



Przykład wyznaczania współczynnika przenikania ciepła

Współczynnik przenikania ciepła to bardzo ważny parametr przegród budowlanych - na jego podstawie można określić straty ciepłe dla danej przegrody. Wartość współczynnika zależy od rodzaju i grubości materiału, z którego wykonane są ściany, ale także od charakteru przegrody. W artykule zajmiemy się ścianą zewnętrzną nie stykającą się z gruntem.

Aby wyznaczyć współczynnik przenikania ciepła, trzeba znać współczynniki przewodności cieplnej dla materiałów tworzących ścianę oraz dla warstw ocieplających, a także grubości poszczególnych warstw. Współczynnik przewodności cieplnej jest oznaczony jako λ (lambda), a jego jednostką jest $W/(m^2K)$. Wartości współczynników można odnaleźć w normie *PN-EN ISO 6946:1999. Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania*. Wartości te mogą się zmieniać wraz z udoskonaleniem metod badawczych. Dodatkowo, producenci poszczególnych materiałów prowadzą własne badania.

Przykładowe wartości dla popularnych materiałów wg. PN-EN ISO 6946:1999:

Materiały konstrukcyjne		Materiały osłonowe i izolacyjne	
materiał	λ [W/(m ² K)]	materiał	λ [W/(m ² K)]
Żelbet	1,70	Styropian	0.040-0.045
Mur z cegły ceramicznej pełnej	0,77	Wełna mineralna granulowana	0,050
Płyty i bloki z gipsu	0,35	Tynk lub gładź cementowa	1,00
Drewno sosnowe lub świerkowe wzdłuż włókien	0,30	Płyty gipsowo-kartonowe	0,23

Inne materiały		Metale	
materiał	λ [W/(m ² K)]	materiał	λ [W/(m ² K)]
papa asfaltowa	0,18	stal budowlana	58,00
szkło okienne	0,80	żeliwo	50,00
pleksiglas	0,19	miedź	370,00

Współczynnik przenikania ciepła dla przegrody oblicza się, uwzględniając współczynnik oporu cieplnego przegrody oraz poprawki na nieszczelności izolacji i mostki termiczne.

Obliczenia zaczynają się od wyznaczenia współczynnika oporu cieplnego przegrody. Na jego podstawie wyznacza się obliczeniowy współczynnik przenikania ciepła, który należy następnie skorygować ze względu na rodzaj przegrody.





Obliczenia

Obliczenie współczynnika oporu cieplnego.

Wyznaczamy współczynnik dla każdej warstwy, korzystając ze wzoru:

$$R=d/\lambda$$

d - grubość warstwy podawana w metrach;

λ - współczynnik przewodności cieplnej w $W/(m^2K)$

Sumujemy wartości oporu cieplnego dla każdej warstwy.

$$R_p = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

Aby obliczyć całkowity opór cieplny przegrody, musimy uwzględnić opory przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej R_{si} i zewnętrznej R_{se} przegrody. Wartości tych oporów zależą od rodzajów przegrody. Dla przepływu poziomego (czyli w praktyce dla ściany zewnętrznej):

$$R_{si} = 0,13 \text{ W}/(m^2K)$$

$$R_{se} = 0,04 \text{ W}/(m^2K)$$

Całkowita wartość oporów przejmowania ciepła wynosi więc $0,17 \text{ W}/(m^2K)$. W praktyce trzeba więc dodać tę wartość do obliczonej wartości oporu cieplnego przegrody.

Opór całkowity R:

$$R = R_p + R_{se} + R_{si}$$

Obliczenie współczynnika przenikania ciepła

Wartość współczynnika przenikania ciepła (oznaczanego dawniej jako k, obecnie jako U) obliczamy ze wzoru:

$$U = 1/R \text{ [W}/(m^2K)]$$

Poprawki do obliczeń

Obliczona wartość powinna być zwiększona o poprawki na nieszczelność izolacji oraz na łączniki (np. mocujące izolację). Bardzo często jednak wartość tych poprawek jest nie większa niż 3% wartości obliczeniowej współczynnika przenikania ciepła - wówczas nie trzeba ich dodawać.

Wartość współczynnika przenikania ciepła należy też zwiększyć, jeśli w ścianie występują mostki cieplne (termiczne) - miejsca, gdzie izolacyjność przegrody jest wyraźnie niższa. Mostkami cieplnymi są:

- narożniki;
- ościeże okienne;
- nadproża;
- połączenia ścian zewnętrznych ze stropami i ścianami wewnętrznymi;
- słupy i rygle w ścianach;
- spoiny wypełnione zaprawą w ścianach murowanych; żebra w ścianach warstwowych;
- złącza elementów prefabrykowanych.

Określenie rzeczywistego wpływu mostka cieplnego wymaga dokładnych obliczeń, uwzględniających symulację zachowania mostka w konkretnej sytuacji. Można jednak określić wpływ mostka w sposób uproszczony, stosując poprawkę ΔU zależną od rodzaju ścian, wg. wzoru:

$$U = U_o + \Delta U$$

U_o - wartość obliczeniowa współczynnika przenikania ciepła.



**Poprawka na mostek cieplny zależna od rodzaju przegrody**

Rodzaj przegrody	ΔU W/(m ² K)
Ściany zewnętrzne pełne	0,00
Ściany zewnętrzne z otworami okiennymi i drzwiowymi	0,05
Ściany zewnętrzne z otworami okiennymi i drzwiowymi oraz płytami balkonów lub loggii przenikającymi ścianę	0,15

Na koniec należy sprawdzić, czy współczynnik przenikania ciepła spełnia warunki określone w normie - wartość obliczeniowa nie może przekraczać wartości maksymalnej U_{max} . Jeśli wartość jest przekroczona, budynek powinien być docieplony (lub należy zmienić projektowane warstwy).

Wymagania dla ścian w budynku mieszkalnym (jednorodzinny) wg normy PN-B/81-02020

Rodzaj przegrody i temperatura w pomieszczeniu	U_{max} W/(m ² K)
Ściany zewnętrzne warstwowe (stykające się z powietrzem zewnętrznym) przy $T_i > 16^\circ\text{C}$	0,30
Pozostałe ściany zewnętrzne warstwowe (stykające się z powietrzem zewnętrznym) przy $T_i > 16^\circ\text{C}$	0,50
Ściany zewnętrzne (stykające się z powietrzem zewnętrznym) przy $T_i \leq 16^\circ\text{C}$ (niezależnie od rodzaju ściany)	0,80

T_i - wewnętrzna temperatura obliczeniowa (wg. normy)
*tynku wewnętrznego i zewnętrznego nie traktujemy jako warstwy.

Przykład

Obliczamy współczynnik przenikania ciepła dla ściany zewnętrznej w domku jednorodzinny. Ściana jest dwuwarstwowa, ma drzwi i okna, warstwy są następujące (współczynniki przewodności cieplnej odczytujemy z normy dla danego materiału).

materiał	grubość [m]	λ [W/(m ² K)]
tynk wewnętrzny cementowo - wapienny	0,015	1,00
cegła pełna	0,25	0,77
styropian	0,15	0,040
tynk wewnętrzny cementowo - wapienny	0,010	1,00





Obliczenia współczynników oporów cieplnych poszczególnych warstw

warstwa	obliczenia	R W/(m ² K)
tynek wewnętrzny cementowo - wapienny	$R_1 = 0,015/1,00$	0,015
cegła pełna	$R_2 = 0,25/0,77$	0,324
styropian	$R_3 = 0,15/0,04$	3,75
tynek wewnętrzny cementowo-wapienny	$R_4 = 0,010/1,00$	0,01

Opór przegrody:

$$R_p = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 0,015 + 0,324 + 3,75 + 0,01 = 4,099 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Opór całkowity R:

$$R = R_p + R_{se} + R_{si} = 4,099 + 0,17 = 4,269 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Współczynnik przenikania ciepła:

$$U = 1/R = 1/4,269 = 0,234 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Dodajemy poprawkę wyrażającą wpływ mostków cieplnych. Z tabeli odczytujemy, że dla ściany z oknami i drzwiami poprawka wynosi:

$$U = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Stąd wartość współczynnika przenikania ciepła

$$U = 0,234 + 0,05 = 0,284 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Wartość zaokrąglamy do dwóch miejsc znaczących:

$$U = 0,29 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Porównujemy wartość współczynnika z normą. Temperatura w budynku mieszkalnym $T_i = 20^\circ\text{C}$; stąd przyjmujemy wartość U_{\max} dla $T_i > 16^\circ\text{C}$; czyli $U_{\max} = 0,30 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Wartość $U = 0,29 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ jest mniejsza od U_{\max} , ściana spełnia więc wymagania pod względem oszczędności ciepła.

Proponujemy aby Państwo sami, z czystej ciekawości, spróbowali obliczyć współczynnik przenikania ciepła dla dachów i stropodachów, uwzględniając wartość λ dla piany poliuretanowej, kształtującą się w przedziale od 0,20 [W/(m²K)] do 0,30[W/(m²K)]. Informacje o wymaganych normach znajdziecie Państwo w **Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z 6 listopada 2008 (Dz.U. z 2008r. Nr 201, poz 1238) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny podlegać budynki i ich usytuowanie**. Po zakończonych obliczeniach wynik jaki Państwo otrzymają z pewnością w pełni będzie dla Państwa satysfakcjonujący oraz wykaże mierzącą przewagę piany poliuretanowej nad innymi metodami termoizolacji oraz hydroizolacji.

MARDECO

