

## **ISOVER DACH PŁASKI**

### **Omówienie rozwiązań BIM dla Graphisoft® Archicad**

Rozwiązania dachu płaskiego z izolacją termiczną z wełny mineralnej ISOVER zostały podzielone na trzy grupy i zestawione w pliku **Dach płaski ISOVER**.

Plik zawiera rozwiązania dachu płaskiego o konstrukcji z blachy trapezowej oraz płyty żelbetowej z izolacją termiczną z wełny mineralnej ISOVER w układach dwu- i wielowarstwowych w trzech zestawach:

- „**Srebrny Dach**” – zestaw składający się z płyt z wełny mineralnej skalnej o zdefiniowanej kolejności warstw: **Dachoterm G39** ( $\lambda=0,039$  W/mK) jako górna warstwa układu, **Dachoterm SL37** ( $\lambda=0,037$  W/mK) jako dolna/e warstwa/y układu,
- „**Złoty Dach**” – zestaw składający się z płyt z wełny mineralnej skalnej i szklanej o zdefiniowanej kolejności warstw: **Deska Dachowa** ( $\lambda=0,033$  W/mK) jako górna warstwa układu, **Dachoterm SL 37** ( $\lambda=0,037$  W/mK) jako dolna/e warstwa/y układu,
- „**Platynowy Dach**” – zestaw składający się z płyt z wełny mineralnej szklanej o zdefiniowanej kolejności warstw: **Taurus** ( $\lambda=0,038$  W/mK) jako górna warstwa układu, **Tup** ( $\lambda=0,038$  W/mK) jako dolna/e warstwa/y układu.

#### **„DACH PŁASKI – BLACHA TRAPEZOWA”**

Układ warstw dachu płaskiego (od góry):

- Pokrycie z membrany PVC
- Zestaw wełny mineralnej ISOVER
- Folia paroizolacyjna ISOVER Stopair 1104
- Blacha trapezowa

Objaśnienie nazw poszczególnych rozwiązań na przykładzie:

#### **ISOVER.DP.SrebrnyDach100.BLACHA.U0,36**

**ISOVER** – nazwa producenta wełny mineralnej

**DP** – rodzaj przegrody tj. dach płaski

**SrebrnyDach100** – rodzaj zestawu z wełny mineralnej ISOVER i jego łączna grubość [mm]:

**SrebrnyDach** – Zestaw „Srebrny Dach”

**ZłotyDach** – Zestaw „Złoty Dach”

**PlatynowyDach** – Zestaw „Platynowy Dach”

**100** – łączna grubość zestawu wełny mineralnej w [mm]

**U0,36** – wartość współczynnika przenikania ciepła  $U_c$  [W/m<sup>2</sup>K]

#### **„DACH PŁASKI – ŻELBET”**

Układ warstw dachu płaskiego (od góry):

- Pokrycie z membrany PVC
- Zestaw wełny mineralnej ISOVER
- Folia paroizolacyjna ISOVER Stopair 1104
- Płyta żelbetowa gr. 20 cm
- Tynk gipsowy

Objaśnienie nazw poszczególnych rozwiązań na przykładzie:

**ISOVER.DP.SrebrnyDach100.ŻELBET.U0,34**

**ISOVER** – nazwa producenta wełny mineralnej

**DP** – rodzaj przegrody tj. dach płaski

**SrebrnyDach100** – rodzaj zestawu z wełny mineralnej ISOVER i jego łączna grubość [mm]:

**SrebrnyDach** – Zestaw „Srebrny Dach”

**ZłotyDach** – Zestaw „Złoty Dach”

**PlatynowyDach** – Zestaw „Platynowy Dach”

**100** – łączna grubość zestawu wełny mineralnej w [mm]

**U0,34** – wartość współczynnika przenikania ciepła  $U_c$  [ $W/m^2K$ ]

Wszystkie rozwiązania spełniają warunek maksymalnego współczynnika przenikania ciepła  $U_{c(max)}$  zawarty w *Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r.* dla dachów, stropodachów i stropów pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami obowiązujący od 1 stycznia 2017 r.:

- przy  $t_i \geq 16^\circ C$   $U_{c(max)} = 0,18$  [ $W/m^2K$ ]
  - przy  $8^\circ C \leq t_i < 16^\circ C$   $U_{c(max)} = 0,30$  [ $W/m^2K$ ]
  - przy  $t_i < 8^\circ C$   $U_{c(max)} = 0,70$  [ $W/m^2K$ ]
- oraz który będzie obowiązywał od 31 grudnia 2020 r.:
- przy  $t_i \geq 16^\circ C$   $U_{c(max)} = 0,15$  [ $W/m^2K$ ]
  - przy  $8^\circ C \leq t_i < 16^\circ C$   $U_{c(max)} = 0,30$  [ $W/m^2K$ ]
  - przy  $t_i < 8^\circ C$   $U_{c(max)} = 0,70$  [ $W/m^2K$ ]

Założenia i metodologia obliczeń współczynnika przenikania ciepła  $U_c$  [ $W/m^2K$ ] dla rozwiązań dachu płaskiego z izolacją termiczną z wełny mineralnej ISOVER została przedstawiona na stronach 7 - 13 niniejszego opracowania.

Tab. 1. Rozwiązania dachu płaskiego z izolacją termiczną z wełny mineralnej ISOVER o konstrukcji z blachy trapezowej

Lp	Nazwa rozwiązania REVIT	Uc [W/m <sup>2</sup> K]	Pokrycie dachu (λ [W/mK])	Grubość [mm]	Wełna mineralna ISOVER - warstwa górną (λ [W/mK])	Grubość [mm]	Wełna mineralna ISOVER - warstwa dolną (λ [W/mK])	Grubość [mm]	Łączna grubość zestawu wełny [mm]	Folia paroizolacyjna (λ [W/mK])	Grubość [mm]	Konstrukcja nośna (λ [W/mK])	Grubość [mm]
<b>ISOVER SREBRNY DACH</b>													
1	ISOVER.DP.SrebrnyDach100.BLACHA.U0,36	0,36	Membrana dachowa PVC (λ=0,17 W/mK)	2,5	Dachoterm G 39 (λ=0,039 W/mK)	40	Dachoterm SL 37 (λ=0,037 W/mK)	60	100	ISOVER Stopair 1104 (λ=0,33 W/mK)	0,2	Blacha trapezowa (λ=50 W/mK)	nieokreślona
2	ISOVER.DP.SrebrnyDach120.BLACHA.U0,30	0,30						80	120				
3	ISOVER.DP.SrebrnyDach130.BLACHA.U0,28	0,28						90	130				
4	ISOVER.DP.SrebrnyDach140.BLACHA.U0,26	0,26						100	140				
5	ISOVER.DP.SrebrnyDach150.BLACHA.U0,24	0,24						110	150				
6	ISOVER.DP.SrebrnyDach160.BLACHA.U0,23	0,23						120	160				
7	ISOVER.DP.SrebrnyDach170.BLACHA.U0,21	0,21						130	170				
8	ISOVER.DP.SrebrnyDach180.BLACHA.U0,20	0,20						140	180				
9	ISOVER.DP.SrebrnyDach190.BLACHA.U0,19	0,19						150	190				
10	ISOVER.DP.SrebrnyDach200.BLACHA.U0,18	0,18						160	200				
11	ISOVER.DP.SrebrnyDach220.BLACHA.U0,17	0,17						180	220				
12	ISOVER.DP.SrebrnyDach240.BLACHA.U0,15	0,15						100+100	240				
13	ISOVER.DP.SrebrnyDach260.BLACHA.U0,14	0,14						100+120	260				
14	ISOVER.DP.SrebrnyDach280.BLACHA.U0,13	0,13						120+120	280				
15	ISOVER.DP.SrebrnyDach300.BLACHA.U0,12	0,12						120+140	300				
16	ISOVER.DP.SrebrnyDach320.BLACHA.U0,11	0,11						140+140	320				
<b>ISOVER ŻŁOTY DACH</b>													
1	ISOVER.DP.ŻłotyDach80.BLACHA.U0,42	0,42	Membrana dachowa PVC (λ=0,17 W/mK)	2,5	Deska dachowa 3316 (λ=0,033 W/mK)	20	Dachoterm SL 37 (λ=0,037 W/mK)	60	80	ISOVER Stopair 1104 (λ=0,33 W/mK)	0,2	Blacha trapezowa (λ=50 W/mK)	nieokreślona
2	ISOVER.DP.ŻłotyDach100.BLACHA.U0,34	0,34						80	100				
3	ISOVER.DP.ŻłotyDach110.BLACHA.U0,31	0,31						90	110				
4	ISOVER.DP.ŻłotyDach120.BLACHA.U0,29	0,29						100	120				
5	ISOVER.DP.ŻłotyDach130.BLACHA.U0,27	0,27						110	130				
6	ISOVER.DP.ŻłotyDach140.BLACHA.U0,25	0,25						120	140				
7	ISOVER.DP.ŻłotyDach150.BLACHA.U0,23	0,23						130	150				
8	ISOVER.DP.ŻłotyDach160.BLACHA.U0,22	0,22						140	160				
9	ISOVER.DP.ŻłotyDach170.BLACHA.U0,21	0,21						150	170				
10	ISOVER.DP.ŻłotyDach180.BLACHA.U0,20	0,20						160	180				
11	ISOVER.DP.ŻłotyDach200.BLACHA.U0,18	0,18						180	200				
12	ISOVER.DP.ŻłotyDach220.BLACHA.U0,16	0,16						100+100	220				
13	ISOVER.DP.ŻłotyDach240.BLACHA.U0,15	0,15						100+120	240				
14	ISOVER.DP.ŻłotyDach260.BLACHA.U0,14	0,14						120+120	260				
15	ISOVER.DP.ŻłotyDach280.BLACHA.U0,13	0,13						120+140	280				
16	ISOVER.DP.ŻłotyDach300.BLACHA.U0,12	0,12						140+140	300				

ISOVER PLATYNOWY DACH													
1	ISOVER.DP.PlatynowyDach100.BLACHA.U0,36	<b>0,36</b>	Membrana dachowa PVC ( $\lambda=0,17$ W/mK)	2,5	<b>TAURUS</b> ( $\lambda=0,038$ W/mK)	50	<b>TUP</b> ( $\lambda=0,038$ W/mK)	50	100	ISOVER Stopair 1104 ( $\lambda=0,33$ W/mK)	0,2	Blacha trapezowa ( $\lambda=50$ W/mK)	nieokreślona
2	ISOVER.DP.PlatynowyDach130.BLACHA.U0,28	<b>0,28</b>				50		80	130				
3	ISOVER.DP.PlatynowyDach150.BLACHA.U0,24	<b>0,24</b>				50		100	150				
4	ISOVER.DP.PlatynowyDach160.BLACHA.U0,23	<b>0,23</b>				80		80	160				
5	ISOVER.DP.PlatynowyDach180.BLACHA.U0,20	<b>0,20</b>				80		100	180				
6	ISOVER.DP.PlatynowyDach200.BLACHA.U0,19	<b>0,19</b>				100		100	200				
7	ISOVER.DP.PlatynowyDach230.BLACHA.U0,16	<b>0,16</b>				80		100+50	230				
8	ISOVER.DP.PlatynowyDach250.BLACHA.U0,15	<b>0,15</b>				100		100+50	250				
9	ISOVER.DP.PlatynowyDach280.BLACHA.U0,13	<b>0,13</b>				80		100+100	280				
10	ISOVER.DP.PlatynowyDach300.BLACHA.U0,12	<b>0,12</b>				100		100+100	300				

Tab. 2. Rozwiązania dachu płaskiego z izolacją termiczną z wełny mineralnej ISOVER o konstrukcji żelbetowej

Lp	Nazwa rozwiązania REVIT	Uc [W/m <sup>2</sup> K]	Pokrycie dachu (λ [W/mK])	Grubość [mm]	Wełna mineralna ISOVER - warstwa górna (λ [W/mK])	Grubość [mm]	Wełna mineralna ISOVER - warstwa dolna (λ [W/mK])	Grubość [mm]	Łączna grubość zestawu wełny [mm]	Folia paroizolacyjna (λ [W/mK])	Grubość [mm]	Konstrukcja nośna (λ [W/mK])	Grubość konstrukcji nośnej [mm]	Tynk wewnętrzny (λ [W/mK])	Grubość [mm]
<b>ISOVER SREBRNY DACH</b>															
1	ISOVER.DP.SrebrnyDach100.ŻELBET.U0,34	0,34	Membrana dachowa PVC (λ=0,17 W/mK)	2,5	Dachoterm G 39 (λ=0,039 W/mK)	40	Dachoterm SL 37 (λ=0,037 W/mK)	60	100	ISOVER Stopair 1104 (λ=0,33 W/mK)	0,2	Żelbet (λ=2,3 W/mK)	200	tynk gipsowy (λ=0,40 W/mK)	15
2	ISOVER.DP.SrebrnyDach120.ŻELBET.U0,29	0,29						80	120						
3	ISOVER.DP.SrebrnyDach130.ŻELBET.U0,28	0,28						90	130						
4	ISOVER.DP.SrebrnyDach140.ŻELBET.U0,25	0,25						100	140						
5	ISOVER.DP.SrebrnyDach150.ŻELBET.U0,23	0,23						110	150						
6	ISOVER.DP.SrebrnyDach160.ŻELBET.U0,22	0,22						120	160						
7	ISOVER.DP.SrebrnyDach180.ŻELBET.U0,21	0,21						140	180						
8	ISOVER.DP.SrebrnyDach190.ŻELBET.U0,19	0,19						150	190						
9	ISOVER.DP.SrebrnyDach200.ŻELBET.U0,18	0,18						160	200						
10	ISOVER.DP.SrebrnyDach220.ŻELBET.U0,16	0,16						180	220						
11	ISOVER.DP.SrebrnyDach260.ŻELBET.U0,14	0,14						100+120	260						
12	ISOVER.DP.SrebrnyDach280.ŻELBET.U0,13	0,13						120+120	280						
13	ISOVER.DP.SrebrnyDach300.ŻELBET.U0,12	0,12						120+140	300						
14	ISOVER.DP.SrebrnyDach320.ŻELBET.U0,11	0,11						140+140	320						
<b>ISOVER ŻŁOTY DACH</b>															
1	ISOVER.DP.ŻłotyDach80.ŻELBET.U0,41	0,41	Membrana dachowa PVC (λ=0,17 W/mK)	2,5	Deska dachowa 3316 (λ=0,033 W/mK)	20	Dachoterm SL 37 (λ=0,037 W/mK)	60	80	ISOVER Stopair 1104 (λ=0,33 W/mK)	0,2	Żelbet (λ=2,3 W/mK)	200	tynk gipsowy (λ=0,40 W/mK)	15
2	ISOVER.DP.ŻłotyDach100.ŻELBET.U0,33	0,33						80	100						
3	ISOVER.DP.ŻłotyDach110.ŻELBET.U0,30	0,30						90	110						
4	ISOVER.DP.ŻłotyDach120.ŻELBET.U0,28	0,28						100	120						
5	ISOVER.DP.ŻłotyDach130.ŻELBET.U0,27	0,27						110	130						
6	ISOVER.DP.ŻłotyDach140.ŻELBET.U0,24	0,24						120	140						
7	ISOVER.DP.ŻłotyDach150.ŻELBET.U0,23	0,23						130	150						
8	ISOVER.DP.ŻłotyDach160.ŻELBET.U0,21	0,21						140	160						
9	ISOVER.DP.ŻłotyDach180.ŻELBET.U0,20	0,20						160	180						
10	ISOVER.DP.ŻłotyDach200.ŻELBET.U0,18	0,18						180	200						
11	ISOVER.DP.ŻłotyDach220.ŻELBET.U0,16	0,16						100+100	220						
12	ISOVER.DP.ŻłotyDach240.ŻELBET.U0,15	0,15						100+120	240						
13	ISOVER.DP.ŻłotyDach260.ŻELBET.U0,14	0,14						120+120	260						
14	ISOVER.DP.ŻłotyDach280.ŻELBET.U0,13	0,13						120+140	280						
15	ISOVER.DP.ŻłotyDach300.ŻELBET.U0,12	0,12						140+140	300						
<b>ISOVER PLATYNOWY DACH</b>															
1	ISOVER.DP.PlatynowyDach100.ŻELBET.U0,34	0,34	Membrana dachowa PVC	2,5	TAURUS (λ=0,038 W/mK)	50	TUP	50	100	ISOVER Stopair 1104 (λ=0,33)	0,2	Żelbet (λ=2,3)	200	tynk gipsowy	15
2	ISOVER.DP.PlatynowyDach130.ŻELBET.U0,28	0,28				50	(λ=0,038 W/mK)	80	130						

3	ISOVER.DP.PlatynowyDach150.ŻELBET.U0,24	<b>0,24</b>	$(\lambda=0,17 \text{ W/mK})$	50	100	150	W/mK)	W/mK)	$(\lambda=0,40 \text{ W/mK})$
4	ISOVER.DP.PlatynowyDach160.ŻELBET.U0,22	<b>0,22</b>		80	80	160			
5	ISOVER.DP.PlatynowyDach180.ŻELBET.U0,21	<b>0,21</b>		80	100	180			
6	ISOVER.DP.PlatynowyDach200.ŻELBET.U0,19	<b>0,19</b>		100	100	200			
7	ISOVER.DP.PlatynowyDach230.ŻELBET.U0,16	<b>0,16</b>		80	100+50	230			
8	ISOVER.DP.PlatynowyDach250.ŻELBET.U0,15	<b>0,15</b>		100	100+50	250			
9	ISOVER.DP.PlatynowyDach280.ŻELBET.U0,14	<b>0,14</b>		80	100+100	280			
10	ISOVER.DP.PlatynowyDach300.ŻELBET.U0,12	<b>0,12</b>		100	100+100	300			

**ZAŁOŻENIA I METODOLOGIA OBLICZEŃ WARTOŚCI  
WSPÓŁCZYNNIKA PRZENIKANIA CIEPŁA  $U_c$  [W/m<sup>2</sup>K]  
DLA ROZWIĄZAŃ DACHU PŁASKIEGO Z IZOLACJĄ TERMICZNĄ  
Z WEŁNY MINERALNEJ ISOVER**

**WYMAGANIA:**

Wymagania dotyczące izolacyjności cieplnej przegród określone są w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Dz. U. 2002 nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami [1].

Zgodnie z WT [1] wartości współczynnika przenikania ciepła  $U_c$  dachów dla wszystkich rodzajów budynków, uwzględniające poprawki ze względu na pustki powietrzne w warstwie izolacji, łączniki mechaniczne przechodzące przez warstwę izolacyjną oraz opady na dach o odwróconym układzie warstw, obliczone zgodnie z Polskimi Normami dotyczącymi obliczania oporu cieplnego i współczynnika przenikania ciepła nie mogą być większe niż wartości  $U_{c(max)}$  określone w poniższej tabeli:

Rodzaj przegrody i temperatura w pomieszczeniu	Współczynnik przenikania ciepła $U_{c(max)}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]		
	od 01.01.2014 r.	od 01.01.2017 r.	od 31.12.2020 r.
Dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami			
przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,20	0,18	0,15
przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	0,30		
przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	0,70		

gdzie  $t_i$  – temperatura obliczeniowa w pomieszczeniu zgodnie z paragrafem 134 ust. 2 rozporządzenia [1].

**1. OBLICZENIA WSPÓŁCZYNNIKA PRZENIKANIA CIEPŁA  $U_c$  NA PRZYKŁADZIE DACHU  
O KONSTRUKCJI NOŚNEJ Z BLACHY TRAPEZOWEJ Z IZOLACJĄ TERMICZNĄ Z WEŁNY  
MINERALNEJ ISOVER W ZESTAWIE „SREBRNY DACH” gr. 200 mm (Dachoterm G 39 gr. 40  
mm + Dachoterm SL 37 gr. 160 mm):**

Obliczenia współczynnika przenikania ciepła  $U_c$  [ $W/m^2K$ ] dla dachu płaskiego zostały wykonane w programie ArcADia-TERMO 6.6 zgodnie z normą *PN-EN ISO 6946:2008 Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania* [2] dla poniższych danych wejściowych:

Warstwy	Grubość warstwy	Współczynnik przewodzenia ciepła	Opór cieplny
	$d$ [m]	$\lambda$ [ $W/mK$ ]	$R$ [ $m^2K/W$ ]
Opór przyjmowania ciepła na zewnętrznej powierzchni przegrody $R_{se}$			0.040
Membrana PVC	0.0025	0.17	0.015
<b>Dachoterm G 39</b>	0.04	0.039	1.026
<b>Dachoterm SL37</b>	0.16	0.037	4.324
Folia PE	0.0002	0.33	0.001
Blacha trapezowa	0.001	50	0.000
Opór przyjmowania ciepła na wewnętrznej powierzchni przegrody $R_{si}$			0.100
		$R =$	5,506 <sup>(1)</sup>
		$U =$	<b>0.18</b> [ $W/m^2K$ ] <sup>(2)</sup>

(1) zgodnie z pkt. 5.1. normy [2] wartość oporu cieplnego stosowanego w obliczeniach pośrednich należy obliczać z dokładnością co najmniej do trzech cyfr znaczących.

(2) zgodnie z pkt. 7 normy [2] jeżeli jako wynik końcowy przedstawia się współczynnik przenikania ciepła, należy zaokrąglić go do dwóch cyfr znaczących.

Do współczynnika przenikania ciepła obliczonego zgodnie z normą *PN-EN ISO 6946:2008* należy stosować, jeśli jest to odpowiednie, poprawki z uwagi na:

1. pustki powietrzne w warstwie izolacji;
2. łączniki mechaniczne przechodzące przez warstwę izolacyjną;
3. opady na dach o odwróconym układzie warstw.



Poprawiony współczynnik przenikania ciepła  $U_c$  uzyskuje się poprzez dodanie członu korekcyjnego  $\Delta U$ :

$$U_c = U + \Delta U$$

człon korekcyjny  $\Delta U$  określa wzór:

$$\Delta U = \Delta U_g + \Delta U_f + \Delta U_r$$

w którym:

$\Delta U_g$  - poprawka z uwagi na pustki powietrzne,

$\Delta U_f$  - poprawka z uwagi na łączniki mechaniczne;

$\Delta U_r$  - poprawka z uwagi na dach o odwróconym układzie warstw.

**Zgodnie z punktem 7 normy [2], jeżeli całkowita poprawka jest mniejsza niż 3% wartości  $U$ , poprawki nie są wymagane.**

Dla omawianego dwuwarstwowego, ciągłego układu warstw izolacji należy uwzględnić poprawkę do współczynnika przenikania ciepła z uwagi na łączniki mechaniczne.

#### Poprawka z uwagi na łączniki mechaniczne:

W przypadku, gdy warstwę izolacyjną przebijają łączniki mechaniczne takie jak łączniki dachowe, poprawka do współczynnika przenikania ciepła może zostać określona poniższym równaniem [2]:

$$\Delta U_f = \alpha \frac{\lambda_f \cdot A_f \cdot n_f}{d_o} \left( \frac{R_1}{R_{T,h}} \right)^2$$

gdzie:

$d_o$  grubość warstwy izolacji zawierającej łącznik [m];

$d_1$  długość łącznika, który przebija warstwę izolacyjną [m];

$R_1$  opór cieplny warstwy izolacji przebijanej przez łączniki [ $m^2K/W$ ];

$R_{T,h}$  całkowity opór cieplny komponentu z pominięciem jakichkolwiek mostków cieplnych [ $m^2K/W$ ];

$\phi$  średnica łącznika [m];

$n_f$  liczba łączników na metr kwadratowy;

$\lambda_f$  współczynnik przewodzenia ciepła łącznika [ $W/(mK)$ ]

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

$\alpha$  współczynnik zgodnie z poniższym:

$\alpha = 0,8$  jeżeli łącznik całkowicie przebija warstwę izolacji

$\alpha = 0,8 \cdot (d_1/d_o)$  w przypadku łącznika wpuszczonego

Dla poniższych danych wartość poprawki wynosi odpowiednio:

Dane	łączniki w ilości 6szt./m <sup>2</sup>
do	0,20 m
d1	0,035 m
$\phi$	<b>0,0048 m</b>
R1	5,350
R <sub>T,h</sub>	5,500
$\Lambda_f$	50
Af	0,000018
nf	6
$\alpha$	0,14
<b><math>\Delta U_f</math></b>	<b>0.004</b>

Zgodnie z punktem 7 normy [2], jeżeli całkowita poprawka jest mniejsza niż 3% wartości U, poprawki nie są wymagane.

Mając na uwadze powyższe, jeżeli całkowita poprawka jest mniejsza niż **0,005**, co stanowi 3% wartości  $U=0,18$  [W/m<sup>2</sup>K], nie jest wymagana.

Wartość współczynnika przenikania ciepła dla powyższych danych wejściowych dachu płaskiego z izolacją termiczną zestawem „Srebrny Dach” grubości 200 mm jest równa **0,18** [W/m<sup>2</sup>K] i spełnia wymagania warunków technicznych  $U_{c(max)}$ .

#### Źródło:

[1] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Dz. U. 2002 nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami

[2] PN-EN ISO 6946:2008 Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania.

**2. OBLICZENIA WSPÓŁCZYNNIKA PRZENIKANIA CIEPŁA  $U_c$  NA PRZYKŁADZIE DACHU  
O KONSTRUKCJI NOŚNEJ Z PŁYTY ŻELBETOWEJ Z IZOLACJĄ TERMICZNĄ Z WEŁNY  
MINERALNEJ ISOVER W ZESTAWIE „SREBRNY DACH” gr. 200 mm (Dachoterm G 39 gr. 40  
mm + Dachoterm SL 37 gr. 160 mm):**

Obliczenia współczynnika przenikania ciepła  $U_c$  [ $W/m^2K$ ] dla dachu płaskiego zostały wykonane w programie ArCADia-TERMO 6.6 zgodnie z normą *PN-EN ISO 6946:2008 Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania* [2] dla poniższych danych wejściowych:

Warstwy	Grubość warstwy	Współczynnik przewodzenia ciepła	Opór cieplny
	d [m]	$\lambda$ [ $W/mK$ ]	R [ $m^2K/W$ ]
Opór przejmowania ciepła na zewnętrznej powierzchni przegrody $R_{se}$			0.040
Membrana PVC	0.0025	0.17	0.015
<b>Dachoterm G 39</b>	0.04	0.039	1.026
<b>Dachoterm SL37</b>	0.16	0.037	4.324
Folia PE	0.0002	0.33	0.001
Płyta żelbetowa	0.20	2.30	0.087
Tynk gipsowy	0.015	0.40	0.038
Opór przejmowania ciepła na wewnętrznej powierzchni przegrody $R_{si}$			0.100
		R =	5,631 <sup>(1)</sup>
		<b>U =</b>	<b>0.18</b> <b>[<math>W/m^2K</math>]</b> <sup>(2)</sup>

(1) zgodnie z pkt. 5.1. normy [2] wartość oporu cieplnego stosowanego w obliczeniach pośrednich należy obliczać z dokładnością co najmniej do trzech cyfr znaczących.

(2) zgodnie z pkt. 7 normy [2] jeżeli jako wynik końcowy przedstawia się współczynnik przenikania ciepła, należy zaokrąglić go do dwóch cyfr znaczących.

Do współczynnika przenikania ciepła obliczonego zgodnie z normą *PN-EN ISO 6946:2008* należy stosować, jeśli jest to odpowiednie, poprawki z uwagi na:

1. pustki powietrzne w warstwie izolacji;
2. łączniki mechaniczne przechodzące przez warstwę izolacyjną;
3. opady na dach o odwróconym układzie warstw.

Poprawiony współczynnik przenikania ciepła  $U_c$  uzyskuje się poprzez dodanie członu korekcyjnego  $\Delta U$ :

$$U_c = U + \Delta U$$

człon korekcyjny  $\Delta U$  określa wzór:

$$\Delta U = \Delta U_g + \Delta U_f + \Delta U_r$$

w którym:

$\Delta U_g$  - poprawka z uwagi na pustki powietrzne,

$\Delta U_f$  - poprawka z uwagi na łączniki mechaniczne;

$\Delta U_r$  - poprawka z uwagi na dach o odwróconym układzie warstw.

**Zgodnie z punktem 7 normy [2], jeżeli całkowita poprawka jest mniejsza niż 3% wartości  $U$ , poprawki nie są wymagane.**

Dla omawianego dwuwarstwowego, ciągłego układu warstw izolacji należy uwzględnić poprawkę do współczynnika przenikania ciepła z uwagi na łączniki mechaniczne.

#### Poprawka z uwagi na łączniki mechaniczne:

W przypadku, gdy warstwę izolacyjną przebijają łączniki mechaniczne takie jak łączniki dachowe, poprawka do współczynnika przenikania ciepła może zostać określona poniższym równaniem [2]:

$$\Delta U_f = \alpha \frac{\lambda_f \cdot A_f \cdot n_f}{d_o} \left( \frac{R_1}{R_{T,h}} \right)^2$$

gdzie:

$d_o$  grubość warstwy izolacji zawierającej łącznik [m]

$d_1$  długość łącznika, który przebija warstwę izolacyjną [m]

$R_1$  opór cieplny warstwy izolacji przebijanej przez łączniki [ $m^2K/W$ ]

$R_{T,h}$  całkowity opór cieplny komponentu z pominięciem jakichkolwiek mostków cieplnych [ $m^2K/W$ ]

$\phi$  średnica łącznika [m]

$n_f$  liczba łączników na metr kwadratowy

$\lambda_f$  współczynnik przewodzenia ciepła łącznika [ $W/(mK)$ ]

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

$\alpha$  współczynnik zgodnie z poniższym:

$\alpha = 0,8$  jeżeli łącznik całkowicie przebija warstwę izolacji

$\alpha = 0,8 \cdot (d_1/d_o)$  w przypadku łącznika wpuszczonego

Dla poniższych danych wartość poprawki wynosi odpowiednio:

Dane	łączniki w ilości 6szt./m <sup>2</sup>
do	0,20 m
d1	0,025 m
$\phi$	<b>0,0061 m</b>
R1	5,350
R <sub>T,h</sub>	5,630
$\Lambda_f$	50
A <sub>f</sub>	0,000029
n <sub>f</sub>	6
$\alpha$	0,10
<b><math>\Delta U_f</math></b>	<b>0.004</b>

Zgodnie z punktem 7 normy [2], jeżeli całkowita poprawka jest mniejsza niż 3% wartości U, poprawki nie są wymagane.

Mając na uwadze powyższe, jeżeli całkowita poprawka jest mniejsza niż **0,005**, co stanowi 3% wartości  $U=0,18$  [W/m<sup>2</sup>K], nie jest wymagana.

Wartość współczynnika przenikania ciepła dla powyższych danych wejściowych dachu płaskiego z izolacją termiczną zestawem „Srebrny Dach” grubości 200 mm jest równa **0,18** [W/m<sup>2</sup>K] i spełnia wymagania warunków technicznych  $U_c(\max)$ .

#### Źródło:

[1] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Dz. U. 2002 nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami

[2] PN-EN ISO 6946:2008 Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania.

W celu uzyskania szczegółowych informacji na temat rozwiązań i wyników kalkulacji  $U_c$  zapraszamy do kontaktu z **Biurem Doradztwa Technicznego ISOVER:**

**tel. 800 163 121**

**e-mail: [konsultanci.isover@saint-gobain.com](mailto:konsultanci.isover@saint-gobain.com).**

Marzec 2019