

# OBLICZENIA WSPÓŁCZYNNIKÓW PRZENIKANIA CIEPŁA

Temat:	REMONT BUDYNKU PUBLICZNEJ SZKOŁY PODSTAWOWEJ W KLIMONTOWIE POLEGAJĄCY NA DIOCIEPLENIU SCIAN ZEWNĘTRZNYCH
Obiekt:	Inwestor : GMINA KLIMONTÓW UL. ZYSMANA 1 27-640 KLIMONTÓW
Adres:	<u>Adres budowy:</u> KLIMONTÓW ul. Szkolna 1 27-640 KLIMONTÓW

**Projektował:**

Tytuł:	Imię i nazwisko:	Nr uprawnień:	
inż	ANDRZEJ BRACHA	261/KL/87	
Podpis/pieczałka:		Nr wpisu do IIB:	
Nr zlecenia:	Faza:	Data:	Wydanie:
	PTJ	2010-01-21	

### TERMOMODERNIZACJA

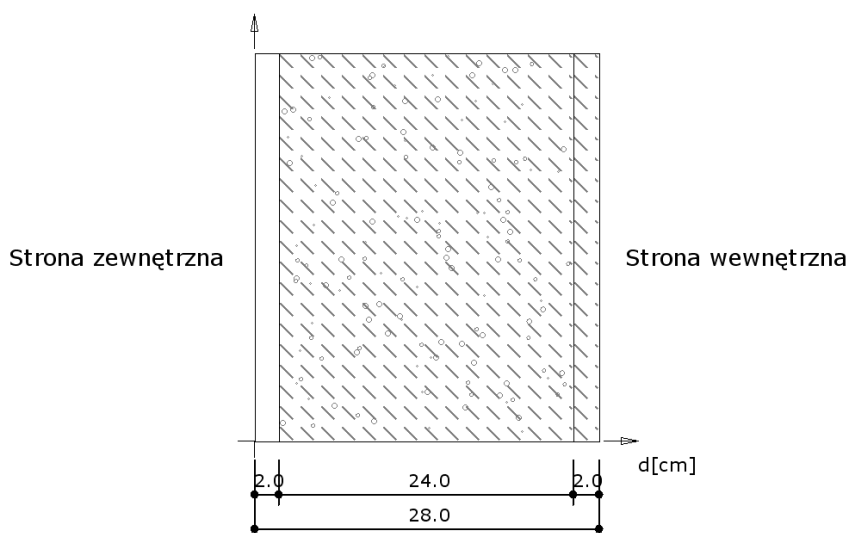
#### Przegroda 1 - ŚCIANA OSŁONOWA ZEWNĘTRZNA PRZED DOCIEPLENIEM

##### Zestawienie materiałów

Nr	Nazwa materiału	$\lambda$	$\mu$	d	R
1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0.820	25.00	2.00	0.024
2	Mur z betonu komórk.(600)	0.300	7.00	24.00	0.800
3	Tynk lub gładź cementowa	1.000	30.00	2.00	0.020
Suma oporów $\Sigma R_i =$					0.844

$\lambda$ [W/(m·K)]	- współczynnik przewodzenia ciepła
$\mu$ [-]	- współczynnik przepuszczania pary wodnej
d [cm]	- grubość warstwy
R [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	- opór cieplny warstwy materiału

##### Układ warstw



#### Wyniki - przenikanie ciepła

##### Wyznaczenie temperatury zewnętrznej

Numer strefy klimatycznej: 14.

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

##### Wyznaczenie temperatury wewnętrznej

Pomieszczenie wewnętrzne: Pomieszczenia do nauki, audytorium, biblioteki.

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

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

$$= 0.130 + 0.024 + 0.800 + 0.020 + 0.040 =$$

$$= 1.014 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

$$R = R_{\tau} = 1.014 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

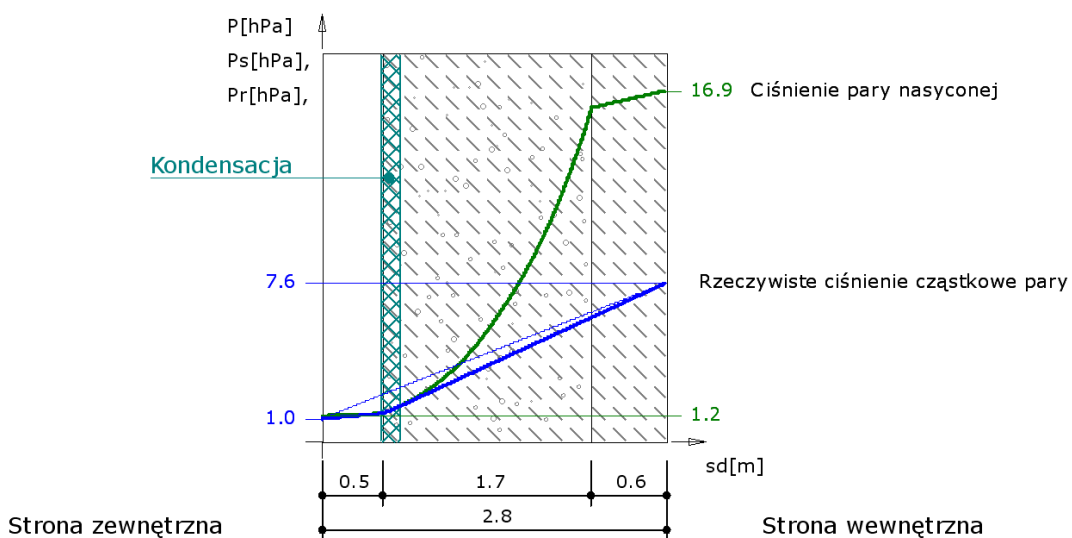
**Współczynnik przenikania ciepła przez przegrodę**

$$U = \frac{1}{R} = 0.986 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

$$U = 0.986 \text{ [W/m}^2\text{·K]}$$

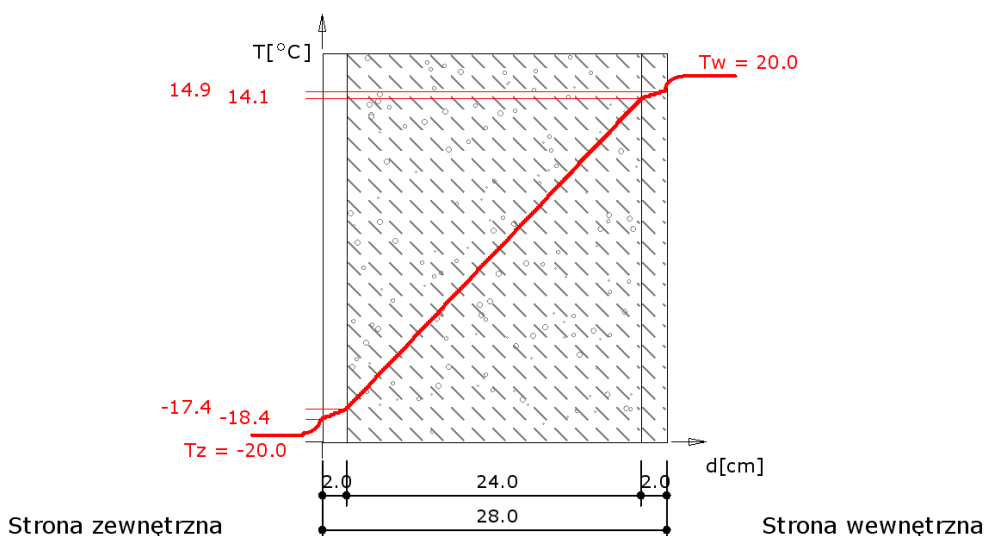
**Wykresy rozkładu temperatury i ciśnienia pary wodnej dla najbardziej niekorzystnych warunków pogodowych**

**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  $t_{\text{pow}} = 14.87 \text{ }^{\circ}\text{C}$

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

**Nie nastąpi wykroplenie pary wodnej na wewnętrznej powierzchni ściany**

$$t_s + 1 = 8.71 < t_{\text{pow}} = 14.87$$

**Zestawienie wyników obliczeń cieplno-wilgotnościowych dla okresu jednego roku.**

Miesiąc	Liczba dni	Liczba stref kondensacji	Liczba stref odparowania	$\Delta M_k$	$\Delta M_o$	$M_c$
Październik	31.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Listopad	30.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Grudzień	31.00	1	0	0.00191	0.00000	0.00191
Styczeń	31.00	1	0	0.00252	0.00000	0.00443
Luty	8.45	0	1	0.00000	-0.00443	0.00000
Luty	19.55	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Marzec	31.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Kwiecień	30.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Maj	31.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Czerwiec	30.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Lipiec	31.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Sierpień	31.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Wrzesień	30.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000

$\Delta M_k$  [kg/m<sup>2</sup>] - przyrost masy skondensowanej wody na m<sup>2</sup>przegrody

$\Delta M_o$  [kg/m<sup>2</sup>] - ubytek masy odparowanej wody na m<sup>2</sup>przegrody

$M_c$  [kg/m<sup>2</sup>] - całkowita masa wody na m<sup>2</sup>przegrody

Przegroda zaprojektowana poprawnie. Po okresie rozliczeniowym brak wody w przegrodzie.

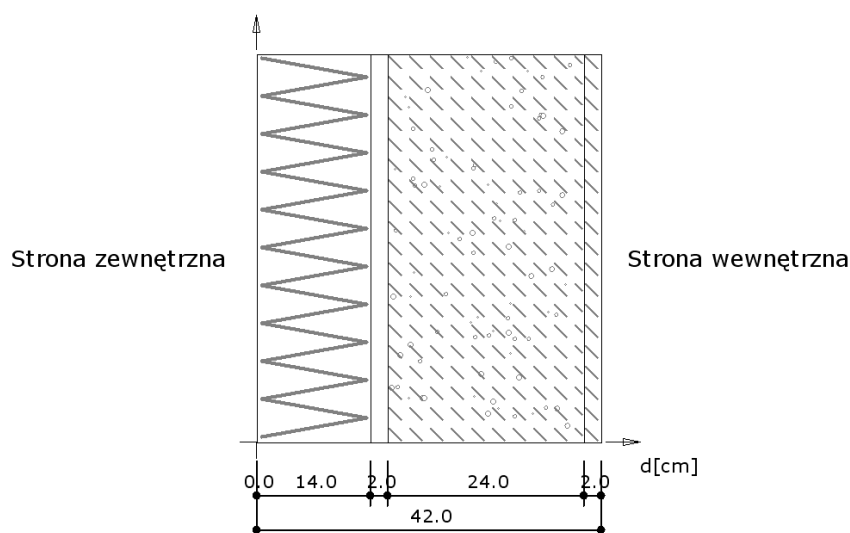
## Przegroda 2 - ŚCIANA ZEWNĘTRZNA OSŁONOWA PO DOCIEPLENIU

### Zestawienie materiałów

Nr	Nazwa materiału	$\lambda$	$\mu$	d	R
1	Tynk akrylowy Ceresit CT 60 - ziarno 1,5 mm	1.000	166.67	0.03	0.000
2	Styropian(10)	0.045	80.00	14.00	3.111
3	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0.820	25.00	2.00	0.024
4	Mur z betonu komórk.(600)	0.300	7.00	24.00	0.800
5	Tynk lub gładź cementowa	1.000	30.00	2.00	0.020
Suma oporów $\Sigma R_i =$					3.956

$\lambda$ [W/(m·K)]	- współczynnik przewodzenia ciepła
$\mu$ [-]	- współczynnik przepuszczania pary wodnej
d [cm]	- grubość warstwy
R [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	- opór cieplny warstwy materiału

### Układ warstw



### Wyniki - przenikanie ciepła

#### Wyznaczenie temperatury zewnętrznej

Numer strefy klimatycznej: 14.

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

#### Wyznaczenie temperatury wewnętrznej

Pomieszczenie wewnętrzne: Pomieszczenia do nauki, audytorium, biblioteki.

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

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

$$= 0.130 + 0.000 + 3.111 + 0.024 + 0.800 + 0.020 + 0.040 =$$

$$= 4.126 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

$$R = R_{\tau} = 4.126 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

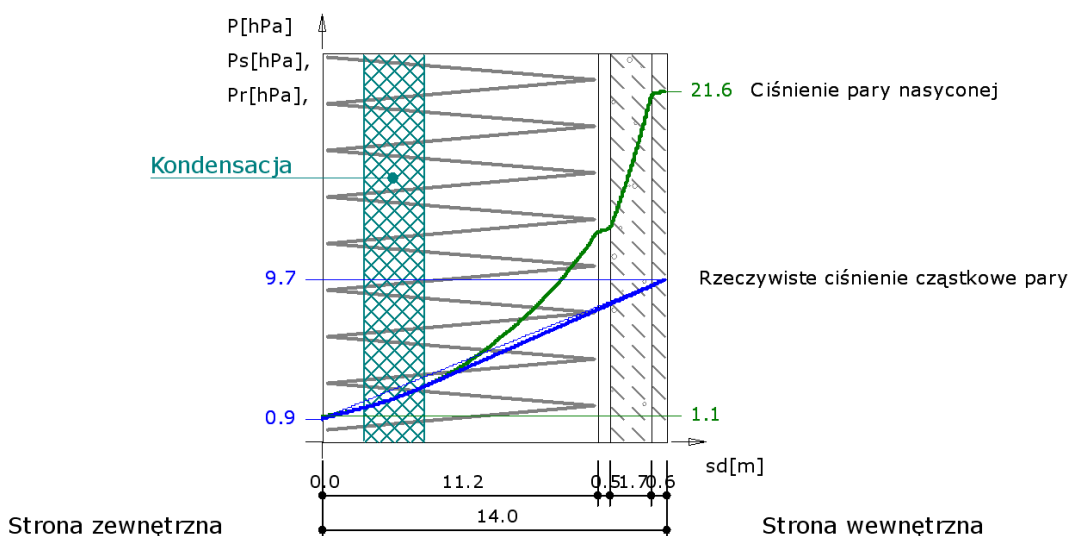
**Współczynnik przenikania ciepła przez przegrodę**

$$U = \frac{1}{R} = 0.242 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

$$U = 0.242 \text{ [W/m}^2\cdot\text{K]}$$

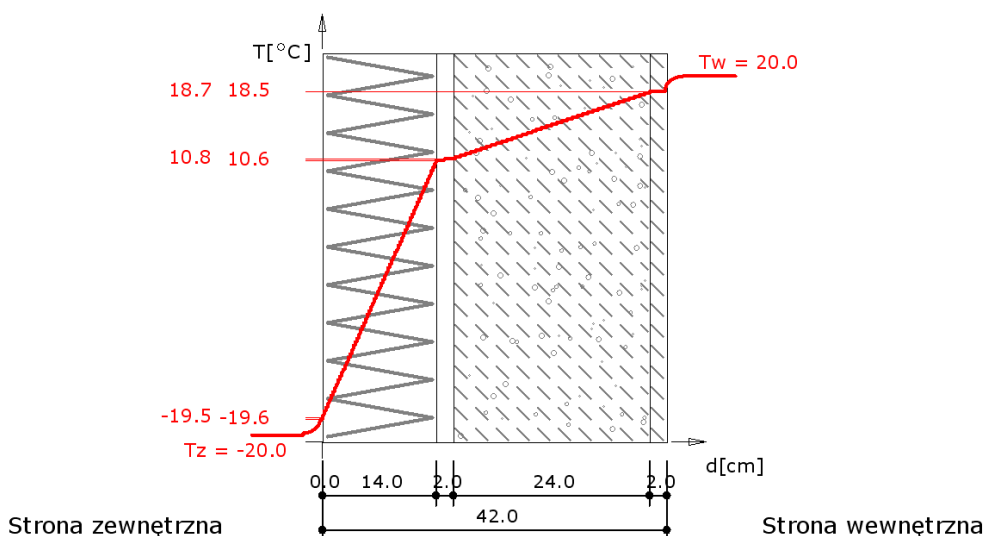
**Wykresy rozkładu temperatury i ciśnien pary wodnej dla najbardziej niekorzystnych warunków pogodowych**

**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  $t_{pow} = 18.74 \text{ } ^\circ\text{C}$

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

**Nie nastąpi wykroplenie pary wodnej na wewnętrznej powierzchni ściany**

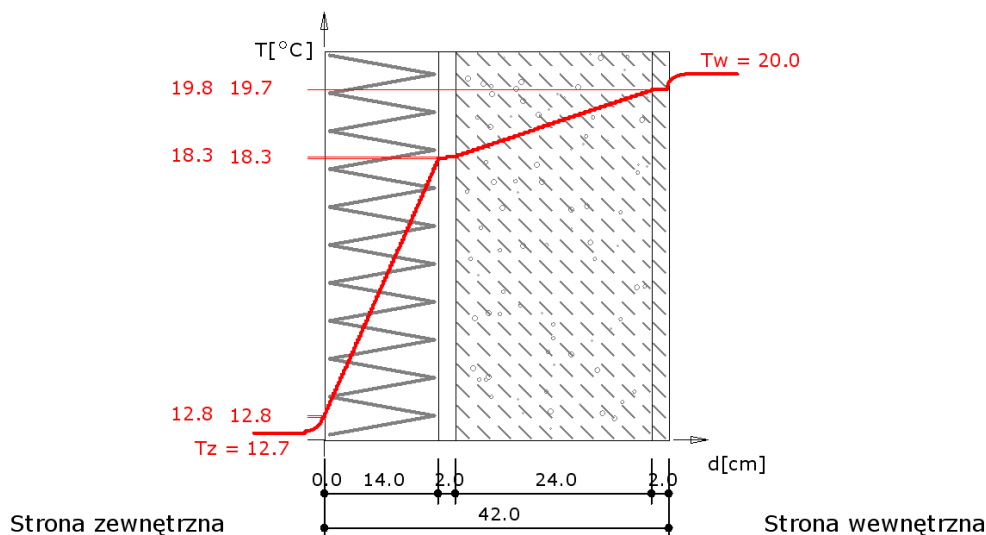
$$t_s + 1 = 8.71 < t_{pow} = 18.74$$

**Zestawienie wyników obliczeń ciepłno-wilgotnościowych dla okresu jednego roku.**

Miesiąc	Liczba dni	Liczba stref kondensacji	Liczba stref odparowania	$\Delta M_k$	$\Delta M_o$	$M_c$
Październik	31.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Listopad	30.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Grudzień	31.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Styczeń	31.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Luty	28.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Marzec	31.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Kwiecień	30.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Maj	31.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Czerwiec	30.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Lipiec	31.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Sierpień	31.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Wrzesień	30.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000

- $\Delta M_k$  [kg/m<sup>2</sup>] - przyrost masy skondensowanej wody na m<sup>2</sup>przegrody
- $\Delta M_o$  [kg/m<sup>2</sup>] - ubytek masy odparowanej wody na m<sup>2</sup>przegrody
- $M_c$  [kg/m<sup>2</sup>] - całkowita masa wody na m<sup>2</sup>przegrody

Przegroda zaprojektowana poprawnie. Po okresie rozliczeniowym brak wody w przegrodzie.



Wykres wykonano przy zachowaniu skali dla grubości warstw.

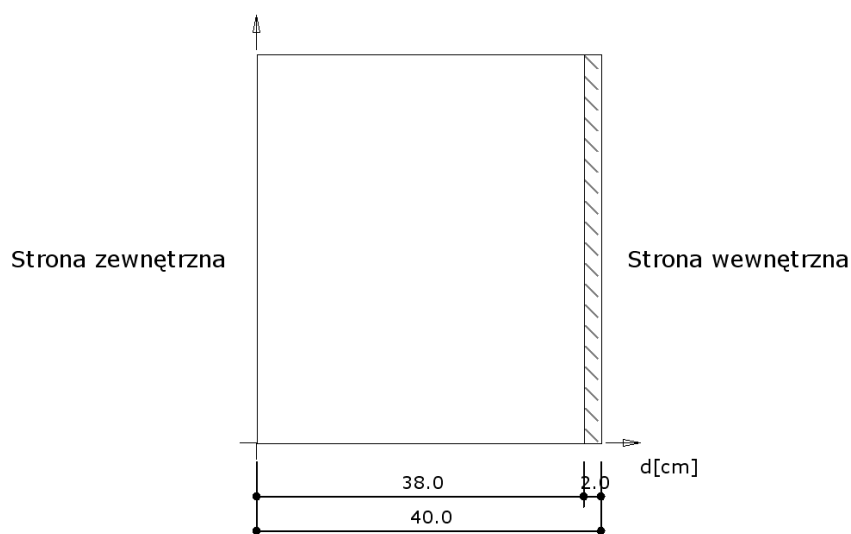
### Przegroda 3 - ŚCIANA ZEWNĘTRZNA SZCZYTOWA PRZED DOCIEPLENIEM

#### Zestawienie materiałów

Nr	Nazwa materiału	$\lambda$	$\mu$	d	R
1	Mur z cegły silikatowej pełnej	0.900	20.00	38.00	0.422
2	Tynk lub gładź cementowa	1.000	30.00	2.00	0.020
Suma oporów $\Sigma R_i =$					0.442

$\lambda$ [W/(m·K)]	- współczynnik przewodzenia ciepła
$\mu$ [-]	- współczynnik przepuszczania pary wodnej
d [cm]	- grubość warstwy
R [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	- opór cieplny warstwy materiału

#### Układ warstw



#### Wyniki - przenikanie ciepła

##### Wyznaczenie temperatury zewnętrznej

Numer strefy klimatycznej: 14.

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

##### Wyznaczenie temperatury wewnętrznej

Pomieszczenie wewnętrzne: Pomieszczenia do nauki, audytorium, biblioteki.

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

##### Współczynnik przenikania ciepła

Opory przyjmowania 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

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

$$= 0.130 + 0.422 + 0.020 + 0.040 =$$

$$= 0.612 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$



$$R = R_{\tau} = 0.612 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

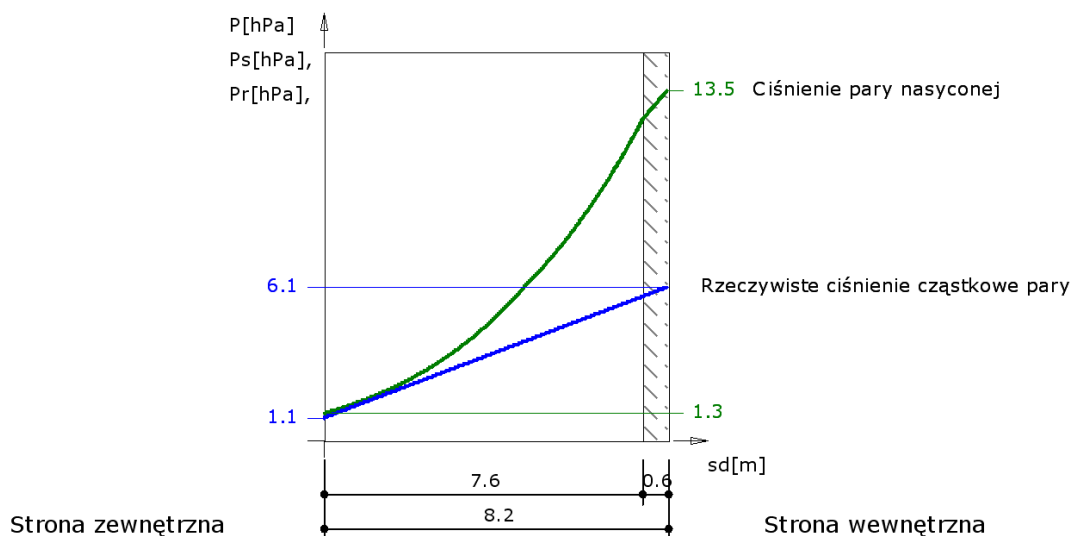
**Współczynnik przenikania ciepła przez przegrodę**

$$U = \frac{1}{R} = 1.633 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

**U = 1.633 [W/m<sup>2</sup>·K]**

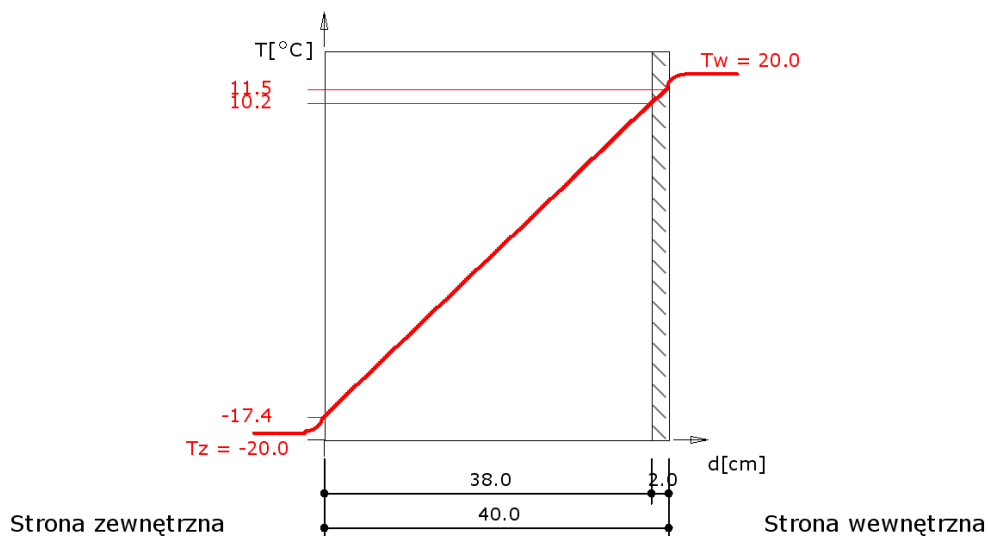
**Wykresy rozkładu temperatury i ciśnień pary wodnej dla najbardziej niekorzystnych warunków pogodowych**

**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  $t_{pow} = 11.51 \text{ } ^\circ\text{C}$

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

**Nie nastąpi wykroplenie pary wodnej na wewnętrznej powierzchni ściany**

$$t_s + 1 = 8.71 < t_{\text{pow}} = 11.51$$

**Zestawienie wyników obliczeń ciepłno-wilgotnościowych dla okresu jednego roku.**

Miesiąc	Liczba dni	Liczba stref kondensacji	Liczba stref odparowania	$\Delta M_k$	$\Delta M_o$	$M_c$
Październik	31.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Listopad	30.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Grudzień	31.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Styczeń	31.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Luty	28.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Marzec	31.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Kwiecień	30.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Maj	31.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Czerwiec	30.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Lipiec	31.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Sierpień	31.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Wrzesień	30.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000

$\Delta M_k$  [kg/m<sup>2</sup>] - przyrost masy skondensowanej wody na m<sup>2</sup>przegrody

$\Delta M_o$  [kg/m<sup>2</sup>] - ubytek masy odparowanej wody na m<sup>2</sup>przegrody

$M_c$  [kg/m<sup>2</sup>] - całkowita masa wody na m<sup>2</sup>przegrody

Przegroda zaprojektowana poprawnie. Po okresie rozliczeniowym brak wody w przegrodzie.

#### **Przegroda 4 - ŚCIANA SZCZYTOWA PO DOCIEPLENIU**

##### **Zestawienie materiałów**

Nr	Nazwa materiału	$\lambda$	$\mu$	d	R
1	Tynk silikatowy Ceresit CT 72 - ziarno 2,5 mm	1.000	54.80	0.25	0.003
2	Farba gruntująca Ceresit CT 15	1.000	500.00	0.03	0.000
3	Zaprawa klejąca Ceresit CT 85	1.000	75.00	0.40	0.004
4	Styropian(15-40)	0.040	80.00	14.00	3.500
5	Zaprawa klejąca Ceresit CT 85	1.000	75.00	0.40	0.004
6	Preparat gruntujący Ceresit CT 17	1.000	400.00	0.01	0.000
7	Mur z cegły silikatowej pełnej	0.900	20.00	38.00	0.422
8	Tynk cementowo-wapienny	0.820	25.00	2.00	0.024
Suma oporów $\Sigma R_i =$					3.958

$\lambda$  [W/(m·K)]

- współczynnik przewodzenia ciepła

$\mu$  [-]

- współczynnik przepuszczania pary wodnej

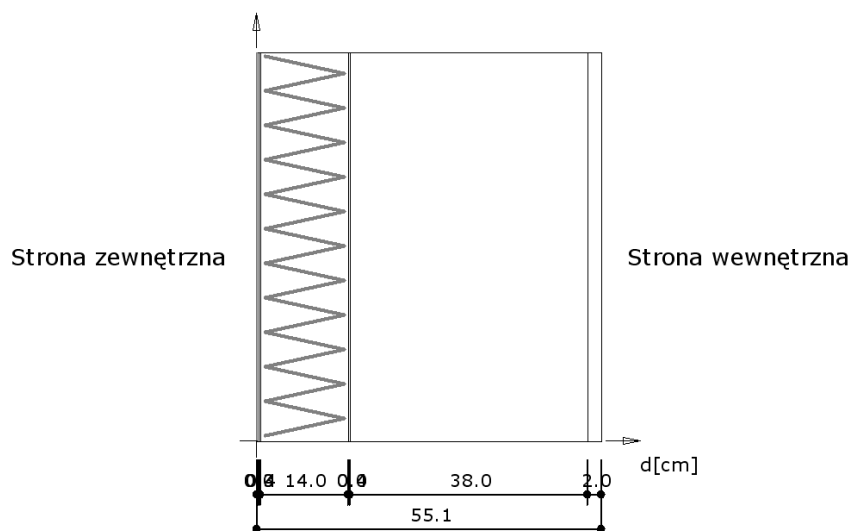
d [cm]

- grubość warstwy

R [(m<sup>2</sup>·K)/W]

- 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: Pomieszczenia do nauki, audytorium, biblioteki.

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

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

$$= 0.130 + 0.003 + 0.000 + 0.004 + 3.500 + 0.004 + 0.000 + 0.422 + 0.024 + 0.040$$

=

$$= 4.128 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

$$R = R_T = 4.128 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

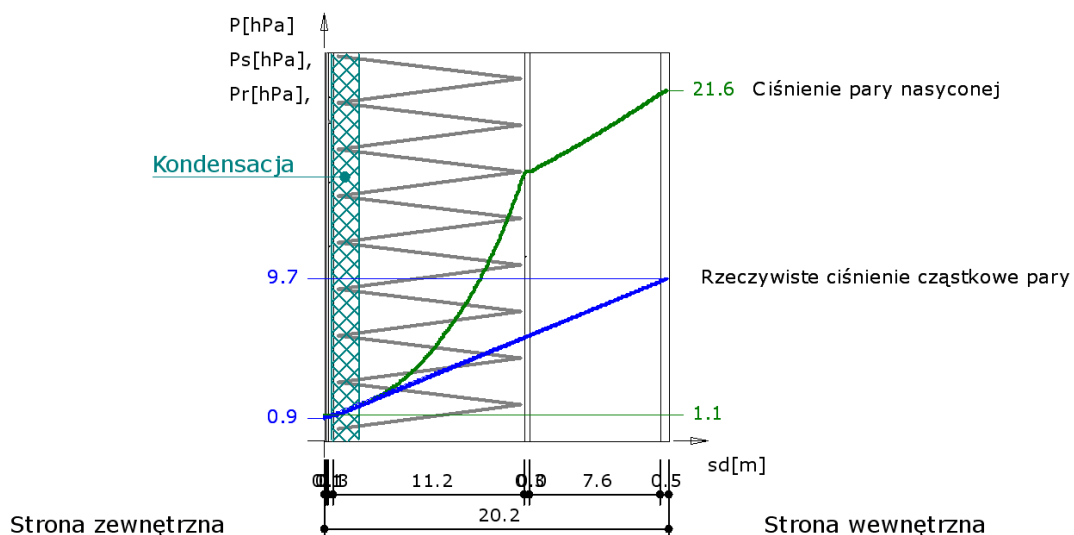
#### Współczynnik przenikania ciepła przez przegrodę

$$U = \frac{1}{R} = 0.242 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

$$U = 0.242 \text{ [W/m}^2\cdot\text{K]}$$

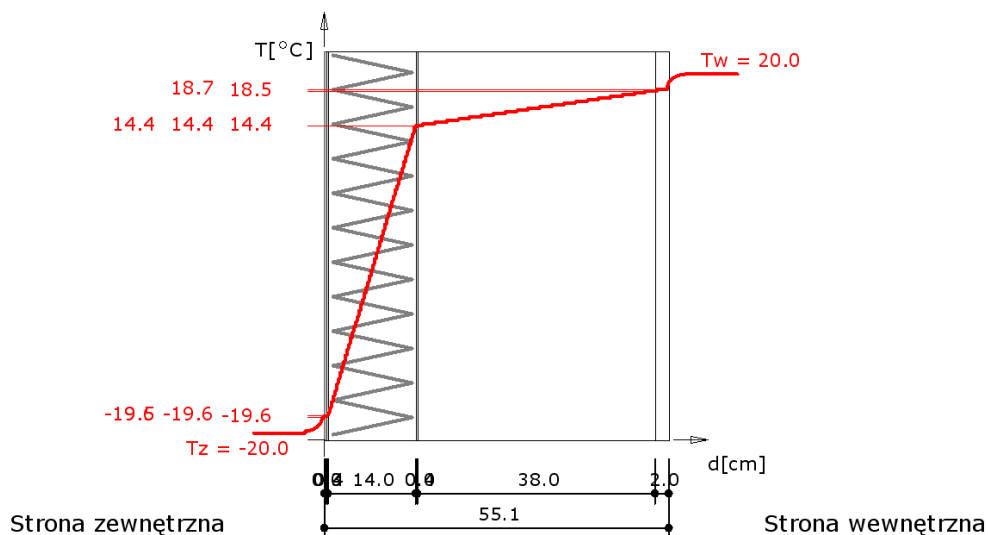
### Wykresy rozkładu temperatury i ciśnień pary wodnej dla najbardziej niekorzystnych warunków pogodowych

#### 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  $t_{pow} = 18.74 \text{ }^\circ\text{C}$

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

**Nie nastąpi wykroplenie pary wodnej na wewnętrznej powierzchni ściany**

$$t_s + 1 = 8.71 < t_{pow} = 18.74$$

**Zestawienie wyników obliczeń ciepłno-wilgotnościowych dla okresu jednego roku.**

Miesiąc	Liczba dni	Liczba stref kondensacji	Liczba stref odparowania	$\Delta M_k$	$\Delta M_o$	$M_c$
Październik	31.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Listopad	30.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Grudzień	31.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Styczeń	31.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Luty	28.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000

Marzec	31.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Kwiecień	30.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Maj	31.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Czerwiec	30.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Lipiec	31.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Sierpień	31.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000
Wrzesień	30.00	0	0	0.00000	0.00000	0.00000

- $\Delta M_k$  [kg/m<sup>2</sup>] - przyrost masy skondensowanej wody na m<sup>2</sup>przegrody  
 $\Delta M_o$  [kg/m<sup>2</sup>] - ubytek masy odparowanej wody na m<sup>2</sup>przegrody  
 $M_c$  [kg/m<sup>2</sup>] - całkowita masa wody na m<sup>2</sup>przegrody

Przegroda zaprojektowana poprawnie. Po okresie rozliczeniowym brak wody w przegrodzie.

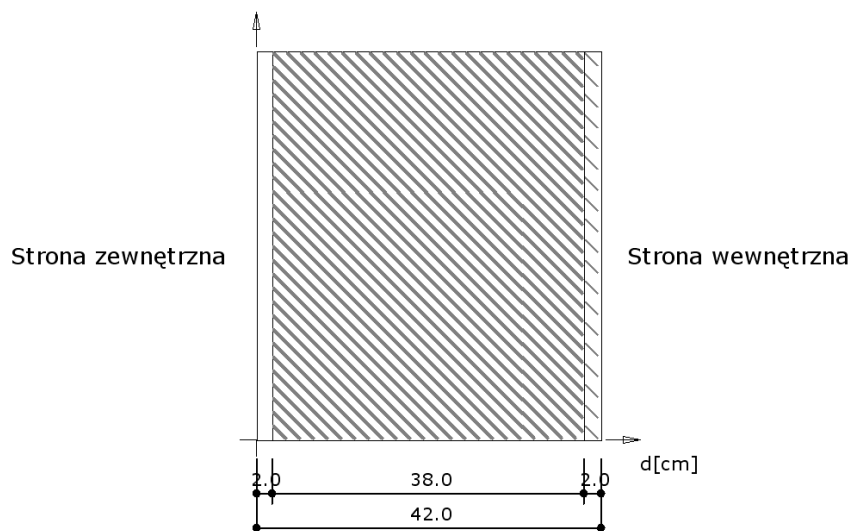
### Przegroda 5 - ŚCIANA PIWNIC PRZED DOCIEPLENIEM

#### Zestawienie materiałów

Nr	Nazwa materiału	$\lambda$	$\mu$	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	38.00	0.494
3	Tynk lub gładź cementowa	1.000	30.00	2.00	0.020
Suma oporów $\Sigma R_i =$					0.538

- $\lambda$  [W/(m·K)] - współczynnik przewodzenia ciepła  
 $\mu$  [-] - współczynnik przepuszczania pary wodnej  
 d [cm] - grubość warstwy  
 R [(m<sup>2</sup>·K)/W] - opór cieplny warstwy materiału

#### Układ warstw



### Wyniki - przenikanie ciepła

#### Wyznaczenie temperatury zewnętrznej

Numer strefy klimatycznej: 14.

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

#### Wyznaczenie temperatury wewnętrznej

Pomieszczenie wewnętrzne: Pomieszczenia do nauki, audytorium, biblioteki.

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

#### Wyznaczenie oporu gruntu

Zagłębienie górnej powierzchni podłogi pod poziomem terenu = 1.20m  
Opór od gruntu

$$R_{gr} = 0.44 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

#### Współczynnik przenikania ciepła

Opory przejmowania ciepła na powierzchniach przegrody:  
na powierzchni wewnętrznej

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

na powierzchni zewnętrznej

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

Opór całkowity

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

$$= 0.130 + 0.024 + 0.494 + 0.020 + 0.040 =$$

$$= 0.708 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Zwiększenie oporu całkowitego przy uwzględnieniu oporu gruntu przylegającego do przegrody

$$R = R_T + R_{gr} = 1.148 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

#### Współczynnik przenikania ciepła przez przegrodę

$$U = \frac{1}{R} = 0.871 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

$$U = 0.871 \text{ [W/m}^2\text{·K]}$$

### Przegroda 6 - ŚCIANA PIWNIC PO DOCIWEPLENIU

#### Zestawienie materiałów

Nr	Nazwa materiału	$\lambda$	$\mu$	d	R
1	Tynk silikatowy Ceresit CT 72 - ziarno 2,5 mm	1.000	54.80	0.25	0.003
2	Farba gruntująca Ceresit CT 15	1.000	500.00	0.03	0.000
3	Zaprawa klejąca Ceresit CT 85	1.000	75.00	0.40	0.004
4	Styropian(15-40)	0.040	80.00	12.00	3.000
5	Zaprawa klejąca Ceresit CT 85	1.000	75.00	0.40	0.004
6	Preparat gruntujący Ceresit CT 17	1.000	400.00	0.01	0.000
7	Mur z cegły ceramicznej pełnej	0.770	10.00	38.00	0.494
8	Tynk cementowo-wapienny	0.820	25.00	1.00	0.012
Suma oporów $\sum R_i =$					3.517

$\lambda$  [W/(m·K)]

- współczynnik przewodzenia ciepła

$\mu$  [-]

- współczynnik przepuszczania pary wodnej

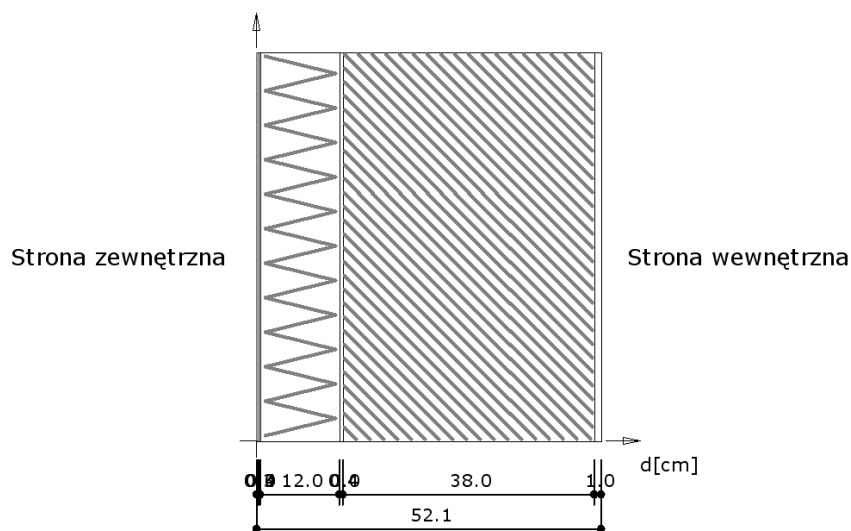
d [cm]

- grubość warstwy

R [(m<sup>2</sup>·K)/W]

- 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: Pomieszczenia do nauki, audytorium, biblioteki.

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

#### Wyznaczenie oporu gruntu

Zagłębienie górnej powierzchni podłogi pod poziomem terenu = 1.20m

Opór od gruntu

$$R_{gr} = 0.44 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

#### 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

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

Opór całkowity

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

$$= 0.130 + 0.003 + 0.000 + 0.004 + 3.000 + 0.004 + 0.000 + 0.494 + 0.012 + 0.040$$

=

$$= 3.687 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

Zwiększenie oporu całkowitego przy uwzględnieniu oporu gruntu przylegającego do przegrody

$$R = R_T + R_{gr} = 4.127 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

#### Współczynnik przenikania ciepła przez przegrodę

$$U = \frac{1}{R} = 0.242 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

$$U = 0.242 \text{ [W/m}^2\cdot\text{K]}$$