

dr inż. Aleksander Byrdy¹⁾

Porównanie systemu izolacji nakropiowej dachów skośnych płytami poliuretanowymi oraz tradycyjnymi materiałami termoizolacyjnymi

DOI: 10.15199/33.2015.12.17

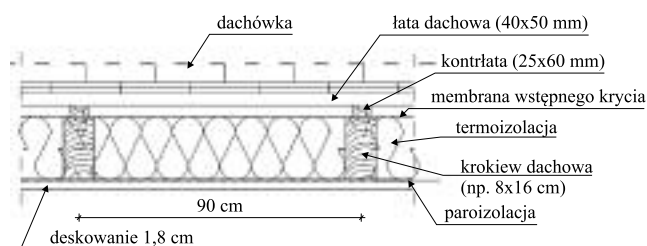
Stropodachy to konstrukcje przegród zabezpieczające pomieszczenia wewnętrzne budynku przed opadami atmosferycznymi oraz przed zmianami temperatury, czyli wpływami klimatu zewnętrznego. Stropodach składa się z wielu warstw o zróżnicowanej funkcji. Na konstrukcji nośnej ułożona jest warstwa paroizolacyjna (paroizolacja), a następnie warstwa cieplochronna (termoizolacja). Między pokryciem dachowym (warstwą wodoszczelną) a termoizolacją w stropodachach wentylowanych dachów z poddaszami użytkowymi znajduje się intensywnie wentylowana szczelina powietrzna połączona z powietrzem zewnętrznym za pomocą otworów nawiewnych i wywiewnych.

Tradycyjne rozwiązania stropodachów poddaszy

Dachy skośne mają w polskiej architekturze wielowiekową tradycję. Przez setki lat służyły jako zabezpieczenie budynku przed wpływami czynników atmosferycznych dzięki wytworzeniu przestrzeni buforowej w postaci poddasza nieużytkowego. Współcześnie najczęściej wykorzystuje się poddasze na cele użytkowe. Aby zapewnić odpowiedni komfort w pomieszczeniach poddasza, należy ze szczególną starannością dobrać rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe przegród zewnętrznych, których większą część stanowi stropodach. Układ warstw w stropodachach powinien uwzględniać wszystkie zjawiska ciepło-wilgotnościowe zachodzące w przegrodach zewnętrznych, tj. zjawisko przepływu pary wodnej oraz ciepła.

Ze względu na często stosowaną drewnianą konstrukcję stropodachu skośnego należy zwrócić uwagę nie tylko na właściwą izolację cieplną (właściwe ocieplenie), ale również ochronę konstrukcji przegrody przed wilgocią wewnętrzną i zewnętrzną. Właściwą ochronę przegrody przed wilgocią zewnętrzną gwarantuje poprawnie wykonane pokrycie dachu, natomiast przed wilgocią wewnętrzną chroni warstwa paroizolacyjna. Na rysunku 1 przedstawiono przekrój pionowy dachu prostopadły do krokwi z pokazaniem położenia poszczególnych, tradycyjnie stosowanych warstw stropodachów.

W związku z tym, że stropodach stromy narażony jest na zawilgocenie od zewnątrz opadami atmosferycznymi, a od wewnątrz parą wodną przepływającą przez przegrodę na zewnątrz, nad pomieszczeniami mieszkalnymi poddasza należy wykonywać stropodachy szczelinowe wentylowane. Wentylacja jest możliwa po utworzeniu szczeliny powietrznej między pokryciem dachowym a górną powierzchnią termoizolacji.



Rys. 1. Przekrój pionowy przez tradycyjny dach skośny izolowany termicznie

Zgodnie z normą DIN 4108-3 [1] powierzchnia szczelin powietrznych stropodachów szczelinowych wentylowanych o pochyleniu połaci do 50°, w przeliczeniu na jednostkową powierzchnię połaci dachowej F_D [cm²], wynosi:

- na wlocie powietrza $F_E = 0,002F_D$;
- na wylocie powietrza $F_A = 0,0005F_D$.

Symbol F_A oznacza łączną powierzchnię szczelin wylotowych w kalenicy w obydwu połaciach dachowych. Przekrój poprzeczny szczeliny F_L na całym obwodzie połaci dachowej powinien spełniać warunek $F_L \geq F_E$. Ponadto minimalna grubość szczeliny F_L między okapem a kalenicą powinna wynosić 2,0 cm. Podane powierzchnie szczeliny (w przekroju poprzecznym) są wielkościami minimalnymi, których zastosowanie umożliwi całkowite odprowadzenie pary wodnej przez strumień powietrza ze szczeliny dachu na zewnątrz.

Dobór i położenie termoizolacji w stropodachach poddaszy

Materiały stosowane do izolacji cieplnej konstrukcji dachu poddaszy mieszkalnych wpływają na zmniejszenie przepływu ciepła z wnętrza mieszkalnego na zewnątrz budynku w okresie grzewczym oraz umożliwiają utrzymanie tzw. temperatury komfortu, wymaganej w pomieszczeniach mieszkalnych w okresie letnim i zimowym.

Właściwe zaizolowanie termiczne poddasza mieszkalnego wpływa na zmniejszenie zapotrzebowania na energię zużywaną na ogrzewanie budynku i ewentualne koszty klimatyzacji wewnątrz, a tym samym koszty eksploatacji budynku. Podczas prowadzenia robót izolacyjnych dachów poddaszy mieszkalnych ważny jest właściwy dobór materiału termoizolacyjnego dostosowanego do rodzaju konstrukcji stropodachu. W celu ułatwienia doboru materiału termoizolacyjnego w tabeli 1 przedstawiono przegląd najczęściej stosowanych w Polsce materiałów z uwzględnieniem ich cech mechanicznych i izolacyjności termicznej. Są to:

- maty izolacyjne w rolach;
- płyty izolacyjne miękkie i półsztywne;

¹⁾ Politechnika Krakowska; Wydział Inżynierii Lądowej; e-mail: byrdya@gmail.com

Tabela 1. Materiały do izolacji cieplnej stropodachów poddaszy ogrzewanych

Rodzaj materiału lub wyrobu termoizolacyjnego	Masa objętościowa [kg/m³]	Współczynnik przewodności cieplnej λ_0 [W/(m K)]
Maty z wełny skalnej	22	0,042
Maty z wełny szklanej	12 – 15	0,037 – 0,039
Płyty izolacyjne: płyty z wełny skalnej	35	0,035
płyty z wełny szklanej	15	0,039
płyty ze styropianu EPS	12 – 15	0,038
płyty ze styropianu XPS	30 – 45	0,035
płyty PUR	30	0,023
płyty PIR	30 – 32	0,021 – 0,024
Izolacje natryskowe z otwartokomórkowej pianki PUR	7 – 10	0,038
Izolacje natryskowe z zamkniętokomórkowej pianki PUR	≥ 34	0,027 – 0,029

Uwaga: dane fizyczne materiałów z tabeli 1 podano na podstawie deklaracji producentów

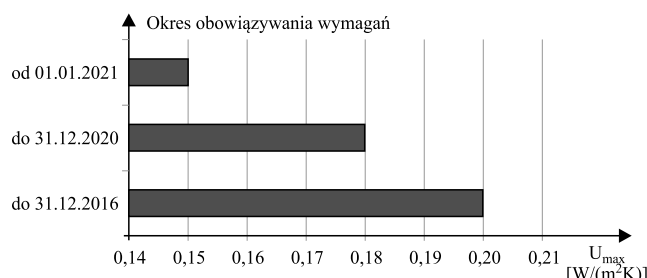
- sztywne płyty izolacyjne;
- izolacje natryskowe.

Przy obliczaniu współczynnika przenikania ciepła U stropodachu nie uwzględnia się warstw nad warstwami wentylowanymi oraz izolacyjności szczelin wentylacyjnych. Także warstwy wykończeniowe nie mają większego udziału w izolowaniu termicznym stropodachów. Najważniejsza jest warstwa izolacji termicznej. Producenci dążą do uzyskania jak najniższej wartości współczynnika przewodności cieplnej λ [W/(mK)] materiałów termoizolacyjnych, gdyż parametr ten ma bezpośredni wpływ na grubość warstwy termoizolacji. Zestawienie parametrów powszechnie stosowanych materiałów do izolowania termicznego stropodachów poddaszy pokazano w tabeli 1.

Izolacyjność cieplna dachów skośnych

Podstawowym kryterium określania izolacyjności cieplnej stropodachów jest wyznaczany obliczeniowo współczynnik przenikania ciepła U . W aktualnym rozporządzeniu Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej [2] maksymalne wartości współczynników przenikania ciepła $U_{\max}$ stropodachów nie powinny przekraczać wartości $U_{\max} = 0,20$ [W/(m²K)]. W kolejnych latach dopuszczalny współczynnik $U_{\max}$ ulegnie zmniejszeniu: od 2017 r. do wartości $U_{\max} = 0,18$ [W/(m²K)], a od 2021 r. do wartości $U_{\max} = 0,15$ [W/(m²K)], co pokazano na rysunku 2.

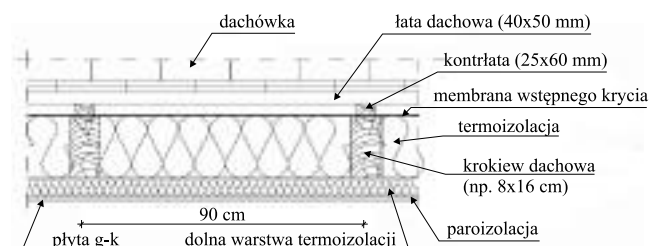
Przy określaniu współczynnika przenikania ciepła U stropodachu zalecane jest, zgodnie z PN-EN ISO 6946:2008 [3], uwzględnienie niejednorodności (nieciągłości) warstw izolacyjnych dachów skośnych, np. w tradycyjnych stropodachach



Rys. 2. Wymagania dotyczące izolacyjności cieplnej stropodachów nad pomieszczeniami ogrzewanymi ($t_i > 16$ °C) zawarte w [2]

z izolacją między krokiewiami (rysunek 1) występują znaczne różnice izolacyjności przegrody analizowanej w przekroju przez izolację termiczną i w przekroju przez krokwie.

W celu zredukowania wpływu niejednorodnych parametrów termicznych stropodachu, powstających w przekroju krokwi dachowych, powszechnie stosuje się dodatkową warstwę termoizolacji mocowaną pod krokiewiami (rysunek 3). Popularne jest zastosowanie dolnej warstwy izolacji z płyt z wełny mineralnej lub materiałów o podwyższonym oporze dyfuzyjnym. Rozwiązaniem pozwalającym na zredukowanie grubości izolacji między krokiewiami jest zastosowanie warstwy płyt PIR lub PUR pod krokiewiami (tabela 2).

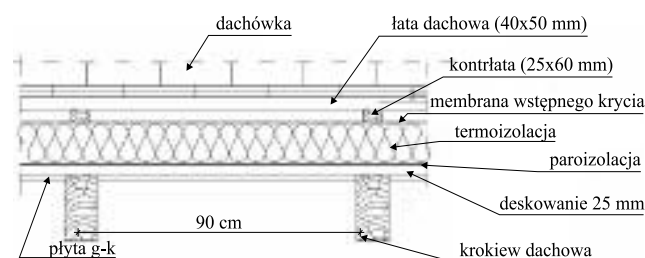


Rys. 3. Przekrój pionowy przez dach skośny z warstwą izolacji pod krokiewiami

Tabela 2. Porównanie minimalnej grubości termoizolacji stropodachów skośnych dla powszechnie stosowanych materiałów termoizolacyjnych ($U_{\max} \leq 0,20$ [W/(m²K)])

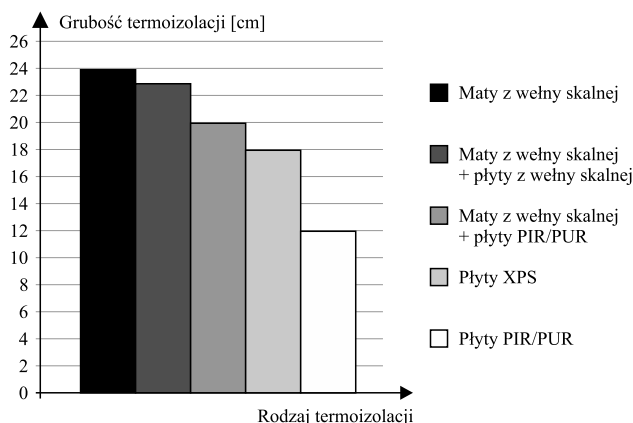
Rozwiązanie konstrukcji dachu skośnego	Rodzaj materiału	Współczynnik przewodności cieplnej λ_0 [W/(m K)] w średniej temperaturze 10°C	Minimalna grubość termoizolacji spełniająca wymagania [2] [cm]
Wg rysunku 1	maty z wełny skalnej	0,042	24
Wg rysunku 3	maty z wełny skalnej + płyty z wełny skalnej	0,042/0,035	18 + 5
	maty z wełny skalnej + płyty z wełny skalnej	0,042/0,022	16 + 4
	maty z wełny skalnej + płyty z wełny skalnej	0,042/0,022	16 + 4
Wg rysunku 4	płyty XPS	0,036	18
	płyty PIR/PUR	0,022	12

Nowym rozwiązaniem całkowicie redukującym wpływ przewodzenia ciepła przez krokwie jest zastosowanie warstw izolacji termicznej na krokwiach. Wówczas jako materiał termoizolacyjny stosowane są najczęściej płyty PIR, PUR lub XPS układane na powierzchni dachu w układzie mijankowym. Krawędzie płyt są fabrycznie frezowane, dzięki czemu można je łączyć „na wpust i pióro”. Takie rozwiązanie nie tylko poprawia izolacyjność przegrody, ale również szczelność dachu w dolnej płaszczyźnie odwodnienia (w szczelinie wentylacyjnej). Przykład układu warstw dachu skośnego z izolacją montowaną na krokiewiach pokazano na rysunku 4.



Rys. 4. Przekrój pionowy przez nowoczesny stropdach skośny z warstwą izolacji mocowaną nad krokiewiami

Na podstawie przeprowadzonych analiz obliczeniowych sprawdzono minimalną grubość termoizolacji spełniających obecne wymagania cieplne [2] standardowych rozwiązań materiałowych stropodachów skośnych skonstruowanych zgodnie z rysunkami 1, 3 i 4. Zestawienie wyników obliczeń w przypadku szerokości przekroju krokwi 8 cm pokazano w tabeli 2, a graficzne ich porównanie na rysunku 5.



Rys. 5. Minimalna grubość termoizolacji w stropdach skośnych spełniających obecne wymagania ochrony cieplnej ($U_{\max} \leq 0,20 \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$)

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń stwierdzono, że stosowanie jednowarstwowej termoizolacji między krokiewi (rysunek 1) jest nieefektywne. Ze względu na straty

ciepła przez belki więźby dachowej należałoby stosować duże przekroje krokwi, co jest nieuzasadnione ekonomicznie. Rozwiązanie pokazane na rysunku 3 może być stosowane we współczesnym budownictwie, jednak ze względu na stale rosnące wymagania ochrony cieplnej budynków zwiększająca się grubość warstwy dolnej izolacji będzie zmniejszać kubaturę przestrzeni poddasza. W celu zredukowania grubości dolnej warstwy termoizolacji zaleca się stosowanie materiałów termoizolacyjnych o jak najmniejszym współczynniku λ , takich jak płyty PIR lub PUR. Najlepszym termicznie rozwiązaniem jest zastosowanie ciągłej warstwy izolacji na krokwiach, która pozwala na zmniejszenie ilości użytego materiału termoizolacyjnego. Najlepsze efekty izolacyjne daje zastosowanie twardych płyt PIR/PUR, które nie tylko pozwalają na realizację najbardziej skutecznej termoizolacji, ale także na zmniejszenie kosztów realizacji stropodachu dzięki możliwości mocowania ich bezpośrednio do krokwi bez warstwy deskowania.

Literatura

- [1] DIN 4108-3 – Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung.
- [2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z 12 kwietnia 2002 (Dz.U. nr 75, poz. 690) z późniejszymi zmianami.
- [3] PN-EN ISO 6946:2008 Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania.

Przyjęto do druku: 15.09.2015 r.

FENSTERBAU FRONTALE

NORYMBERGA,
16–19.03.2016



NOWE GODZINY OTWARCIA
ŚRODA–PIĄTEK GODZ. 10–19
SOBOTA GODZ. 10–17

W ROZGORĄCZKOWANIU PROSIMY NIE ZAPOMNIEĆ!
FRONTALE.DE/OPENINGTIMES

THE TRADE SHOW.
WINDOW.
DOOR.
FAÇADE.

THE COUNT DOWN

Równoległe z

HOLZ-HANDWERK

Informacje

MERITUM s.c.
Tel +48 22 8 28 27 34
Fax +48 22 8 28 23 87
meritum@meritum.it.pl

NÜRNBERG MESSE