



# Określanie właściwości cieplnych stolarki okiennej – wymagania i możliwości

Barbara Pietruszka, Arkadiusz Witek,  
Jarosław Awksientjuk  
Zakład Fizyki Ciepłej, Akustyki i Środowiska  
Instytut Techniki Budowlanej  
ul. Ksawerów 21, 02-656 Warszawa, fizyka@itb.pl

Wszystkie parametry stolarki okiennej są wyznaczane na podstawie **normy PN-EN 14351-1:2016-10**.

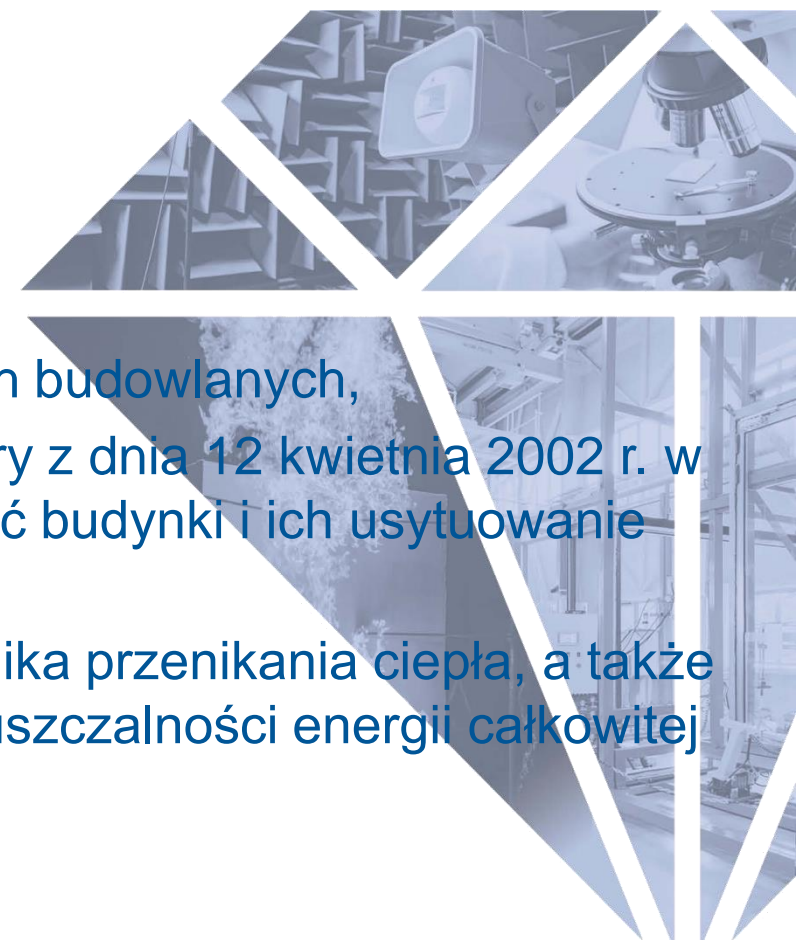
W normie podano metody określania wartości ww. cech oraz deklarowanie odpowiednio ich poziomów lub klas.

Zastosowaniu wyrobu w budynku jest uwarunkowane

spełnieniem wymagań określonych w krajowych przepisach budowlanych,

tj. są one podane w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2002 r. Nr 75, poz. 690, z późn. zm.)

Rozporządzenie podaje dopuszczalne wartości współczynnika przenikania ciepła, a także współczynnika infiltracji powietrza oraz współczynnik przepuszczalności energii całkowitej promieniowania słonecznego dla okien.



# Normy i Rozporządzenia

- PN-EN 14351-1+A2:2016-10. Okna i drzwi - Norma wyrobu, właściwości eksploatacyjne - Część 1: Okna i drzwi zewnętrzne bez właściwości dotyczących odporności ogniowej i/lub dymoszczelności.
- PN-EN ISO 12567-1:2010. Ciepłne właściwości użytkowe okien i drzwi - Określanie współczynnika przenikania ciepła metodą skrzynki grzejnej - Część 1: Kompletnie okna i drzwi.
- PN-EN ISO 12567-2:2006. Ciepłne właściwości użytkowe okien i drzwi - Określanie współczynnika przenikania ciepła metodą skrzynki grzejnej - Część 2: Okna dachowe i inne okna wystające z płaszczyzny.
- PN-EN ISO 10077-1:2017-10. Ciepłne właściwości użytkowe okien, drzwi i żaluzji - Obliczanie współczynnika przenikania ciepła - Część 1: Postanowienia ogólne.
- PN-EN ISO 10077-2:2017-10. Ciepłne właściwości użytkowe okien, drzwi i żaluzji - Obliczanie współczynnika przenikania ciepła - Część 2: Metoda komputerowa dla ram.
- PN-EN 12412-2: 2005. Ciepłne właściwości użytkowe okien, drzwi i żaluzji – Określenie współczynnika przenikania ciepła metodą skrzynki grzejnej – Część 2: Ramy.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. Nr 75, poz. 690; zm. Dz.U. z 2003 r. Nr 33, poz. 270; z 2004 r. Nr 109, poz. 1156; z 2008 r. Nr 201, poz. 1238; z 2009 r. Nr 56, poz. 461).
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2013 nr 0 poz. 926)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej. (Dz.U. 2015 nr 0 poz. 376)



Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2002 r. Nr 75, poz. 690, z późn. zm.) od stycznia 2021 r. będą obowiązywać nowe wymagania, co do wartości współczynnika przenikania ciepła stolarki okiennej ( $U_{(max)}$ ).

Lp.	Okna, drzwi balkonowe i drzwi zewnętrzne	Współczynnik przenikania ciepła $U_{(max)}$ [W/(m <sup>2</sup> * K)]	
		od 1 stycznia 2017 r.	od 31 grudnia 2020 r. <sup>*)</sup>
1	2	3	
1	Okna (z wyjątkiem okien połaciowych), drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne:  a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ b) przy $t_i < 16^\circ\text{C}$	1,1  1,6	0,9  1,4
2	Okna połaciowe:  a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ b) przy $t_i < 16^\circ\text{C}$	1,3  1,6	1,1  1,4
3	Okna w ścianach wewnętrznych:  a) przy $Dt_i \geq 8^\circ\text{C}$ b) przy $Dt_i < 8^\circ\text{C}$  c) oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego	1,3  bez wymagań  1,3	1,1  bez wymagań  1,1



# Określanie współczynnika przenikania ciepła stolarki okiennej zgodnie z normą wyrobu PN-EN 14351-1+A2:2016-10.

A1) 4.12	Thermal transmittance	Declared value	EN ISO 10077-1:2006, Table F.1 or Table F.3, Annex J	Tabulated values	—	Not specified	All sizes
			EN ISO 10077-1	Calculation	—	1,23 ( $\pm 25\%$ ) m $\times$ 1,48 ( $-25\%$ ) m	Overall area $\leq 2,3 \text{ m}^2 \text{ c,d}$
			EN ISO 10077-1 and EN ISO 10077-2		—	1,48 ( $+25\%$ ) m $\times$ 2,18 ( $\pm 25\%$ ) m	Overall area $> 2,3 \text{ m}^2 \text{ c}$
			EN ISO 12567-1	Non-destructive	1	1,23 ( $\pm 25\%$ ) m $\times$ 1,48 ( $-25\%$ ) m	Overall area $\leq 2,3 \text{ m}^2 \text{ c,d}$
EN ISO 12567-2	1	1,48 ( $+25\%$ ) m $\times$ 2,18 ( $\pm 25\%$ ) m	Overall area $> 2,3 \text{ m}^2 \text{ c}$ <b>A1)</b>				



**Tablica F.1 – Współczynniki przenikania ciepła okien pionowych o 30 % udziale pola powierzchni ramy w całym polu powierzchni okna i z powszechnie spotykanymi typami ramek dystansowych oszklenia**

**Tablica F.3 – Współczynniki przenikania ciepła okien pionowych o 30 % udziale pola powierzchni ramy w całym polu powierzchni okna i z ramkami o ulepszonych właściwościach cieplnych**

Typ oszklenia	$U_g$ W/(m <sup>2</sup> ·K)	Współczynniki przenikania ciepła dla powszechnie spotykanych typów ramek dystansowych													
		$U_f$ W/(m <sup>2</sup> ·K)													
		0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0	
Pojedyncze	5,7	4,2	4,3	4,3	4,4	4,5	4,5	4,6	4,6	4,8	4,9	5,0	5,1	6,1	
Podwójne lub potrójne	3,3	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	4,5	
	3,2	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,5	3,6	4,4	
	3,1	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	4,3	
	3,0	2,5	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	4,2	
	2,9	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	4,2	
	2,8	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	3,3	4,1	
	2,7	2,3	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	4,0	
	2,6	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,7	2,6	2,9	3,0	3,2	4,0	
	2,5	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,5	2,8	3,0	3,1	3,9	
	2,4	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,8	2,9	3,0	3,8	
	2,3	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,4	2,7	2,8	3,0	3,8	
	2,2	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,3	2,6	2,8	2,9	3,7	
	2,1	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,6	2,7	2,8	3,6	
	2,0	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,5	2,6	2,7	2,8	3,6	
	1,9	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,1	2,3	2,4	2,5	2,5	2,7	3,6	
	1,8	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	3,5	
	1,7	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,6	3,4	
	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	3,3	
	1,5	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	2,5	3,3	
	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	3,2	
1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	3,1		
1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	3,1		
1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	3,0		
1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,9		
0,9	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,9		
0,8	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,8		
0,7	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,7		
0,6	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,7		
0,5	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,6		

Typ oszklenia	$U_g$ W/(m <sup>2</sup> ·K)	Współczynniki przenikania ciepła dla powszechnie spotykanych ramek dystansowych													
		$U_f$ W/(m <sup>2</sup> ·K)													
		0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0	
Pojedyncze	5,7	4,2	4,3	4,4	4,4	4,5	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	6,1	
Podwójne lub potrójne	3,3	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	3,6	4,4	
	3,2	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,0	3,2	3,3	3,4	3,5	4,4	
	3,1	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,5	4,3	
	3,0	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,3	3,4	4,2	
	2,9	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,8	3,0	3,1	3,2	3,3	4,2	
	2,8	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	4,1	
	2,7	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	4,0	
	2,6	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,9	3,0	3,1	3,9	
	2,5	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,5	2,8	2,9	3,0	3,9	
	2,4	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,5	2,7	2,8	3,0	3,8	
	2,3	2,0	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,7	2,8	2,9	3,7	
	2,2	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,3	2,3	2,6	2,7	2,8	3,7	
	2,1	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,2	2,5	2,6	2,8	3,6	
	2,0	1,8	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	3,6	
	1,9	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,7	3,5	
	1,8	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,6	3,5	
	1,7	1,6	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	2,5	3,4	
	1,6	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,5	3,3	
	1,5	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	3,2	
	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	3,2	
1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	3,1		
1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	3,0		
1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	3,0		
1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,9		
0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,8		
0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,8		
0,7	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,8	2,7		
0,6	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,6		
0,5	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	2,5		



Tablica H.1 – Współczynniki przenikania ciepła,  $U_{g}$ , okien pionowych o 30 % udziale pola powierzchni ramy w całym polu powierzchni okna; najczęściej spotykane typy rozporów oszklenia.

Wartości w W/(m<sup>2</sup>·K)

Typ oszklenia	$U_g$	Współczynniki przenikania ciepła, $U_{g}$ , okien pionowych o 30 % udziale pola powierzchni ramy w całym polu powierzchni okna; najczęściej spotykane typy rozporów oszklenia i kolejne wartości $U_g$													
		0,80	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0	
Pojedyncze	5,8	4,3	4,4	4,4	4,5	4,5	4,6	4,7	4,7	4,8	5,0	5,1	5,2	6,1	
Podwójne lub potrójne	3,3	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	4,5	
	3,2	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,5	3,6	4,4	
	3,1	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	4,3	
	3,0	2,5	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	4,2	
	2,9	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	4,2	
	2,8	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	3,3	4,1	
	2,7	2,3	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	4,0	
	2,6	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,7	2,6	2,9	3,0	3,2	4,0	
	2,5	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,5	2,8	3,0	3,1	3,9	
	2,4	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,8	2,9	3,0	3,8	
	2,3	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,4	2,7	2,8	3,0	3,8	
	2,2	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,3	2,6	2,8	2,9	3,7	
	2,1	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,6	2,7	2,8	3,6	
	2,0	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,5	2,6	2,7	2,8	3,6	
	1,9	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,1	2,3	2,4	2,5	2,5	2,7	3,6	
	1,8	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	3,5	
	1,7	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,6	3,4	
	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	3,3	
	1,5	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	2,5	3,3	
	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	3,2	
1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	3,1		
1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	3,1		
1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	3,0		
1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,9		
0,9	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,9		
0,8	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,8		
0,7	0,93	0,99	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,7		
0,6	0,86	0,92	0,98	1,0	1,1	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,7		
0,5	0,79	0,85	0,91	0,97	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,6		



# Określanie współczynnika przenikania ciepła okna – metoda obliczeniowa.

Zgodnie z norma PN-EN ISO 10077-1, współczynnik przenikania ciepła okna wyliczamy wg wzoru:

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \Psi_g}{A_g + A_f}$$

gdzie:

**A<sub>g</sub>** - pole powierzchni oszklenia

**U<sub>g</sub>** - współczynnik przenikania ciepła oszklenia

**U<sub>f</sub>** - współczynnik przenikania ciepła ramy

**A<sub>f</sub>** - pole powierzchni ramy

**Ψ<sub>g</sub>** - liniowy współczynnik przenikania

**l<sub>g</sub>** - długość liniowego mostka cieplnego na styku oszklenia z ramą





# Określanie współczynnika przenikania ciepła okna – przykład.

Dane do obliczeń okna jednoskrzydłowego:

$$b_f = 0,082 \text{ m}$$

$$U_f = 1,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$U_g = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$\Psi = 0,05 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

Tablica 1. Wyniki obliczeń współczynnika przenikania ciepła  $U_W$  okna jednoskrzydłowego

		Szerokość okna, m																	
		0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
Wysokość okna, m	0,8	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
	0,9	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,99	0,99	0,99
	1,3	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98
	1,4	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97
	1,5	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97	0,97	0,97
	1,6	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,99	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96
	1,7	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,99	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96	0,96	0,95
	1,8	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	0,99	0,99	0,98	0,98	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96	0,95	0,95	0,95
	1,9	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	0,99	0,98	0,98	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96	0,95	0,95	0,95	0,94
	2,0	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	0,99	0,99	0,98	0,97	0,97	0,96	0,96	0,95	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94
	2,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	0,99	0,98	0,98	0,97	0,96	0,96	0,96	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,94
	2,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	0,99	0,98	0,97	0,97	0,96	0,96	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93
	2,3	1,1	1,0	1,0	1,0	0,99	0,98	0,98	0,97	0,96	0,96	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93
	2,4	1,1	1,0	1,0	1,0	0,99	0,98	0,97	0,97	0,96	0,96	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93
2,5	1,1	1,0	1,0	1,0	0,99	0,98	0,97	0,97	0,96	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	



# Metody obliczeń współczynnika przenikania ciepła wg PN-EN ISO 10077-2:2017-10.

W normie PN-EN ISO 10077-2:2017-10 podano 2 różne podejścia do przenoszenia ciepła przez pustki powietrza:

- istniejąca metoda zwana pojedynczą równoważną metodą współczynnika przewodzenia ciepła
- nowa metoda zwana metodą radiacji

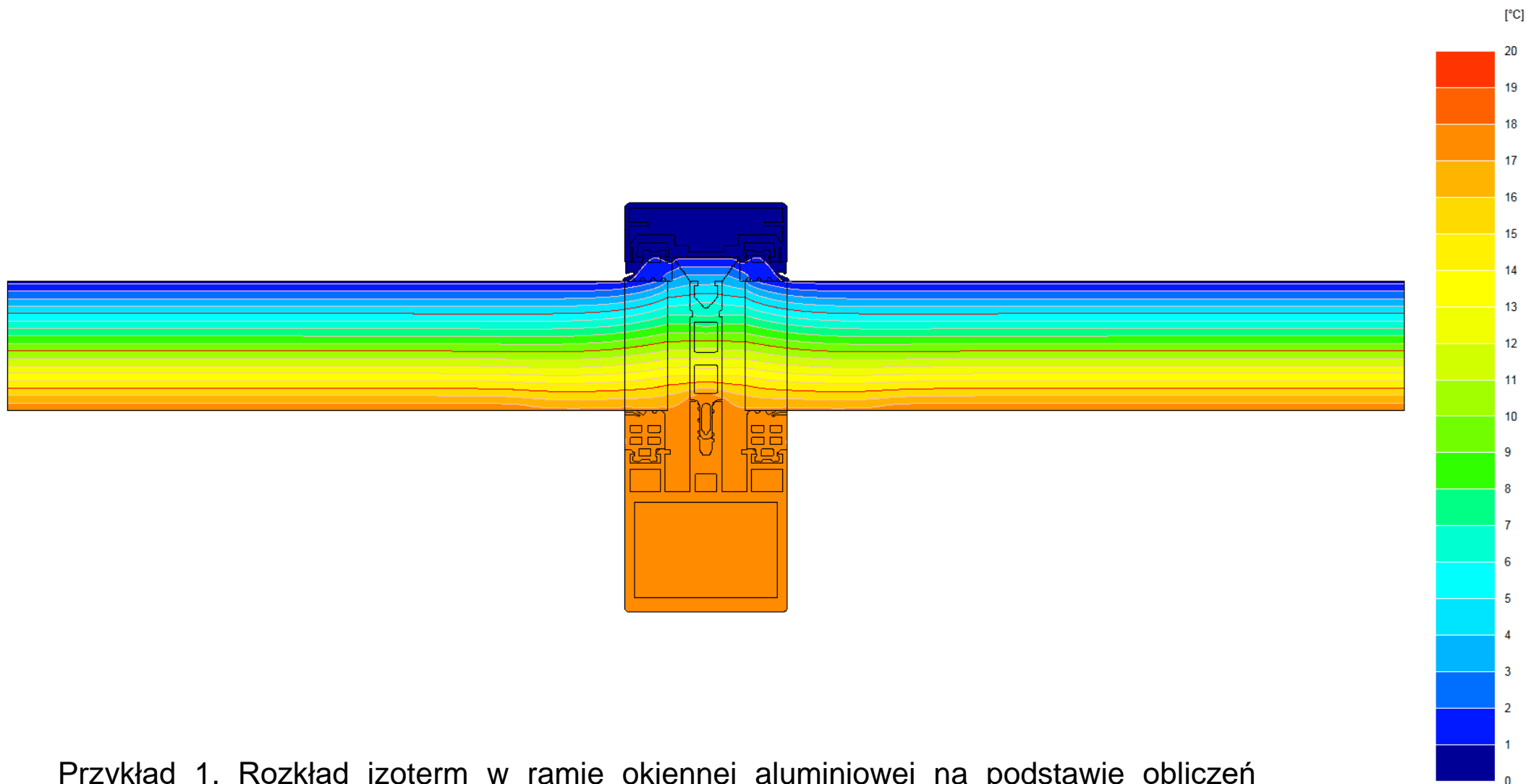
W przypadku metody pojedynczej równoważnej strumień ciepła w pustkach reprezentuje jeden równoważny współczynnik przewodzenia ciepła  $\lambda_{eq.}$ , który obejmuje przepływ ciepła przez przewodzenie, konwekcje i promieniowanie, oraz zależy od geometrii pustki i sąsiadujących materiałów.

Metoda radiacji zakłada, że przenoszenie ciepła przez pustkę powietrza zachodzi jednocześnie przez przewodzenie/konwekcje i promieniowanie (zjawiska zachodzą równolegle, dlatego obliczenia każdego udziału odbywają się osobno).

Szczegóły opisujące obie metody znajdują się w ww. normie.

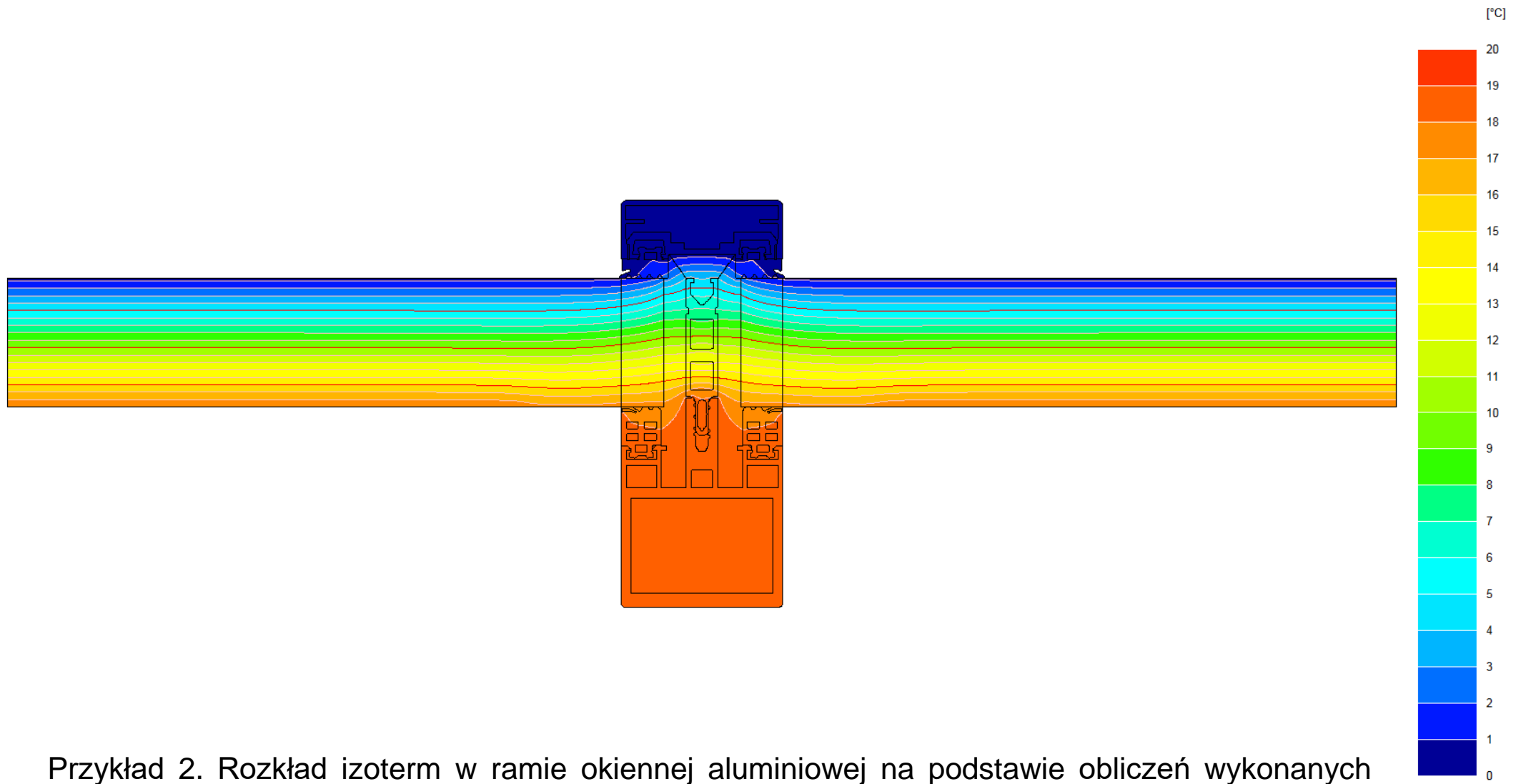


## Metody obliczeń współczynnika przenikania ciepła wg PN-EN ISO 10077-2:2017-10 - przykłady



Przykład 1. Rozkład izoterm w ramie okiennej aluminiowej na podstawie obliczeń wykonanych pojedynczą równoważną metodą współczynnika przewodzenia ciepła.

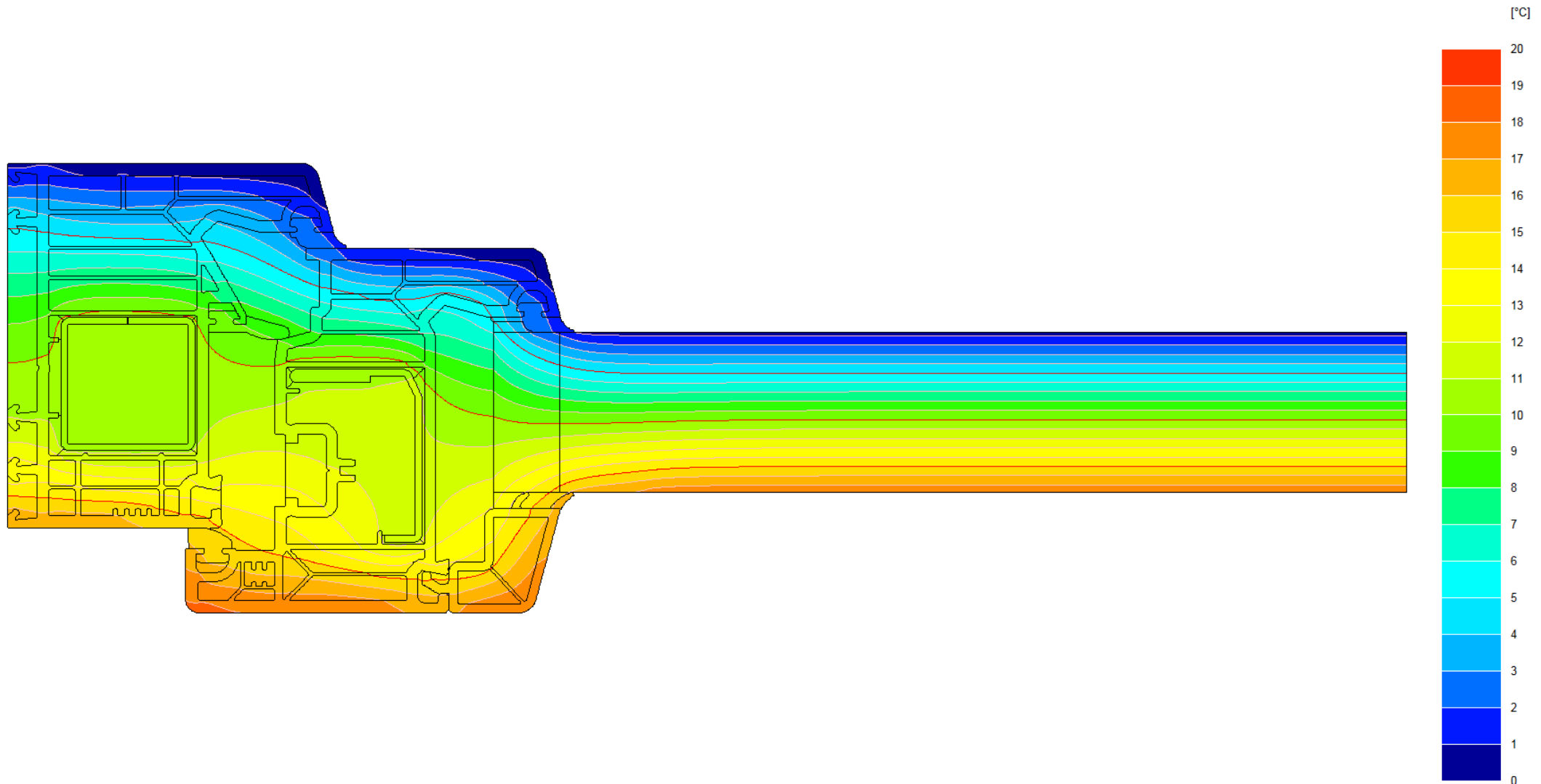
## Metody obliczeń współczynnika przenikania ciepła wg PN-EN ISO 10077-2:2017-10 - przykłady



Przykład 2. Rozkład izoterm w ramie okiennej aluminiowej na podstawie obliczeń wykonanych metodą zwaną metodą radiacji.



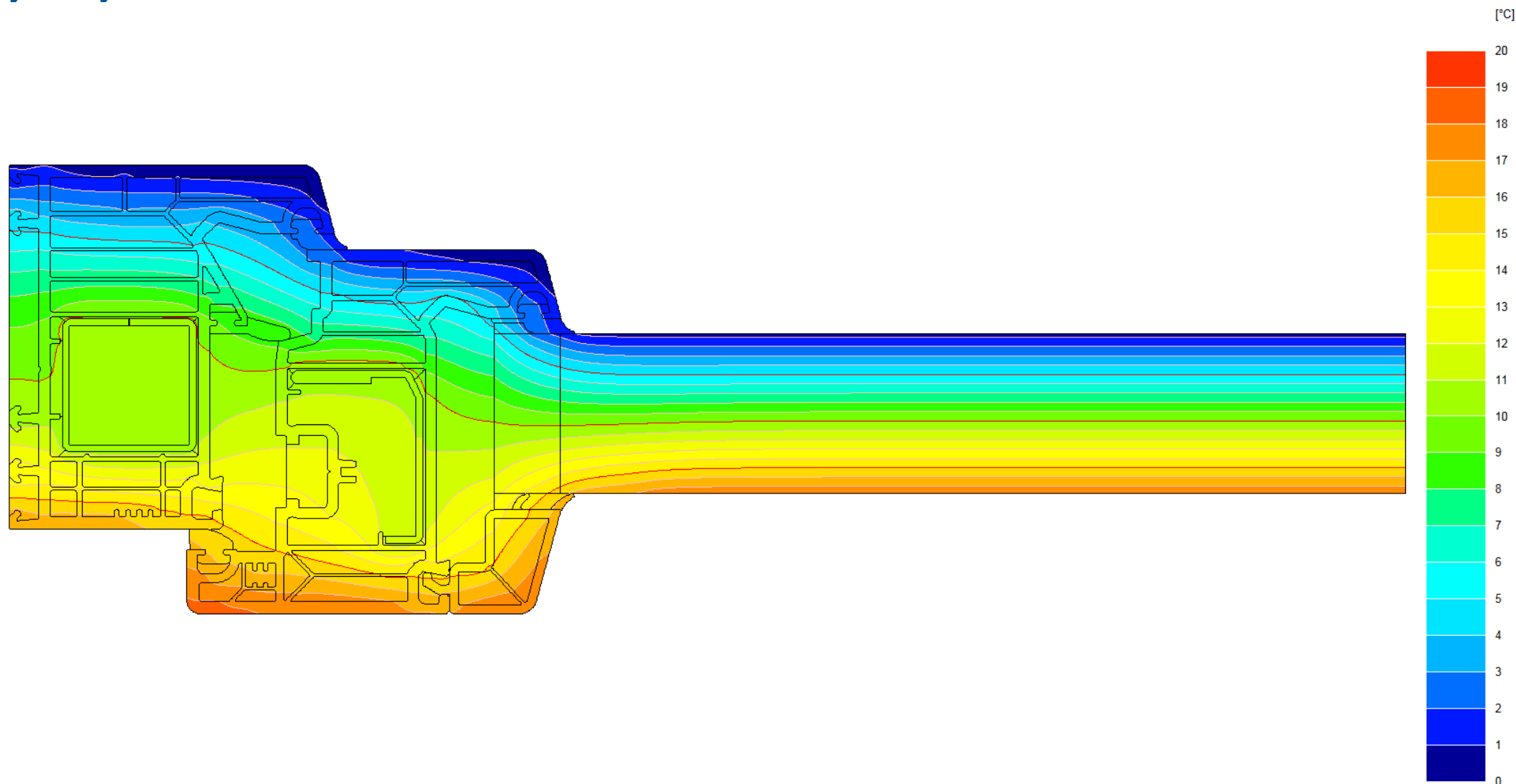
## Metody obliczeń współczynnika przenikania ciepła wg PN-EN ISO 10077-2:2017-10 - przykłady



Przykład 3. Rozkład izoterm w ramie okiennej z PVC na podstawie obliczeń wykonanych pojedynczą równoważną metodą współczynnika przewodzenia ciepła.



# Metody obliczeń współczynnika przenikania ciepła wg PN-EN ISO 10077-2:2017-10 - przykłady



Przykład 4. Rozkład izoterm w ramie okiennej z PVC na podstawie obliczeń wykonanych metodą zwaną metodą radiacji.



Pracownia Fizyki Ciepłej ITB przeprowadziła szczegółowe analizy dotyczące wyboru jednej z metod i wpływu na wyniki obliczeń dla ram aluminiowych.

A. Witek. B.Pietruszka, [Estimating thermal transmittance of the aluminium window profiles in practice](#), artykuł przyjęty na konferencje NSB2020, wrzesień 2020

Prowadzone są także badania laboratoryjne celem weryfikacji wyników numerycznych, zwłaszcza dla stolarki aluminiowej.









## Parametry techniczne urządzenia:

Zestaw Hotbox z systemem pomiarowym dla standardowych okien/drzwi wg EN ISO 12567-1 i 2, EN ISO 8990, EN 12412, ASTM C-1363

wymiary zewnętrzne ok: 360 x 380 x 460 cm (szer. x wys. x dł.)

po rozsunięciu komór – długość 700 cm

waga zestawu – ok. 3700 kg

- zakres pomiarowy- **U: 0,16 – 4,0 W/(m<sup>2</sup>K)**

- dopuszczalny błąd pomiaru max.  $\pm 5.0 \%$

-wymiary próbek

-standardowe okno (wys. x szer. x gr.) - 148 x 123 x 25 cm

-standardowe drzwi (wys. x szer. x gr.) – 218 x 123 x 25 cm

Zakres temperatur:

-zimna sekcja -15 °C do +10 °C

-ciepła sekcja + 5 °C do +45 °C

Kamera termowizyjna

Możliwość monitorowania i regulacji wilgotności powietrza w komorach badawczych.

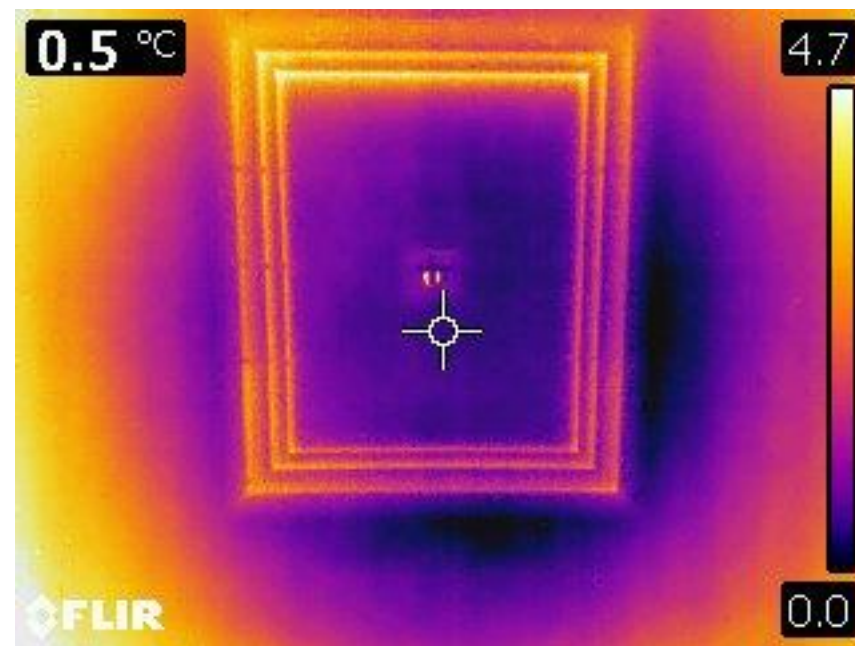




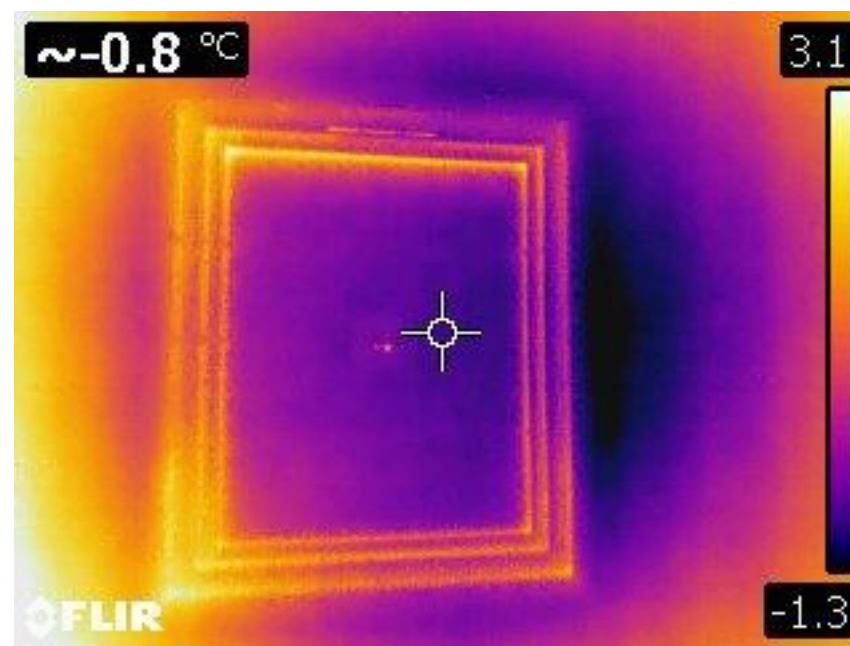


Montaż okna na stanowisku GHB.





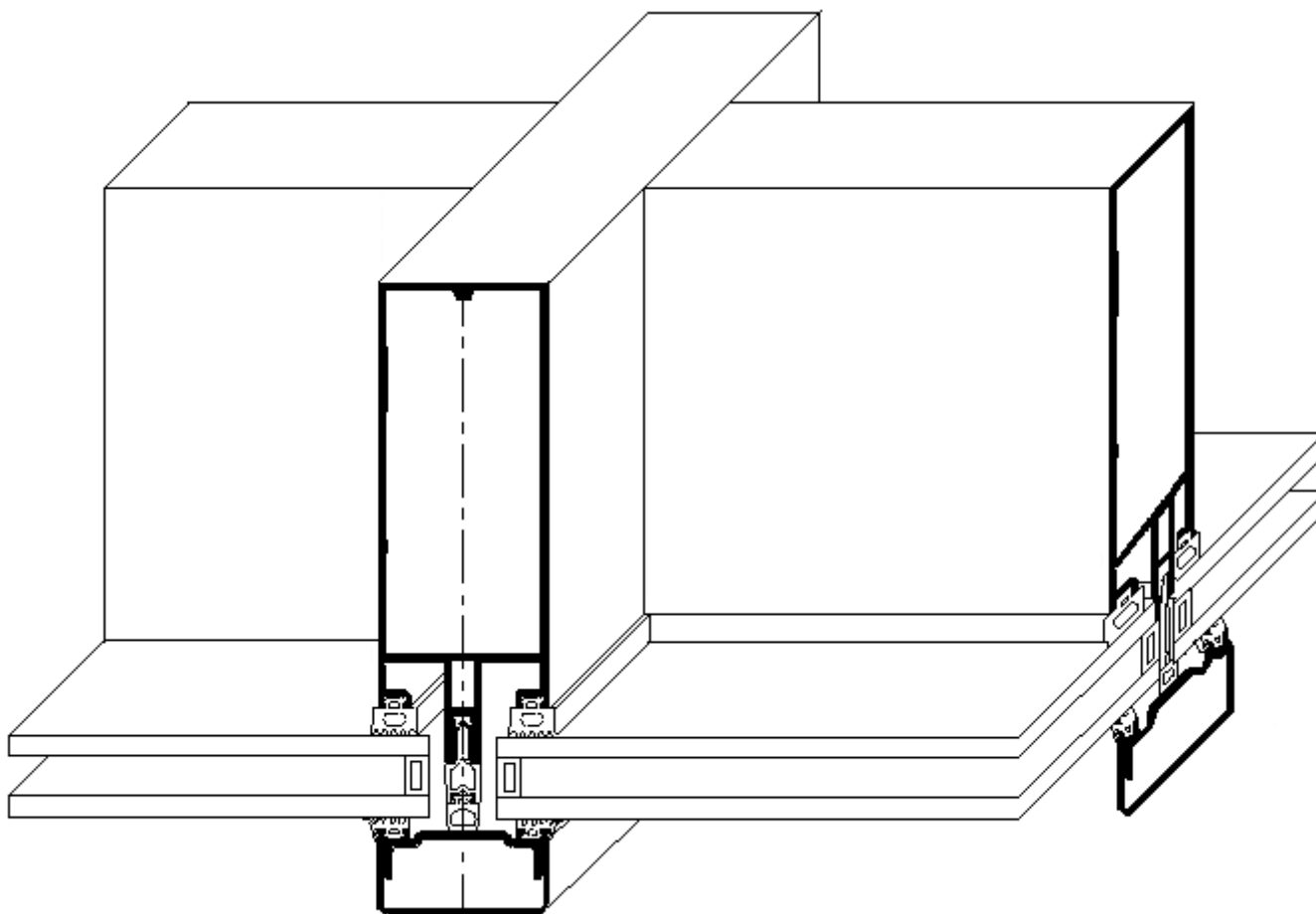
Współczynnik przenikania ciepła okna PVC.

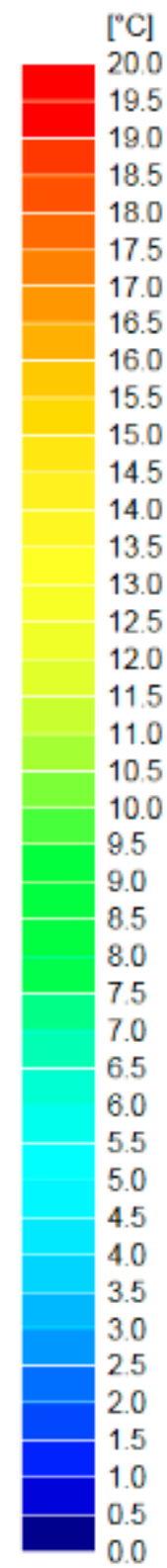
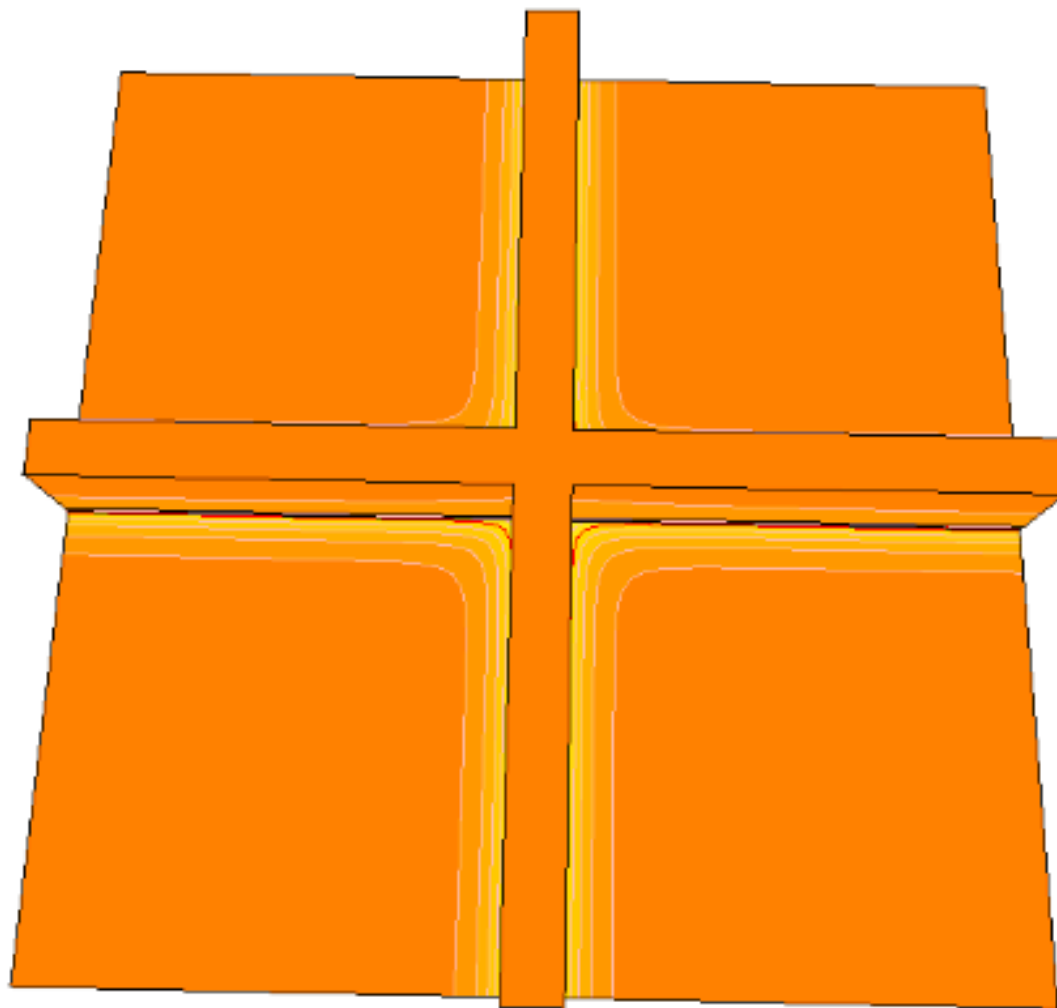


Współczynnik przenikania ciepła okna z nawiewnikami

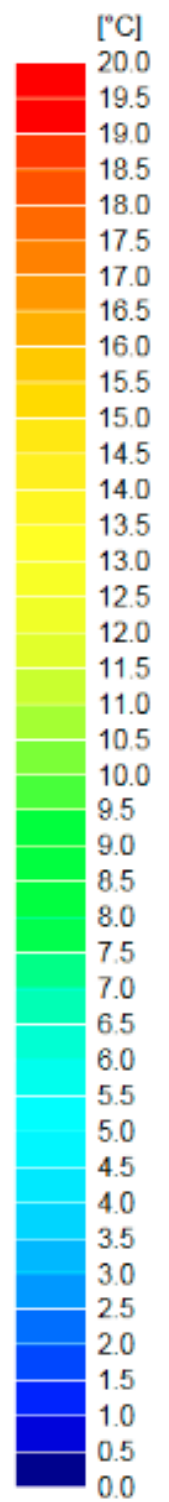
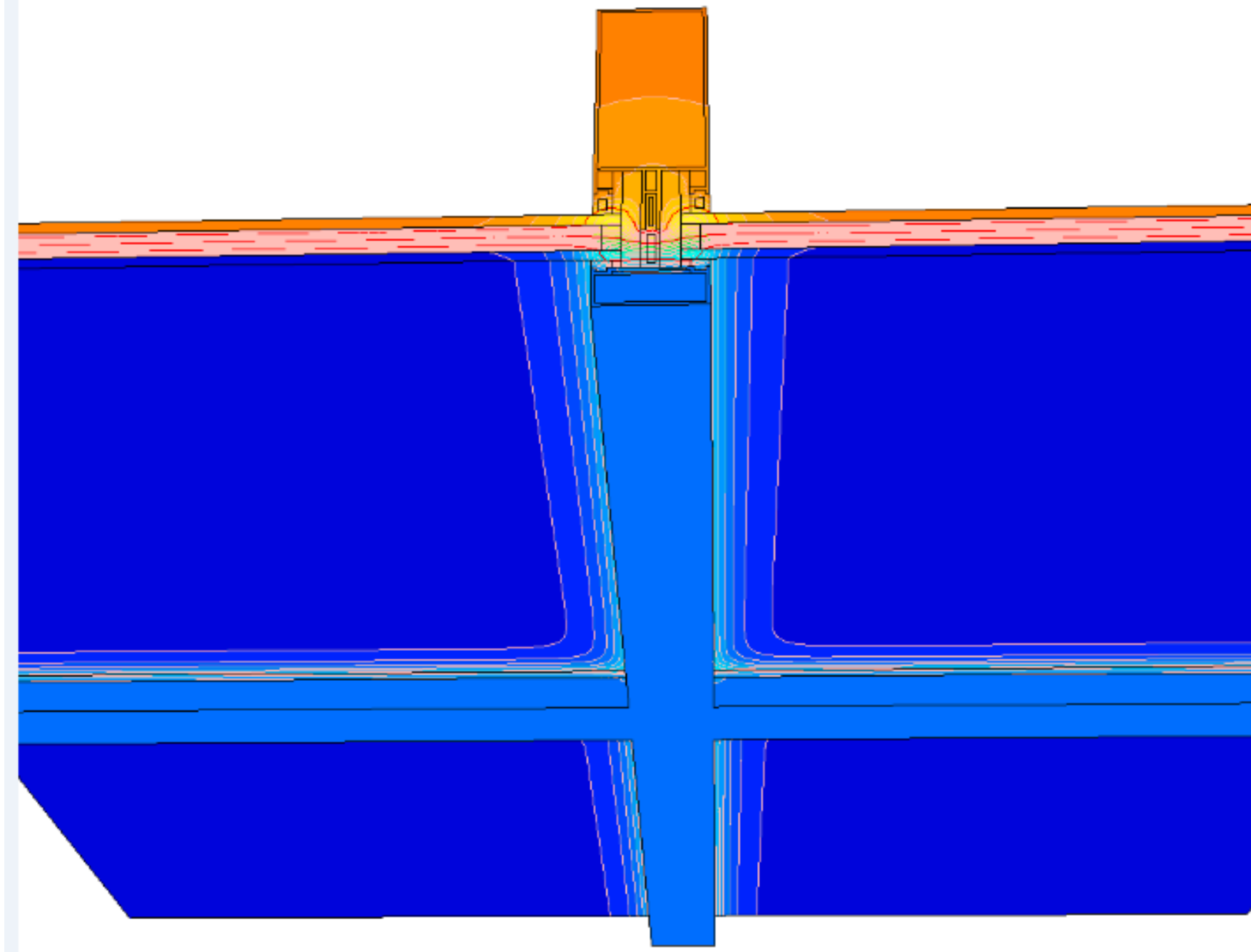


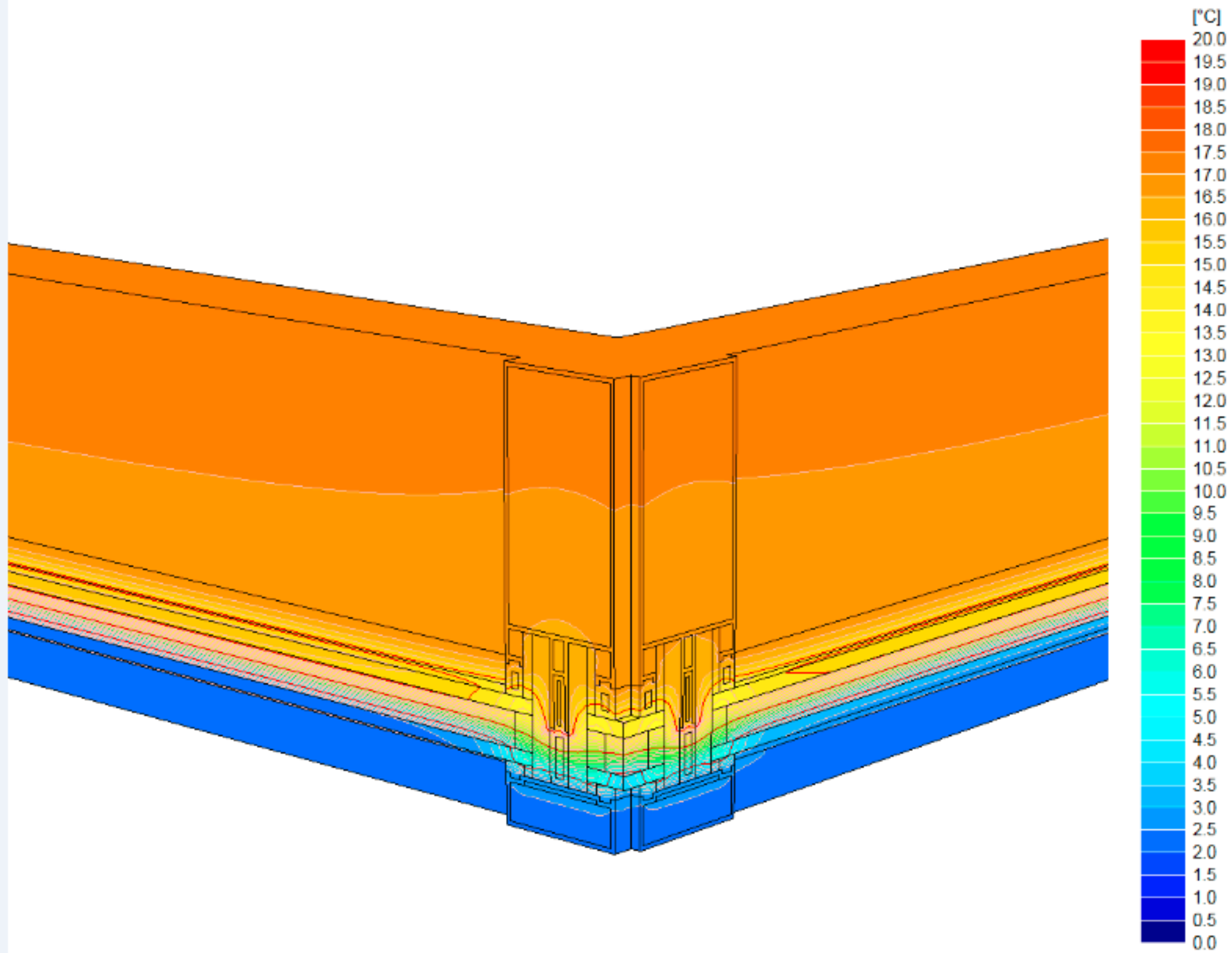
# Współczynnik przenikania ciepła – metoda obliczeniowa 3D











# Współczynnik przenikania ciepła sekcji konstrukcji – obliczenia dla danych warunków klimatycznych.

