

Jerzy Żurawski*)

Ciepłe DACHY

Dachy odgrywają w budynkach bardzo ważną rolę: chronią budynek przed deszczem, izolują akustycznie i termicznie, spełniają też ważne funkcje przeciwpożarowe. Należy je więc tak projektować, by zapewnić spełnienie przez nie wszystkich tych funkcji, w tym warunku odpowiedniej izolacyjności termicznej. Dobrze zaizolowany dach oznacza bowiem mniejsze straty ciepła w budynku oraz niskie koszty eksploatacji.

Udział strat ciepła przez dachy w bilansie ogólnych strat ciepła w budynku może wynosić od 8% do 15%. Straty te zależą od rodzaju dachu, powierzchni, konstrukcji oraz zastosowanej izolacji termicznej.

Izolacyjność TERMICZNA dachów

Wymagania dotyczące izolacyjności termicznej dachów określone zostały w rozporządzeniu w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [1] – w rozdziale X. Zgodnie z nimi budynek powinien być tak zaprojektowany i wykonany, by ilość energii cieplnej potrzebnej do jego użytkowania zgodnie z przeznaczeniem można było utrzymać na racjonalnie niskim poziomie.

Dla budynku mieszkalnego wielorodzinnego i zamieszkania zbiorowego wymagania te uznaje się za spełnione, jeżeli wartość wskaźnika E , określającego obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku w sezonie grzewczym, jest mniejsza od wartości granicznej E_0 , a także jeżeli przegrody budowlane odpowiadają wymaganiom izolacyjności cieplnej oraz innym wymaganiom określonym w załączniku do rozporządzenia.

W odniesieniu do budynku jednorodzinnego wymagania dotyczące zużycia energii uznaje się za spełnione, jeżeli wartość wskaźnika E jest mniejsza od wartości granicznej E_0 oraz jeżeli przegrody budowlane odpowiadają wymaganiom określonym w pkt. 2 załącznika do rozporządzenia lub gdy przegrody odpowiadają wymaganiom izolacyjności cieplnej oraz innym wymaganiom określonym w załączniku do rozporządzenia.

Dla budynku użyteczności publicznej i produkcyjnego wymagania uznaje się za spełnione, jeżeli przegrody budowlane odpowiadają wymaganiom izolacyjności cieplnej oraz innym wymaganiom określonym w załączniku do rozporządzenia.

Minimalne wymagania izolacyjności przegród budowlanych zostały określone

w załączniku do rozporządzenia w sprawie warunków technicznych [1]. Zgodnie z nimi wartości współczynnika przenikania ciepła U_k stropodachów, obliczonego z uwzględnieniem wpływu mostków cieplnych, nie mogą być większe niż wartości $U_{k(max)}$ (tabela 1).

PRAKTYKA projektowo-wykonawcza

Obecnie projektowane dachy nie spełniają minimalnych wymagań w zakresie izolacyjności termicznej. Na etapie projektowania najczęściej nie uwzględnia się wpływu mostków cieplnych. Powszechne jest ich występowanie na połączeniach:

- kominów z dachem,
 - ścian z dachem,
 - okien połaciowych z konstrukcją dachu,
 - elementów konstrukcyjnych dachu.
- Brak jest również w projektach szczegółowych rozwiązań wielu detali.
- Na etapie wykonawstwa najczęściej popełnianymi błędami są:
- zamiana materiału termoizolacyjnego na taki, który nie spełnia wymagań konstrukcyjnych,
 - nieciągłość izolacji wynikająca z niestarannego montażu,
 - rezygnacja z klejenia folii paro- i wietrzoizacyjnej.

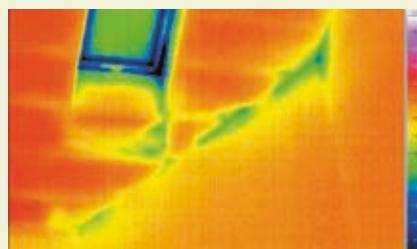
Zdarza się też, że projektowany dach ma niewłaściwie dobraną konstrukcję, co jest przyczyną ogromnych problemów z odprowadzeniem wilgoci z przegrody.

Na termogramach (fot. 1, 2, 3, 4) pokazano przykładowe przegrody, które zapro-

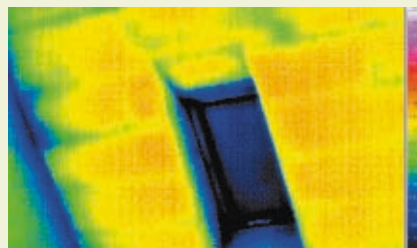
Tabela 1. Wymagania dotyczące izolacyjności cieplnej stropodachów w różnych budynkach (według rozporządzenia w sprawie warunków technicznych)

Rodzaj budynku	Maksymalne wartości współczynnika przenikania ciepła $U_{k(max)}$ [W/(m ² ·K)]		
	przy $t_i > 16^\circ\text{C}^*$	przy $8^\circ\text{C} < t_i \leq 16^\circ\text{C}$	przy $t_i < 8^\circ\text{C}$
Jednorodzinny	0,30	0,50	–
Użyteczności publicznej	0,30	0,50	–
Produkcyjny	0,30	0,50	0,70

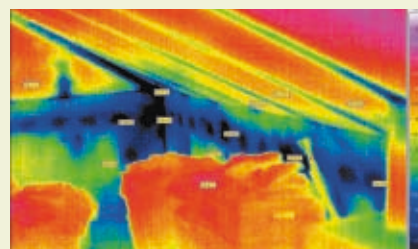
* t_i – temperatura obliczeniowa w pomieszczeniu



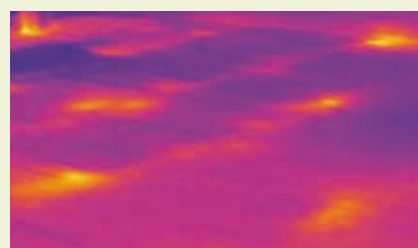
Fot. 1. Mostki cieplne na krokwi koszwowej wynikające z wadliwie wykonanej termoizolacji



Fot. 2. Widoczne mostki cieplne wynikające z wadliwie wykonanej konstrukcji płyt gipsowo-kartonowych oraz na połączeniu okna połaciowego z dachem



Fot. 3. Widoczne mostki cieplne na konstrukcji dachu oraz na połączeniu dachu ze ścianą



Fot. 4. Strop na nieogrzewanym strychu, mostki cieplne na połączeniu materiału termoizolacyjnego z belkami stropowymi wynikające z błędów projektowych oraz wykonawczych

*) Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska

jektowano bez uwzględnienia wpływu mostków termicznych oraz w których popełniono typowe błędy wykonawcze.

RODZAJE dachów a OCIEPLENIE

Stropodachy wentylowane

W tej konstrukcji izolacja cieplna oddzielona jest od warstwy zewnętrznej wentylowaną szczeliną powietrzną. Pod względem odprowadzenia wilgoci jest to najlepsze rozwiązanie, ponieważ całkowicie eliminuje problemy związane z dyfuzją pary wodnej przez dach pod warunkiem prawidłowej wentylacji przestrzeni wentylowanej. Aby wentylacja była sprawna, otwory muszą być umieszczone po przeciwnych stronach dachu. Łączna powierzchnia otworów wentylacyjnych nawiewnych powinna wynosić co najmniej 0,001–0,0015 powierzchni dachu.

Izolację stropodachów wentylowanych najczęściej wykonuje się za pomocą wełny mineralnej. Możliwe jest też stosowanie sypkich materiałów wdmuchiwalnych, jednak trzeba wiedzieć, że wprowadzony materiał termoizolacyjny z czasem ulega samozagęszczaniu i zmniejsza swoją grubość. Należy zatem pamiętać o zwiększeniu grubości izolacji termicznej o co najmniej 25 a nawet 35%, np. przy projektowanej grubości termoizolacji 20 cm należy zastosować co najmniej 25-centymetrową grubość materiału termoizolacyjnego.

Stropodachy niewentylowane

W takim dachu wszystkie warstwy ściśle przylegają do siebie. Ze względu na strukturę warstw, w których na zewnątrz jest materiał o bardzo dużym oporze dyfuzyjnym, np. papa termozgrzewalna, istnieje zagrożenie

kondensacji pary wodnej w przegrodzie. Kumulacja pary wodnej powoduje zawilgocenie ocieplenia, a w związku z tym spadek właściwości izolacyjnych. Każdy dach niewentylowany musi być zatem odpowietrzany za pomocą zainstalowanych kominków wentylacyjnych.

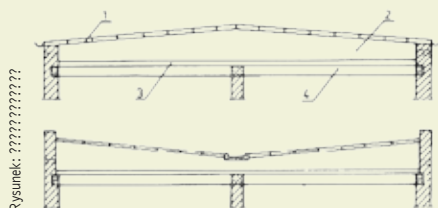
Izolację dachów najczęściej wykonuje się z użyciem wełny mineralnej o odpowiedniej gęstości. Jako izolację termiczną można też stosować płyty styropianowe lub z pianki poliuretanowej. Aby uniknąć mostków cieplnych powstających w miejscach nieszczelności izolacji termicznej, najlepiej płyty układać warstwowo „na miankę”, tak by uniknąć występowania połączeń w jednej linii.

Stropodachy o odwróconym układzie warstw (dachy odwrócone)

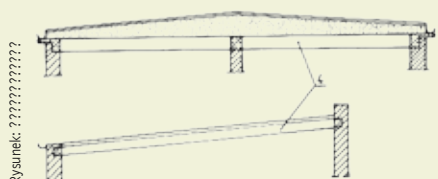
Jest to rodzaj stropodachu niewentylowanego, w którym układ warstw został odwrócony: na stropie układa się izolację przeciwwilgociową, a dopiero na niej izolację termiczną, np. z polistyrenu ekstrudowanego. Całość przykrywa się żwirem. Taka konstrukcja pozwala też na wykonanie coraz bardziej poszukiwanego przez inwestorów dachu z warstwą wierzchnią przeznaczoną do uprawy roślin – tzw. dachu zielonego.

Dachy skośne nad poddaszem ogrzewanym

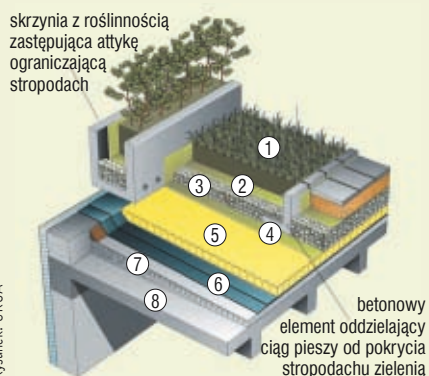
Ocieplenie dachów nad poddaszem ogrzewanym wykonuje się przez ułożenie warstwy izolacyjnej pomiędzy krokiewkami. Szczególnym problemem jest zabezpieczenie przegród przed zawilgoceniem skraplającą się parą wodną oraz infiltracją powietrza zewnętrznego przez nieszczelności pokrycia dachowego i ocieplenia. Konieczne jest więc



Rys. 1. Stropodach wentylowany:
1 – konstrukcja dachu nad wentylowaną częścią stropodachu, 2 – przestrzeń wentylowana, 3 – warstwa izolacji, 4 – strop nad ostatnią kondygnacją



Rys. 2. Stropodach niewentylowany



Rys. 3. Przykładowa konstrukcja stropodachu odwróconego: 1 – warstwa humusu, 2 – włóknina filtrująca, 3 – warstwa filtracyjna z płukanego, okrągłego żwiru, 4 – włóknina filtrująca, 5 – termoizolacja z polistyrenu ekstrudowanego, 6 – hydroizolacja z dwóch warstw bitumicznej papy termozgrzewalnej, 7 – warstwa spadkowa z lekkiego betonu, 8 – strop betonowy

Partnerzy cyklu
„Energooszczędność
w budownictwie”:


aluplast®
Kunststoff-Fenstersysteme
www.aluplast.com.pl

BOŚ
BANK

 **Dolnośląska Agencja
Energii i Środowiska**

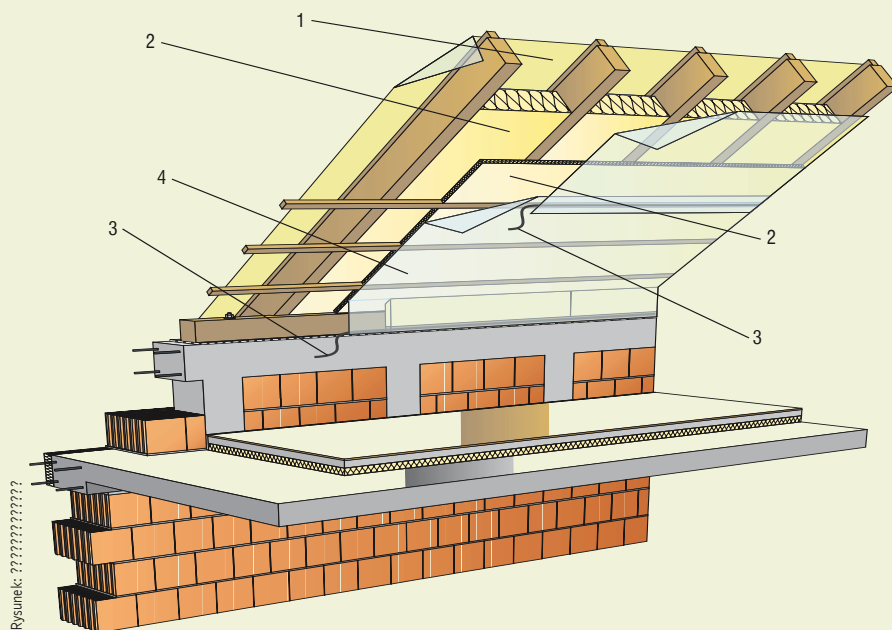
EJOT®

 **epbd.pl**
Wzrostko o świadectwach energetycznych budynków

knauf BAUPRODUKTE

 **MIWO**

STOWARZYSZENIE PRODUCENTÓW
WEŁNY MINERALNEJ: SZKLANEJ I SKALNEJ



Rys. 4. Widok poprawnie wykonanego ocieplenia więzby dachowej z zastosowaniem wełny mineralnej układanej warstwowo, zmniejszającego wpływ mostków cieplnych: 1 – membrana dachowa o wysokiej paroprzepuszczalności, 2 – mineralna wełna szklana, 3 – taśma uszczelniająca, 4 – folia paroszczelna

stosowanie paroizolacji i warstwy wiatroszczelnej.

Ocieplenie wykonuje się najczęściej z wełny mineralnej, którą mocuje się w przestrzeni między krokiewiami. Pod tą warstwą (od zewnętrznej strony przegrody) układa się warstwę wiatroszczelną z folii perforowanej, która przepuszcza parę wodną, natomiast chroni przed przepływem powietrza (wiatrem). Od strony wewnętrznej (od strony pomieszczenia) warstwy izolacyjne okrywa się paroizolacją z folii PVC lub folią polietylenową. Od wewnątrz przybija się warstwę wykończeniową z desek lub z płyt gipsowo-kartonowych.

Stosowanie styropianu jako izolacji termicznej jest niewskazane ze względu na jego niższą odporność ogniową, niszczenie przez gryzonie oraz duże problemy w prawidłowo-

wym – dokładnym dopasowaniu izolacji do rozstawu krokwi.

OPTIMALNA grubość izolacji termicznej dachu

Czy warto zastosować większą grubość izolacji termicznej, aby uzyskać znacznie obniżoną wartość współczynnika przenikania ciepła? Udzielenie odpowiedzi na to pytanie wymaga dokonania optymalizacji grubości ocieplenia dachu.

Na potrzeby artykułu wykonano analizy w odniesieniu do różnych nośników energii. Dla różnych nośników energii założono optymalną wartość współczynnika przenikania ciepła U znacznie niższą od wartości minimalnej wymaganej prawem. Analizy przeprowadzono z wykorzystaniem wskaźnika NPV [2] za po-

mocą programu Agnes przy założeniu, że inflacja w okresie 25 lat będzie stała i wyniesie 5% rocznie, wzrost kosztów energii ponad inflację wyniesie średnio 8% rocznie. Wartości optymalne współczynników przenikania ciepła U_{opt} wynoszą od 0,2 W/(m²·K) (w układzie: 25 cm wełny + dodatkowa grubość izolacji termicznej 6 cm) do 0,15 W/(m²·K) (25 cm wełny + dodatkowa grubość izolacji termicznej 14 cm), co oznacza że optymalny opór cieplny $R_{opt} = 5-6,7$ K·m²/W. Ze względu na trwałość materiałów budowlanych należy się liczyć z tym, że poważniejsze prace remontowe będą wykonywane po 25–30 latach.

Wyniki analiz przedstawiono w tabeli 2.

Zalecana grubość izolacji termicznej dachu w 25-letnim czasie eksploatacji budynku powinna wynosić 35 cm, a nawet 40 cm. Koszt dodatkowych nakładów związanych ze zwiększeniem grubości izolacji wynosi 5–9 tys. zł. Ponieważ całkowity koszt budowy wynosi 500–600 tys. zł, koszt dodatkowy jest niewielki – stanowi ok. 1% całkowitych kosztów inwestycji. Zwrot dodatkowych nakładów inwestycyjnych na lepszą izolację termiczną w przypadku ogrzewania z gazu ziemnego wynosi w zależności od paliwa od 7 do 15 lat.

PODSUMOWANIE

Optymalne oraz ekonomicznie uzasadnione grubości izolacji termicznej dachów są znacznie większe od obecnie stosowanych. Warto w nie inwestować - działanie takie przyniesie korzyści ekonomiczne (obniżenie kosztów ogrzewania zimą oraz chłodzenia pomieszczeń ostatniej kondygnacji latem), a także ekologiczne (lepsza izolacyjność oznacza obniżenie zużycia energii, a więc zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych).

Przy zwiększaniu grubości ocieplenia warto skonsultować planowane zmiany z audytorem energetycznym lub fizykiem budowlani. Pozwoli to uniknąć kondensacji pary wodnej w przegrodzie oraz wyeliminować niekorzystny wpływ mostków cieplnych na izolacyjność dachu.

LITERATURA

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU z 2002 r. nr 75, poz. 690 z późn. zm.).
2. J. Żurawski, „Izolacyjność termiczna ścian”, IZOLACJE, nr 3/2008, s. 24–27.
3. „Bezspoinowy system ocieplania ścian zewnętrznych budynków”, Instrukcja ITB nr 334/02.
4. PN-EN ISO 6946:2004 „Opór cieplny i współczynniki przenikania ciepła”.
5. Analizy opłacalności ekonomicznej wykonane w oparciu o program Agnes.

Tabela 2. Wyniki analizy opłacalności grubości ocieplenia dachu [5]

Rodzaj paliwa/Dane dotyczące analizy opłacalności	Gaz ziemny	Olej lub propan	Ekogroszek	Węgiel	Drewno
Optymalna wartość współczynnika U dachu [W/(m ² ·K)]	0,19	0,15	0,21	0,20	0,20
Zalecana grubość ocieplenia [cm]	34	40	30	32	32
Wzrost kosztów inwestycji na 1 m ² powierzchni w budynku o powierzchni 120 m ² [zł/m ²]	49	84	38	44	44
Dodatkowy koszt całkowity wynikający z zwiększonej grubości ocieplenia [zł]	5488	9408	4256	4930	4930
Roczne oszczędności na kosztach ogrzewania [zł/rok]	288	576	120	135	135
Czas zwrotu poniesionych nakładów uwzględniający inflację i wzrost cen nośników energii [lata]	8,6	6,9	15,12	14,6	14,6