mgr inż. Krzysztof Patoka[1)]

Zalety dachów wentylowanych

W poprzednim numerze miesięcznika „Materiały Budowlane" [1], opisując dachy o małym spadku (5 – 15°) stwierdziłem, że dachy ocieplone wełną mineralną, bez ich wentylacji, są z zasady skazane na szybkie zawilgocenie. Dotyczy to wszystkich dachów ocieplonych, płaskich i pochyłych, gdyż wynika z braku możliwości całkowitego powstrzymania przepływu wilgoci w stronę dachów. Para wodna przemieszcza się bowiem zawsze z obszarów cieplejszych do zimniejszych, a do dachów dociera więcej wilgoci niż do ścian, ponieważ para wodna jest unoszona przez ciepłe powietrze wewnętrzne. Dodatkowo, termoizolacja umieszczona na zewnętrznej stronie przegrody stanowi granicę między strefą ciepłą znajdującą się po stronie pomieszczeń ogrzewanych a zimną stykającą się z powietrzem atmosferycznym.

W zimnych okresach roku oraz w letnie noce termoizolacja jest zawsze zimniejsza po stronie zewnętrznej przegrody i cieplejsza po wewnętrznej. Powoduje to powstawanie skroplonej pary wodnej po zewnętrznej stronie termoizolacji. W przypadku wszystkich materiałów termoizolacyjnych, o małym oporze dyfuzyjnym, po tej stronie tworzy się strefa częstego lub permanentnego zawilgocenia skroploną parą wodną. Natomiast przepływ powietrza wentylującego po stronie zewnętrznej termoizolacji usuwa tę wilgoć. Jeżeli przepływu nie ma (dach nie jest wentylowany), to w wełnie mineralnej zawsze będzie gromadzić się i kumulować wilgoć w tempie uzależnionym od ilości docierającej do niej pary wodnej.

Przepływ powietrza atmosferycznego usuwa wilgoć, ponieważ:

1) powietrze wilgotne jest lżejsze (ma mniejszą gęstość) od suchego i z tego powodu unosi się nad bardziej suche;

2) ciepłe powietrze jest lżejsze (ma mniejszą gęstość) od zimnego, dzięki czemu następuje naturalne unoszenie się powietrza po ogrzaniu;

3) wzrost temperatury powietrza powoduje, że może ono zmieścić więcej pary wodnej w swojej objętości, ponieważ powietrze wpływające w dach tylko w nielicznych sytuacjach jest cieplejsze od dachu (w skali roku).

W efekcie, **jeżeli powietrze może swobodnie wpłynąć pod pokrycie dachu i jednocześnie nad wełnę mineralną, to tylko w nielicznych przypadkach nie osusza tej wełny i całego dachu**. W klimacie europejskim sytuacja, kiedy powietrze wpływające jest cieplejsze od zewnętrznej strony termoizolacji, może zaistnieć tylko w dwóch wypadkach:

a) nad ranem, gdy dach jest najzimniejszy po nocnym ochłodzeniu, a powietrze napłynęło ze wschodu, gdzie zdążyło się już ogrzać lub promieniowanie Słońca jest bardzo intensywne i powietrze nagrzało się szybko;

b) gdy z południa (z Afryki) napłyną duże masy ciepłego i wilgotnego powietrza, co w Polsce zdarza się najczęściej na przełomie czerwca i lipca.

Czas porannego ogrzewania się dachów ochłodzonych nocą zależy od zachmurzenia i gdy dzień jest słoneczny, to okres wyrównania temperatury powietrza atmosferycznego i dachu jest krótki lub bardzo krótki. Natomiast trzeba pamiętać, że zjawisko suszenia (wentylowania) dotyczy termoizolacji, do której ciepło dociera z dwóch źródeł: z pokrycia dachu ogrzewanego bezpośrednio przez Słońce albo za pośrednictwem powietrza oraz z wnętrza budynku. Oczywiście w upalne, letnie dni jest inaczej: to termoizolacja osłania budynek przed ciepłem słonecznym. Natomiast wspomniane ciepłe i wilgotne powietrze dociera do Polski najczęściej tylko przez kilka dni i to nie na całe terytorium. W efekcie, takie powietrze przepływające nad wełną mineralną może ją zawilgocić powierzchniowo. Występuje to jednak bardzo rzadko i krótko. Z tego powodu w okresie roku osuszanie dachów przez naturalne ruchy powietrza atmosferycznego, napływającego do wnętrza dachu, jest zagwarantowane bez względu na rodzaj pogody. Warto jeszcze dodać, że **najintensywniejsze osuszanie dachów występuje w mroźne, ale słoneczne dni**. Wtedy suche (bo bardzo zimne) powietrze, wpływając pod pokrycie dachu, nagrzewa się bardzo szybko i zwiększa swoją suchość (zmniejsza się jego wilgotność względna), a jednocześnie po szybkim ogrzaniu zwiększa bardzo prędkość przepływu. Przez dach przemieszczają się więc duże masy ciepłego i suchego powietrza, które mogą pomieścić i przetransportować dużą ilość pary wodnej w krótkim czasie.

Z opisanych powodów **wentylowanie dachów jest od dawna bardzo często stosowaną techniką w wielu krajach**. Ogrom światowych doświadczeń dowodzi, że jest to najprostsza (naturalna) technika usuwania wilgoci skutkująca zwiększeniem trwałości i izolacyjności dachów.

Warto wymienić wszystkie zalety wentylowania:

1) ochrona przed zawilgoceniem termoizolacji i konstrukcji dachu, zwiększająca trwałość i energooszczędność dachu (i budynku);

2) zwiększenie komfortu mieszkańców latem przez zmniejszenie temperatury na poddaszu, dzięki wyrównywaniu i obniżaniu temperatury dachu;

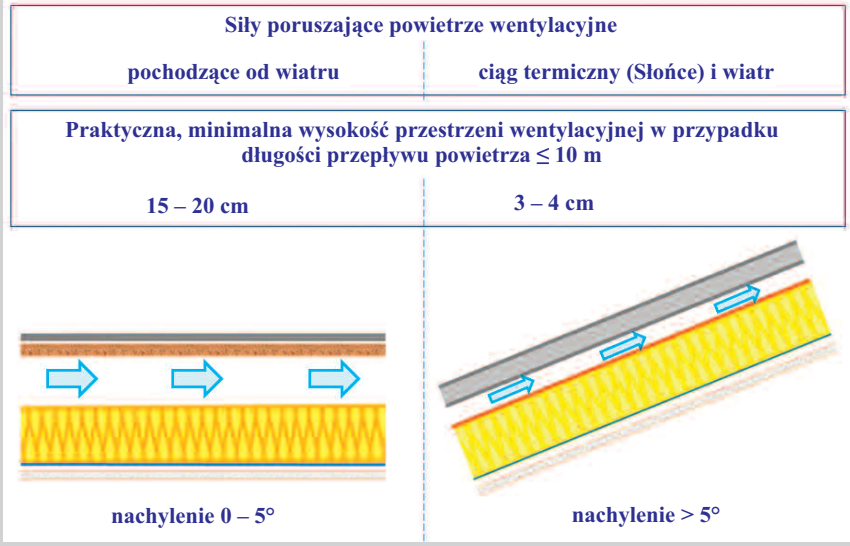
3) stałe usuwanie skroplonej pary wodnej i drobnych przecieków pokrycia;

4) zmniejszenie skutków oddziaływań termicznych (głównie wahań temperatury) na materiały pokryciowe i konstrukcyjne, które dzięki wentylacji pracują w bardziej stabilnych warunkach.

Ciekawym przykładem tej ostatniej zalety jest proces powstawania sopli. Widać to wyraźnie zimą w dachach pochyłych, na których, gdy są wentylowane, nie powstają duże sople obciążające okap i zagrażające przechodniom. Ten efekt wynika z odcięcia pokrycia dachu od ciepła pochodzącego z wnętrza budynku. Przepływające powietrze pod pokryciem zabiera to ciepło i proces topnienia śniegu zależy wyłącznie od ciepła słonecznego. W przypadku, gdy

[1)] Rzeczoznawca Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Materiałów Budowlanych; patoka.k54@gmail.com

Dach wentylowany to konstrukcja, która zawiera zaprojektowaną celowo, wewnętrzną przestrzeń rozdzielającą termoizolację od kompletnego pokrycia, przeznaczoną do swobodnego przepływu powietrza atmosferycznego osuszającego termoizolację i konstrukcję dachu. Przez kompletne pokrycie rozumie się wszystkie jego warstwy, a więc pokrycie zasadnicze z uszczelnieniem (pokryciem wstępnym). Przestrzeń wentylacyjna musi być tak zaprojektowana, aby ruch powietrza był naturalny (rysunek 1), a wymuszony jedynie w najtrudniejszych, dużych konstrukcjach.



Rys. 1. Zalecenia dotyczące wykonania przestrzeni wentylacyjnych w dachach, wg nachylenia połaci, znajdują się w normie DIN 4108-3 [2]. Różnice w tych zaleceniach wynikają z różnego sposobu powstawania przepływu powietrza wentylacyjnego

nie ma wentylacji, śnieg topi się również nocą od strony pokrycia i woda, dochodząc do okapu, zamienia się szybko w lód, tworząc duże sople. Stałe usuwanie skroplonej pary wodnej i drobnych przecieków przez powietrze wentylacyjne ma ogromne znaczenie dla dekarzy, ponieważ bardzo groźną formą przedostawania się wody pod pokrycia jest różnego rodzaju sączenie, czyli powolne przecieki o małej objętości zbierające się stale w tym samym miejscu. Po upływie kilku lat takie działanie wody uszkadza różne materiały. Wentylacja wysusza przecieki i dachy są z tego powodu dużo trwalsze. Na tym zyskuje dekarz, gdyż jego renoma się zwiększa.

Jak już wspomniałem, **o intensywności osuszania decyduje szybkość przepływu powietrza wentylującego dachy**. Im jest ona większa, tym osuszanie jest lepsze i szybsze. To jest powodem, że w różny sposób wentyluje się dachy płaskie (0° – 5°) i pochyłe (> 5°). W dachach pochyłych powietrze przemieszcza się z powodu oddziaływania dwóch czynników: ciągu termicznego wynikającego z ogrzewania się powietrza pod pokryciem (gęstsze, zimne powietrze wypycha ciepłe) oraz z działania wiatru. Natomiast w dachach płaskich praktycznie nie ma ciągu termicznego i jedyną siłą umożliwiającą powstanie ruchu powietrza jest wiatr (rysunek 1). Z tego powodu zasady budowania przestrzeni wentylacyjnych dachów o nachyleniu mniejszym niż 5° są inne niż dachów o większym pochyleniu [2]. W skrócie można tę różnicę określić następująco: dachy płaskie (nachylenie poniżej 5°) muszą mieć większą (wyższą) przestrzeń wentylacyjną i otwory nawiewne umożliwiające przepływ powietrza w takim samym stopniu po obu stronach kierunku przepływu. Otwory te muszą być jednakowe, ponieważ pracują jako wloty lub wyloty powietrza w zależności od kierunku wiatru (rysunek 2). Wybierając kierunek przepływu powietrza wentylującego, należy kierować się następującymi zaleceniami:

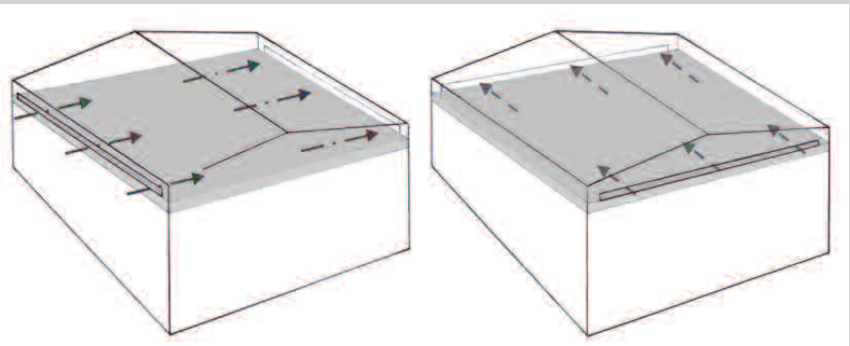
– wybierać najkrótszą drogę przepływu;

– kierunek przepływu powinien być wyznaczony z uwzględnieniem najczęściej wiejących wiatrów.

Najlepsze efekty uzyskuje się, gdy otwory wentylacyjne umieszczone są na przeciwległych ścianach budynku (rysunek 2). Moim zdaniem zasady budowy przestrzeni wentylacyjnych w obu typach dachów najlepiej w Europie podaje norma DIN 4108-3 [2].

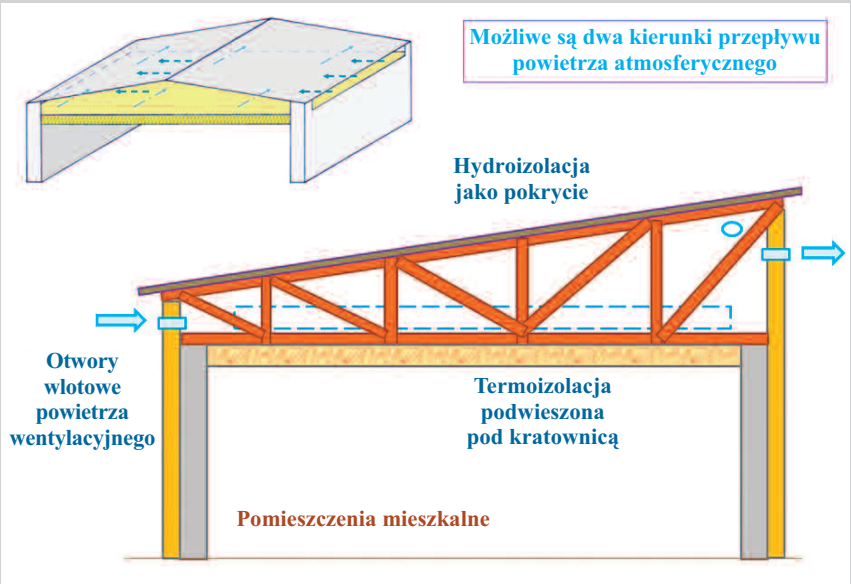
Wentylacja dachów pochyłych jest w Polsce realizowana zbyt często z błędami, ale zalecana przez wielu producentów materiałów pokryciowych. Natomiast **wentylowane dachy płaskie** wykonywane są tak rzadko, że nie można ich wskazać. Jest to bardzo dziwne, ponieważ w budynkach, o których wiadomo, że będzie w nich dużo wilgoci, powinny być dachy wentylowane. Mam na uwadze pływalnie, hale sportowe, piekarnie itp. Jednocześnie, jest wyraźny wzrost zainteresowania dachami płaskimi. W takich budynkach wykonanie dachu w wersji wentylowanej znacznie zwiększa jego trwałość i energooszczędność.

Warto w tym kontekście zauważyć, że nowe materiały termoizolacyjne doskonale wpisują się w technikę wentylowania dachów płaskich i o małym nachyleniu (5° – 15°), mimo że konieczność wentylowania dachów kojarzona jest z termoizolacją porowatą. Cho-



Rys. 2. W dachach płaskich (o nachyleniu do 5°) ruch powietrza odbywa się w płaszczyźnie poziomej i zależy od siły oraz kierunku wiatru, dlatego sposób wykonania wlotów podlega zaleceniom podanym w artykule

dzi o to, że wentylowanie dachów znacznie przedłuża trwałość wszystkich materiałów konstrukcyjnych, a szczególnie drewna i tylko z tego powodu warto je stosować, ale istnieją dodatkowe korzyści dotyczące konkretnych konstrukcji. Dobrym przykładem jest dach o małym nachyleniu pokazany na rysunku 3. Jest to konstrukcja o nachyleniu 0° – 15°, a przy pewnych modyfikacjach również większym. Istotą tego rozwiązania jest zastosowanie płyt PIR po wewnętrznej stronie kratownic stanowiących więźbę dachu. Rysunek 3 pokazuje dach wentylowany pokryty materiałami hydroizolacyjnymi (papa, membrana PCW, EPDM itp.) ułożonymi na poszyciu z desek lub materiałów drewnopochodnych. Przestrzeń wentylacyjną stanowi kratownica dzięki wykonaniu odpowiednich otworów wlotowo-wylotowych. Wówczas otwory te mogą być wykonane w dwóch kierunkach względem kratownicy w zależności od wymiarów bocznych krawędzi dachu i usytuowania budynku względem stron świata (rysunek 2). Przypomnę, że projektując taki budynek, należy usytuować otwory tak, aby przepływ powietrza odbywał się wzdłuż krótszego boku i najlepiej, aby kierunek ten odpowiadał kierunkowi najczęściej wiejących wiatrów. Korzyści z takiego rozwiązania są takie same jak wcześniej wymienione z tą różnicą, że dzięki wentylacji wszystkie zastosowane materiały pracują w dużo bardziej stabilnych warunkach, co jest korzystne. Pokrycie (np. 2 x papa na płycie OSB), pod którym stale przepływa powietrze, nie będzie się nagrzewać do takiej temperatury jak bez wentylacji, a zimą wszystkie materiały tworzące pokrycie (obie warstwy papy i płyta OSB) będą miały bardzo podobną, wyrównaną temperaturę. Natomiast najwięcej korzyści odniesie warstwa termoizolacyjna z płyt PIR, ponieważ materiał ten ma dużą rozszerzalność termiczną (tabela) i gdy zostanie umieszczony po stronie wewnętrznej, to nie będzie nagrzewany przez Słońce. Ruchy termiczne płyt PIR powodują czasowe powstawanie szczelin między nimi, co wymaga dodatkowego uszczelniania, gdy są mocowane pod pokryciami w systemie ocieplania nakrokwiowego. Drewno kratownic nie jest tak wrażliwe na skoki temperatury (w tym rozwiązaniu ograniczone), ale z oczywistych powodów będzie dużo dłużej funkcjonować w suchym otoczeniu.



Rys. 3. Proponowany system wykonania dachu płaskiego lub o małym nachyleniu o konstrukcji wykonanej z kratownic tworzących przestrzeń, którą można wykorzystać w celu wentylowania dachu

Współczynnik liniowej rozszerzalności termicznej (wybrane przykłady)

Materiał	α (10^{-6}/K)
EPS (styropian)	50 – 70
PUR/PIR	50 – 80
Polichlorek winylu (PCW)	60 – 100
Stal	13
Miedź	16
Aluminium	23
Beton	12
Szkło kwarcowe	4,5

Należy podkreślić, że pokazany na rysunku 3 system materiałowy likwiduje mostki termiczne tak samo skutecznie jak systemy nakrokwiowe. Ponadto układ warstw jest zgodny z zasadą dobierania materiałów, aby montowane po stronie wewnętrznej przegrody miały większy opór dla przepływu pary wodnej niż warstwa znajdująca się nad nimi, a najmniejszy opór powinien mieć materiał zewnętrzny przegrody.

Ta druga zasada dotyczy wszystkich materiałów znajdujących się pod warstwą powietrza atmosferycznego, stanowiącego czynnik osuszający dach i ma duży wpływ na skuteczność wentylowania dachów. Jest jeszcze jedna zaleta o dużym znaczeniu. Jeżeli jako warstwy paroizolacyjnej użyjemy regulatora pary, to wtedy możemy zamocować go między płytami PIR i dolną stroną kratownicy. To pozwoli na dobre uszczelnienie połączenia regulatora ze ścianami i zapewni szczelność powietrzną stropu. Efekt ten omówię w następnym artykule poświęconym warstwom paroizolacyjnym.

Literatura

[1] Patoka Krzysztof. 2020. „Wentylowanie dachów o małym spadku". *Materiały Budowlane* 580 (12): 38 ÷ 39.

[2] Patoka Krzysztof. 2018. „Zmiany w zasadach wentylowania dachów w wytycznych Związku Dekarzy Niemieckich". *Materiały Budowlane* 546 (2): 38 ÷ 40.

Partner działu: Fakro Sp. z o.o. www.fakro.pl FAKRO®