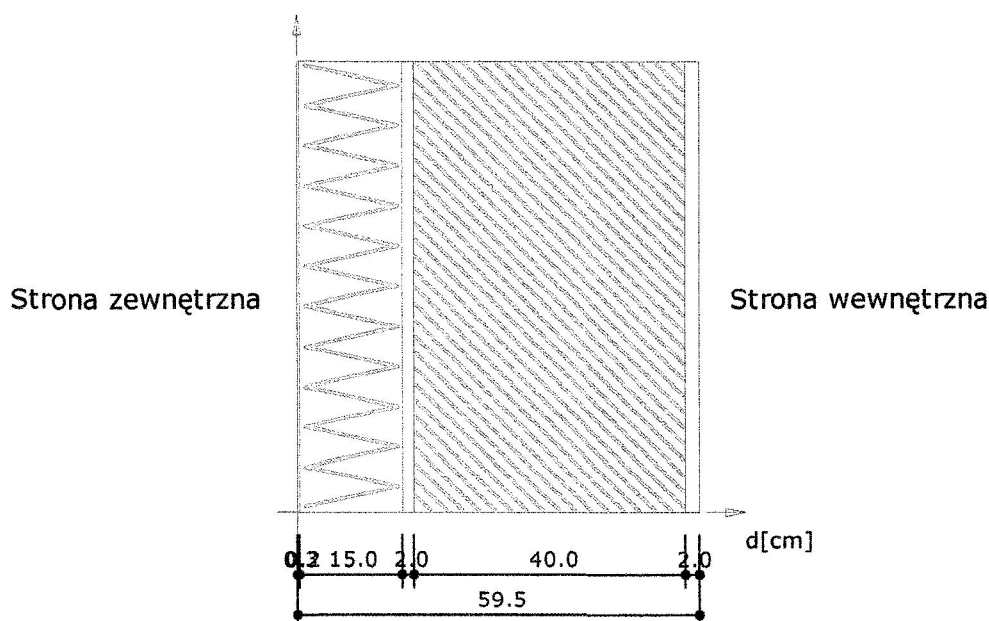
Zestawienie materiałów

Nr	Nazwa materiału	λ	μ	d	R
1	Tynk silikatowy	0.800	105.00	0.30	0.004
2	Zaprawa klejająca + siatka	1.000	50.00	0.20	0.002
3	Styropian	0.032	80.00	15.00	4.688
4	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0.820	25.00	2.00	0.024
5	Mur z cegły ceramicznej pełnej	0.770	10.00	40.00	0.519
6	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0.820	25.00	2.00	0.024
Suma oporów $\Sigma R_i =$					5.262

λ [W/(m. K)]
 μ [-]
 d [cm]
 R [(m². K)/W]

- współczynnik przewodzenia ciepła
 - współczynnik przepuszczania pary wodnej
 - grubość warstwy
 - opór cieplny warstwy materiału

Układ warstw



Wyniki - przenikanie ciepła

Wyznaczenie temperatury zewnętrznej

Numer strefy klimatycznej: 2.

Temperatura obliczeniowa powietrza na zewnątrz budynku $T_e = -20.0^\circ\text{C}$

Wyznaczenie temperatury wewnętrznej

Pomieszczenie wewnętrzne: Pokoje biurowe, sale posiedzeń.

Temperatura obliczeniowa powietrza w pomieszczeniu $T_i = 20.0^\circ\text{C}$

Współczynnik przenikania ciepła

Opory przejmowania ciepła na powierzchniach przegrody:

na powierzchni wewnętrznej

$$R_{si} = 0.130 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

na powierzchni zewnętrznej

$$R_{se} = 0.040 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

Opór całkowity

$$R_T = R_{si} + \sum R_i + R_{se} =$$

$$= 0.130 + 0.004 + 0.002 + 4.688 + 0.024 + 0.519 + 0.024 + 0.040 =$$

$$= 5.432 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

$$R = R_T = 5.432 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

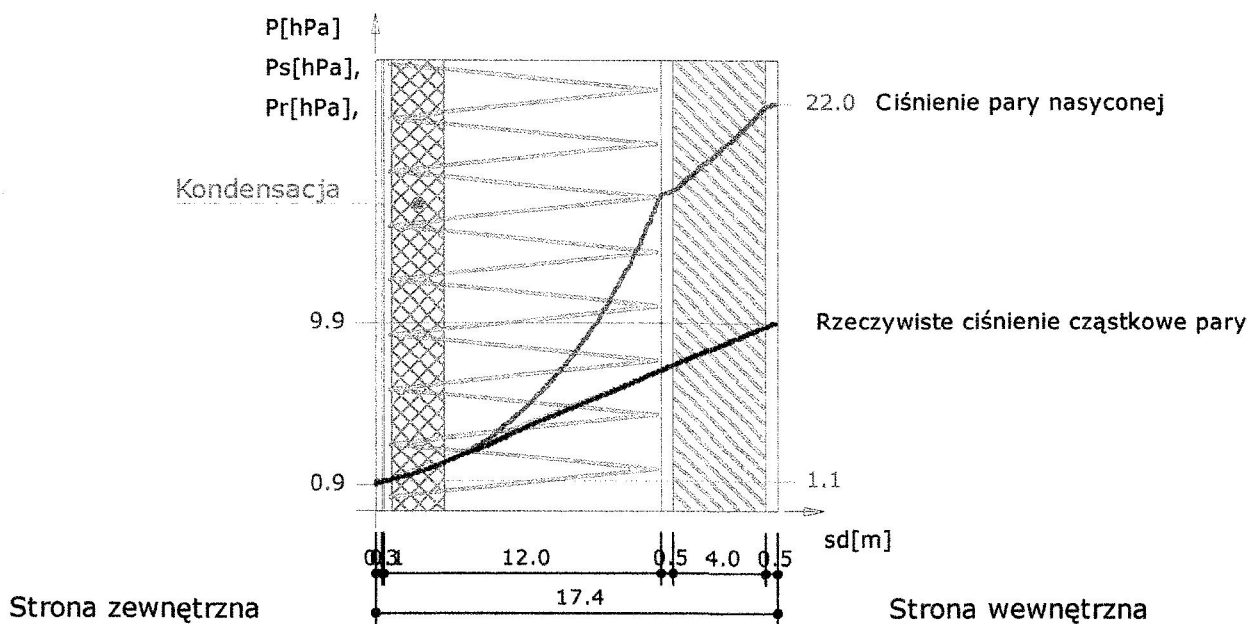
Współczynnik przenikania ciepła przez przegrodę

$$U = \frac{1}{R} = 0.184 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

$$U = 0.184 [\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}]$$

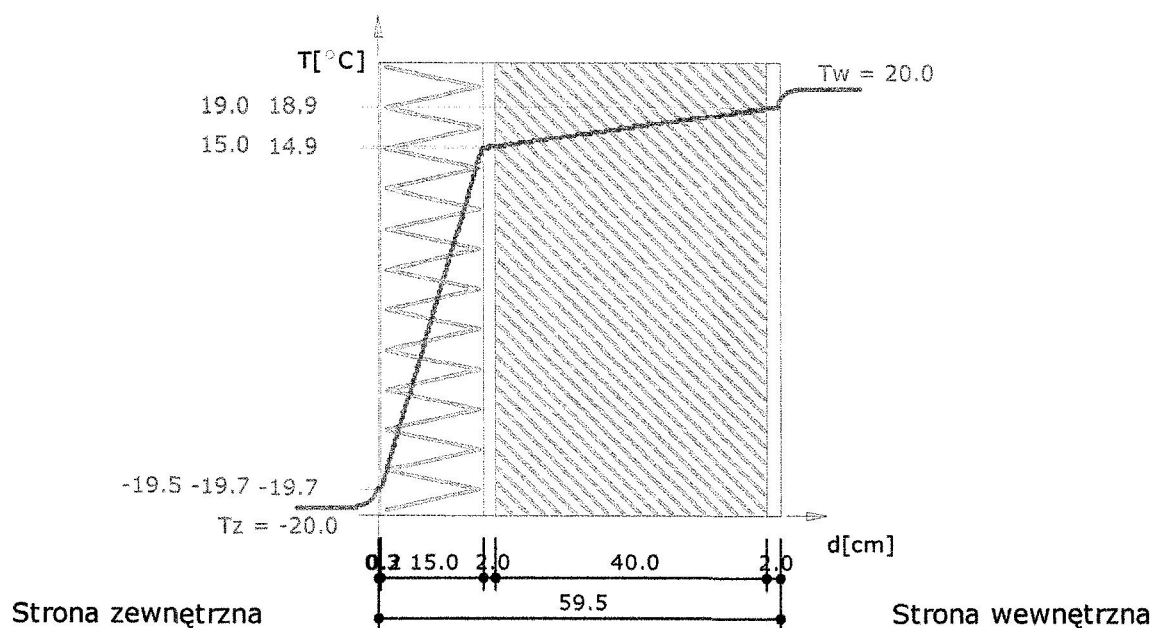
Wykresy rozkładu temperatury i ciśnień pary wodnej dla najbardziej niekorzystnych warunków pogodowych

Wykres rozkładu ciśnień na grubości przegrody



Wykres wykonano przy zachowaniu skali dla ekwiwalentnej grubości warstwy powietrza.

Wykres rozkładu temperatur na grubości przegrody



Wykres wykonano przy zachowaniu skali dla grubości warstw.

Temperatura powierzchni wewnętrznej wynosi $t_{\text{pow}} = 19,04$ °C

Temperatura punktu rosy wynosi $t_s = 7,71$ °C

Nie nastąpi wykroplenie pary wodnej na wewnętrznej powierzchni ściany

$$t_s + 1 = 8,71 < t_{\text{pow}} = 19,04$$

Przegroda 6 - Ściana zewnętrzna pld, zach, pln - stan projektowany

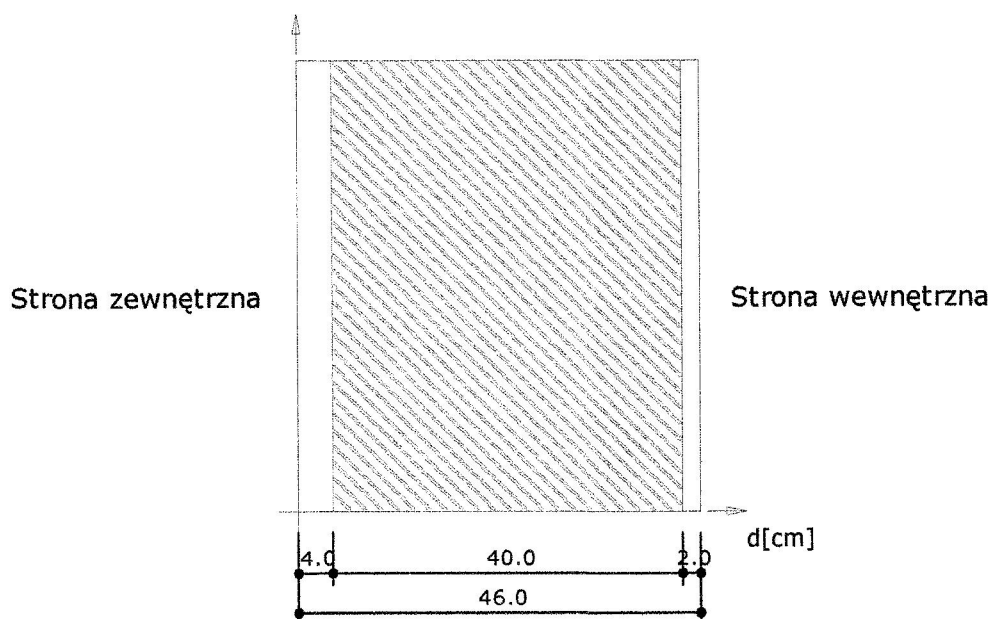
Zestawienie materiałów

Nr	Nazwa materiału	λ	μ	d	R
1	Termoizolacyjny tyn perlitowy Klasa CSII	0.064	25.00	4.00	0.625
2	Mur z cegły ceramicznej pełnej	0.770	10.00	40.00	0.519
3	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0.820	25.00	2.00	0.024
Suma oporów $\Sigma R_i =$					1.169

λ [W/(m.K)]
 μ [-]
d [cm]
R [(m².K)/W]

- współczynnik przewodzenia ciepła
- współczynnik przepuszczania pary wodnej
- grubość warstwy
- opór cieplny warstwy materiału

Układ warstw



Wyniki - przenikanie ciepła

Wyznaczenie temperatury zewnętrznej

Numer strefy klimatycznej: 3.

Temperatura obliczeniowa powietrza na zewnątrz budynku $T_e = -20.0^\circ\text{C}$

Wyznaczenie temperatury wewnętrznej

Pomieszczenie wewnętrzne: Pokoje biurowe, sale posiedzeń.

Temperatura obliczeniowa powietrza w pomieszczeniu $T_i = 20.0^\circ\text{C}$

Współczynnik przenikania ciepła

Opory przejmowania ciepła na powierzchniach przegrody:
na powierzchni wewnętrznej

$$R_{si} = 0.130 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

na powierzchni zewnętrznej

$$R_{se} = 0.040 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

Opór całkowity

$$R_T = R_{si} + \Sigma R_i + R_{se} =$$

$$= 0.130 + 0.625 + 0.519 + 0.024 + 0.040 =$$

$$= 1.339 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

$$R = R_T = 1.339 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

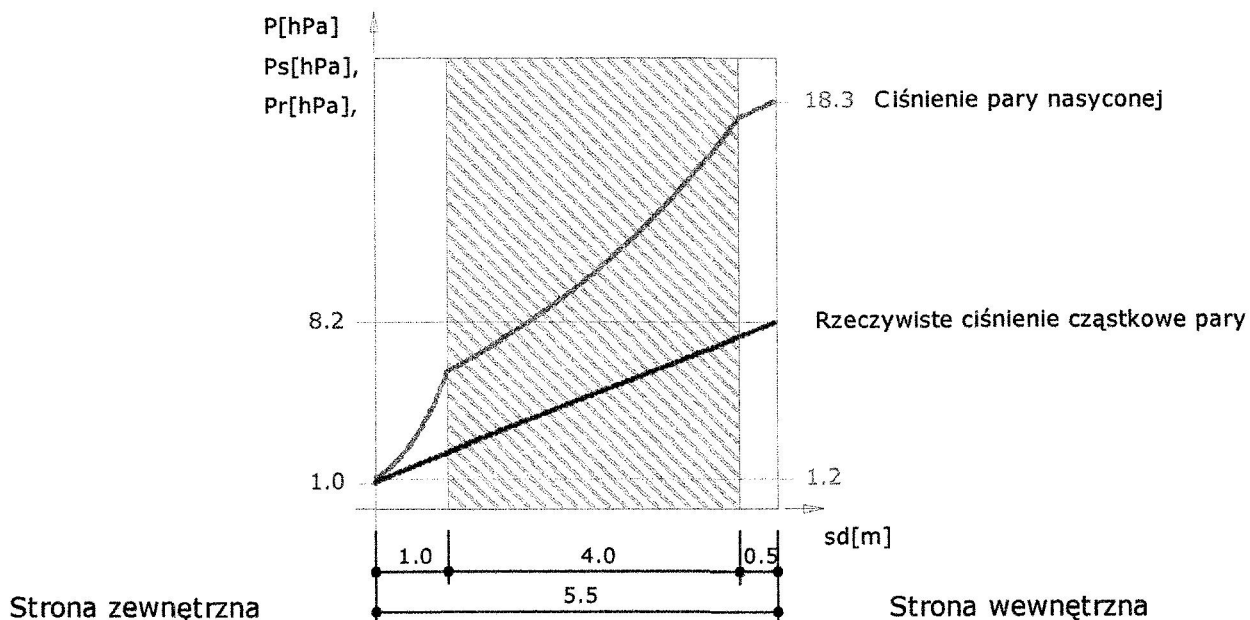
Współczynnik przenikania ciepła przez przegrodę

$$U = \frac{1}{R} = 0.747 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

$$U = 0.747 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{K]}$$

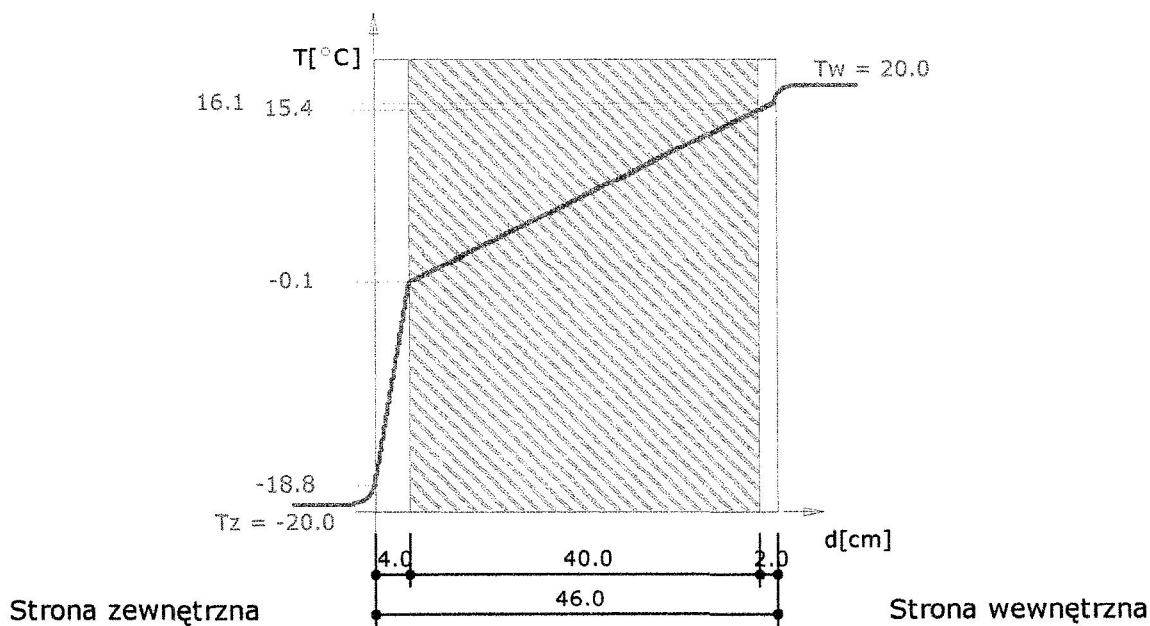
Wykresy rozkładu temperatury i ciśnień pary wodnej dla najbardziej niekorzystnych warunków pogodowych

Wykres rozkładu ciśnień na grubości przegrody



Wykres wykonano przy zachowaniu skali dla ekwiwalentnej grubości warstwy powietrza.

Wykres rozkładu temperatur na grubości przegrody



Wykres wykonano przy zachowaniu skali dla grubości warstw.

Temperatura powierzchni wewnętrznej wynosi $t_{\text{pow}} = 16.12$ °C

Temperatura punktu rosy wynosi $t_s = 7.71$ °C

Nie nastąpi wykroplenie pary wodnej na wewnętrznej powierzchni ściany

$$t_s + 1 = 8.71 < t_{\text{pow}} = 16.12$$

Przegroda 7 - Ściana zewnętrzna piwnic - stan istniejący

Zestawienie materiałów

Nr	Nazwa materiału	λ	μ	d	R
1	Masa bitumiczna	0.180	20000.00	0.10	0.006
2	Tynk lub gładź cementowa	1.000	30.00	2.00	0.020
3	Mur z cegły ceramicznej pełnej	0.770	10.00	56.00	0.727
4	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0.820	25.00	2.00	0.024
Suma oporów $\Sigma R_i =$					0.777

λ [W/(m.K)]

μ [-]

d [cm]

R [(m².K)/W]

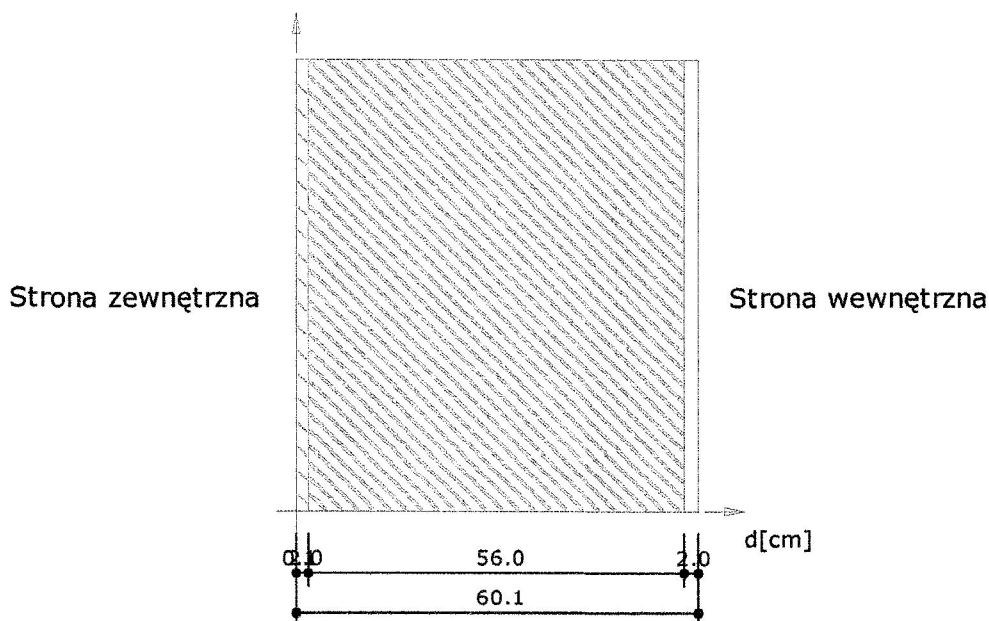
- współczynnik przewodzenia ciepła

- współczynnik przepuszczania pary wodnej

- grubość warstwy

- opór cieplny warstwy materiału

Układ warstw



Wyniki - przenikanie ciepła

Wyznaczenie temperatury zewnętrznej

Numer strefy klimatycznej: 35.

Temperatura obliczeniowa powietrza na zewnątrz budynku $T_e = -20.0^\circ\text{C}$

Wyznaczenie temperatury wewnętrznej

Pomieszczenie wewnętrzne: Pokoje biurowe, sale posiedzeń.

Temperatura obliczeniowa powietrza w pomieszczeniu $T_i = 20.0^\circ\text{C}$

Wyznaczenie oporu gruntu

Zagłębienie górnej powierzchni podłogi pod poziomem terenu = 0.90m

Opór od gruntu

$$R_{gr} = 0.36 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

Współczynnik przenikania ciepła

Opory przejmowania ciepła na powierzchniach przegrody:
na powierzchni wewnętrznej

$$R_{si} = 0.130 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

na powierzchni zewnętrznej

$$R_{se} = 0.500 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Opór całkowity

$$R_T = R_{si} + \sum R_i + R_{se} =$$

$$= 0.130 + 0.006 + 0.020 + 0.727 + 0.024 + 0.500 =$$

$$= 1.407 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Zwiększenie oporu całkowitego przy uwzględnieniu oporu gruntu przylegającego do przegrody

$$R = R_T + R_{gr} = 1.767 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Współczynnik przenikania ciepła przez przegrodę

$$U = \frac{1}{R} = 0.566 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

$U = 0.566 [W/m^2 \cdot K]$

Przegroda 8 - Ściana zewnętrzna piwnic wsch. - stan projektowany

Zestawienie materiałów

Nr	Nazwa materiału	λ	μ	d	R
1	Folia polietylenowa	0.200	1.00	0.10	0.005
2	Styropian	0.031	80.00	10.00	3.226
3	Masa bitumiczna	0.180	20000.00	0.10	0.006
4	Tynk lub gładź cementowa	1.000	30.00	2.00	0.020
5	Mur z cegły ceramicznej pełnej	0.770	10.00	56.00	0.727
6	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0.820	25.00	2.00	0.024
Suma oporów $\Sigma R_i =$					4.008

λ [W/(m·K)]

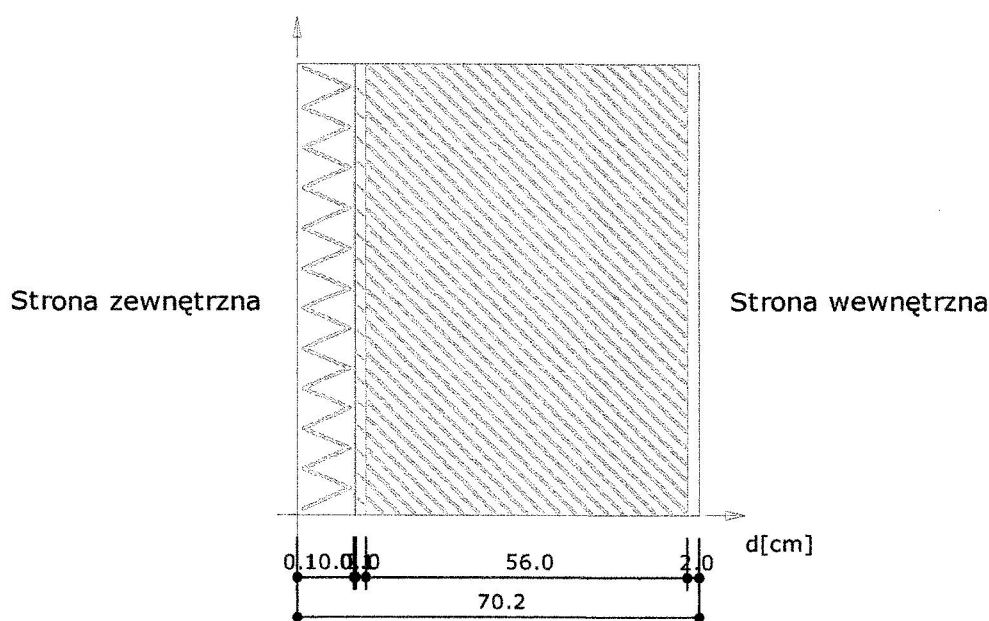
μ [-]

d [cm]

R [(m²·K)/W]

- współczynnik przewodzenia ciepła
- współczynnik przepuszczania pary wodnej
- grubość warstwy
- opór cieplny warstwy materiału

Układ warstw



Wyniki - przenikanie ciepła

Wyznaczenie temperatury zewnętrznej

Numer strefy klimatycznej: 35.

Temperatura obliczeniowa powietrza na zewnątrz budynku $T_e = -20.0^\circ\text{C}$

Wyznaczenie temperatury wewnętrznej

Pomieszczenie wewnętrzne: Pokoje biurowe, sale posiedzeń.

Temperatura obliczeniowa powietrza w pomieszczeniu $T_i = 20.0^\circ\text{C}$

Wyznaczenie oporu gruntu

Zagłębienie górnej powierzchni podłogi pod poziomem terenu = 0.90m

Opór od gruntu

$$R_{gr} = 0.36 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

Współczynnik przenikania ciepła

Opory przejmowania ciepła na powierzchniach przegrody:
na powierzchni wewnętrznej

$$R_{si} = 0.130 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

na powierzchni zewnętrznej

$$R_{se} = 0.800 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

Opór całkowity

$$R_T = R_{si} + \sum R_i + R_{se} =$$

$$= 0.130 + 0.005 + 3.226 + 0.006 + 0.020 + 0.727 + 0.024 + 0.800 =$$

$$= 4.938 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

Zwiększenie oporu całkowitego przy uwzględnieniu oporu gruntu przylegającego do przegrody

$$R = R_T + R_{gr} = 5.298 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

Współczynnik przenikania ciepła przez przegrodę

$$U = \frac{1}{R} = 0.189 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

$U = 0.189 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{K]}$
--