

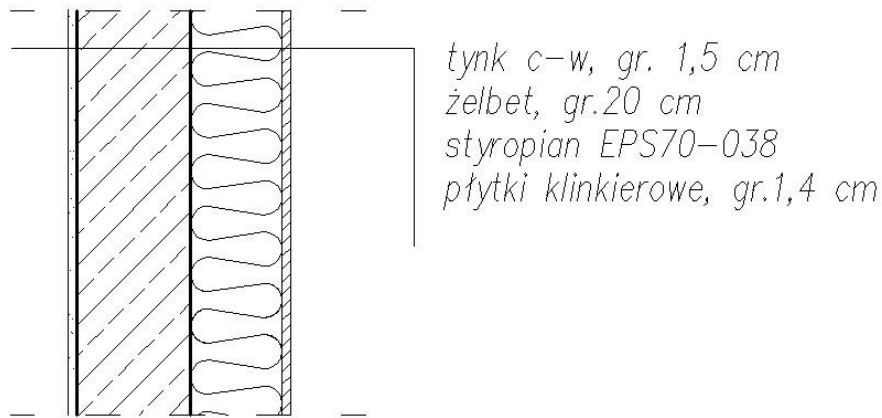
Budownictwo energooszczędne i pasywne.

**Projektowanie termiczne przegród zewnętrznych z warstwami  
jednorodnymi cieplnie.**

**2018 r.**

## 1. Układ materiałowy przegrody zewnętrznej

Wyznaczono współczynnik przenikania ciepła dla ściany zewnętrznej o następujących warstwach:



- powierzchnia wewnętrzna,
- tynk c-w o grubości 1,5 cm,
- żelbet o grubości 20 cm,
- styropian EPS70-038 o grubości 18 cm,
- płytki klinkierowe o grubości 1,4 cm,
- powierzchnia zewnętrzna.

Zestawienie tabelaryczne właściwości cieplnych materiału (obliczeniowy współczynnik przewodzenia ciepła):

L.p.	Material	$\lambda_i \left[ \frac{W}{mK} \right]$	Uwagi
1.	tynk c-w	0,820	tab. NC.1, 6946
2.	żelbet	2,300	tab. 3, 10456
3.	styropian EPS70-038	0,038	konwersjacja
4.	płytki klinkierowe	0,778	konwersjacja

Dla styropianu oraz płytek klinkierowych (dane producenta) obliczam obliczeniowy współczynnik przewodzenia ciepła- konwersja z uwagi na wilgotność:

$$\lambda_i = \lambda_1 \cdot F_m, \text{ gdzie:}$$

$F_m$  - konwersja zawartości wilgoci podanej jako stosunek objętości do objętości, obliczana ze wzoru (pkt.7.3 10456):

$$F_m = e^{f\Psi \cdot (\Psi_2 - \Psi_1)}$$

Wartość obliczeniowa współczynnika przewodzenia ciepła dla styropianu:

$$\lambda = \lambda_D \cdot F_m = 0,038 \cdot e^{4 \cdot 0} = 0,038 \cdot 1 = 0,038 \frac{W}{mK}$$

Wartość obliczeniowa współczynnika przewodzenia ciepła dla płytek klinkierowych:

$$\lambda = \lambda_D \cdot F_m = 0,69 \cdot e^{10 \cdot 0,012} = 0,69 \cdot 1,1275 = 0,778 \frac{W}{mK}$$

## 2. Współczynnik przenikania ciepła ściany

Współczynnik przenikania ciepła przegrody wyznaczono na podstawie normy PN EN ISO 6946:2008 zgodnie ze wzorem:

$$U = \frac{1}{R_T}, \text{ gdzie:}$$

$R_T$  – całkowity opór cieplny przegrody  $[\frac{m^2K}{W}]$ .

Całkowity opór cieplny przegrody wyznaczono z ogólnego wzoru (EN ISO 6946, pkt.6.1):

$$R_T = R_{si} + \sum R_i + R_{se}, \text{ gdzie:}$$

$R_{si}$  – opór przyjmowania ciepła na powierzchni wewnętrznej przegrody  $[\frac{m^2K}{W}]$ ,

$R_{se}$  – opór przyjmowania ciepła na powierzchni zewnętrznej przegrody  $[\frac{m^2K}{W}]$ ,

$R_i$  – obliczeniowe opory cieplne każdej warstwy  $[\frac{m^2K}{W}]$ .

Kierunek przepływu ciepła (EN ISO 6946, pkt.5.2, tab.1) dla ściany to kierunek poziomy, stąd:

$$R_{si} = 0,13 \frac{m^2K}{W},$$

$$R_{se} = 0,04 \frac{m^2K}{W}.$$

Opór cieplny pojedynczej warstwy przegrody wyznaczono ze wzoru (EN ISO 6946, pkt.5.1):

$$R = \frac{d}{\lambda}, \text{gdzie:}$$

$d$  – grubość warstwy materiału w komponencie [m],

$\lambda$  – obliczeniowy współczynnik przewodzenia ciepła danego materiału zgodnie z ISO 10456, albo przyjęty z wartości tabelarycznych  $\left[\frac{W}{mK}\right]$ .

Tab. Opory cieplne poszczególnych warstw przegrody

L.p.	Przegroda	$d_i$ [m]	$\lambda_i$ $\left[\frac{W}{mK}\right]$	$R_i$ $\left[\frac{m^2K}{W}\right]$
1.	powierzchnia wewnętrzna	–	–	0,130
2.	tynk c-w	0,015	0,820	0,018
3.	żelbet	0,200	2,300	0,087
4.	styropian EPS70-038	0,180	0,038	4,737
5.	płytki klinkierowe	0,014	0,778	0,018
6.	powierzchnia zewnętrzna	–	–	0,04
$\Sigma R_i$				<b>5,030</b>

Sumując opory cieplne poszczególnych warstw, otrzymano  $R_T = 5,030 \frac{m^2K}{W}$ .

Współczynnik przenikania ciepła wynosi:

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{5,030} = 0,199 \frac{W}{m^2K}$$

### 3. Poprawki do współczynnika przenikania ciepła

Poprawiony współczynnik przenikania ciepła  $U_c$  uzyskujemy przed dodanie członu korekcyjnego  $\Delta U$  (zał.D 6946):

$$U_c = U + \Delta U.$$

Uwzględniono następujące poprawki:

**3.1** Poprawkę z uwagi na pustki powietrzne  $\Delta U_g$ , obliczoną ze wzoru:

$$\Delta U_g = \Delta U'' \cdot \left(\frac{R_1}{R_{Th}}\right)^2, \text{gdzie:}$$

$\Delta U''$  – poprawka z uwagi na pustki powietrzne  $\left[\frac{W}{m^2K}\right]$ ,

$R_1$  – opór cieplny warstwy zawierającej szczeliny  $\left[\frac{m^2K}{W}\right]$ ,

$R_{Th}$  – całkowity opór cieplny komponentu z pominięciem mostków cieplnych  $\left[\frac{m^2K}{W}\right]$ .

Styropian układany jako pojedyncza warstwa ciągłej izolacji ze złączami na zakład. Przyjęto poziom 0 poprawki, dla której:

$$\Delta U'' = 0,00 \frac{W}{m^2K}$$

$\Delta U_g \rightarrow$  nie uwzględnia się

3.2. Poprawkę z uwagi na łączniki mechaniczne  $\Delta U_f$ , obliczoną ze wzoru:

$$\Delta U_f = \alpha \cdot \frac{\lambda_f \cdot A_f \cdot n_f}{d_0} \cdot \left(\frac{R_1}{R_{Th}}\right)^2$$

gdzie:

$\alpha = 0,8$ ; jeżeli łącznik całkowicie przebija warstwę izolacji  $\left[\frac{W}{mK}\right]$ ,

$\alpha = 0,8 \cdot \frac{d_1}{d_0}$ ; w przypadku łącznika wpuszczonego  $\left[\frac{W}{mK}\right]$ ,

$\lambda_f$  – współczynnik przewodzenia ciepła łącznika  $\left[\frac{W}{mK}\right]$ ,

$A_f$  – pole przekroju poprzecznego jednego łącznika  $[m^2]$ ,

$n_f$  – liczba łączników na  $m^2$ ,

$d_0$  – grubość warstwy izolacji zawierającej łącznik  $[m]$ ,

$R_1$  – opór cieplny warstwy izolacji przebijanej przez łączniki  $\left[\frac{m^2K}{W}\right]$ ,

$R_{th}$  – całkowity opór cieplny komponentu z pominięciem mostków cieplnych  $\left[\frac{m^2K}{W}\right]$ .

Zastosowano łączniki mechaniczne, gdzie dwa zasadnicze elementy kołka: korus z talerzem dociskowym oraz trzpień wykonany jest z polimerowych tworzyw sztucznych (polipropylen, polietylen, poliamid). Zastosowany łącznik posiada współczynnik przewodzenia ciepła mniejszy niż  $1,0 \frac{W}{mK}$  dlatego zgodnie z zał. D 6946 poprawka nie zostaje wprowadzona.

W łącznikach wprowadzono następujące rozwiązanie technologiczne- zastosowanie

termodybla- łącznik zagłębiony w materiale izolacyjnym na głębokość 20 mm i przykryty zatyczką z materiału izolacyjnego (styropianu).

$\Delta U_f \rightarrow$  nie uwzględnia się

#### 4. Całkowita wartość współczynnika przenikania ciepła

Całkowity współczynnik przenikania ciepła dla ściany zewnętrznej:

$$U_c = U + \Delta U_g + \Delta U_f = 0,199 + 0,000 + 0,000 = 0,20 \frac{W}{m^2 K} < U_{c(max)} = 0,23 \frac{W}{m^2 K}$$

**Wniosek:** Wartość współczynnika przenikania ciepła jest dopuszczalna na podstawie RMI z dnia 1.02.2016 r.w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

W budynku jednorodzinnym współczynnik przenika ciepła przy temp. w pomieszczeniach wewnętrznych przekraczających 16°C od 1 stycznia 2017 r. nie może przekraczać  $U_{c(max)} = 0,23 \frac{W}{m^2 K}$  dla ścian zewnętrznych.

*/-/ Janusz Bąk*