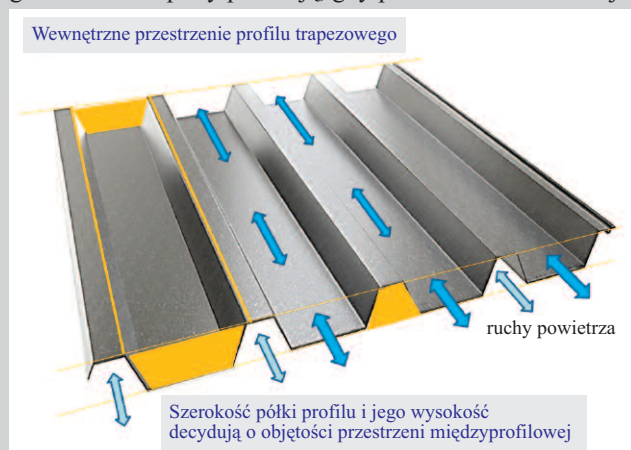


mgr inż. Krzysztof Patoka¹⁾ Paroizolacja w jednopowłokowych dachach z blach fałdowych

Od kilkudziesięciu lat bardzo popularnymi konstrukcjami dachowymi stosowanymi w halach produkcyjnych, magazynowych, sklepowych, sportowych itp. są jednopowłokowe dachy płaskie wykonane ze stalowych blach trapezowych z ułożoną na nich termoizolacją i pokryciem. Popularność ta wynika m.in. z możliwości uzyskania dużej rozpiętości przęseł i szybkości montażu. Konstrukcje te, z powodów ekonomicznych, są jednak wykonywane z zastosowaniem uproszczonych systemów materiałowych, co powoduje, że nie wszędzie się sprawdzają. Dotyczy to przede wszystkim budynków o dużej wilgotności wewnętrznej wynikającej z ich przeznaczenia, czyli basenów, hal sportowych, piekarni, browarów itp. W przypadku stropodachów w takich budynkach wykonanych w tańszej wersji istnieje problem ze szczelnością powietrzną, a to w sposób nieunikniony prowadzi do zawilgocenia termoizolacji dachu i szybkiego powstawania w nim obfitych ilości skroplonej pary wodnej, co często jest powodem posądzania wykonawców pokryć o fuzerkę. Wynika to z dużej ilości wypływających skroplin oraz z mylnego przeświadczenia, że jeżeli coś kapie z dachu, to może to być tylko woda z przecieków. Tymczasem jeżeli w konstrukcji będą szczeliny umożliwiające dopływ wilgotnego powietrza wewnętrznego do komór utworzonych w profilach trapezu (rysunek 1), to ilość skroplin będzie duża z powodu dużej objętości tych komór. Jest ona proporcjonalna do ilości powietrza penetrującego dach. Skala tej penetracji zależy zaś od materiałów i sposobu wykonania całego dachu. Skropliny powstają, gdy para wodna dotrze do je-

go zimnych zewnętrznych stref. Konieczność pozostawiania szczelin dylatacyjnych oraz sposób montażu arkuszy blach trapezowych powodują, że powietrze zawarte w przestrzeniach utworzonych przez profil (rysunek 1) wymienia się, a gdy nie ma szczelności dolnych powłok sufitowych, to napływa również powietrze wewnętrzne (fotografia 1). Problemy ze skroplinami pojawiają się, gdy powietrze penetrujące profile trapezu dotrze do zimnych zewnętrznych powłok dachu. Jest to możliwe tylko wtedy, gdy nie ma szczelności warstwy paroizolacyjnej (rysunek 2), która, gdy jest prawidłowo zamontowana, również pełni funkcję izolacji powietrznej. Ta ważna warstwa może być utworzona z różnych materiałów, których cechy decydują o doborze wszystkich pozostałych materiałów tworzących dach.



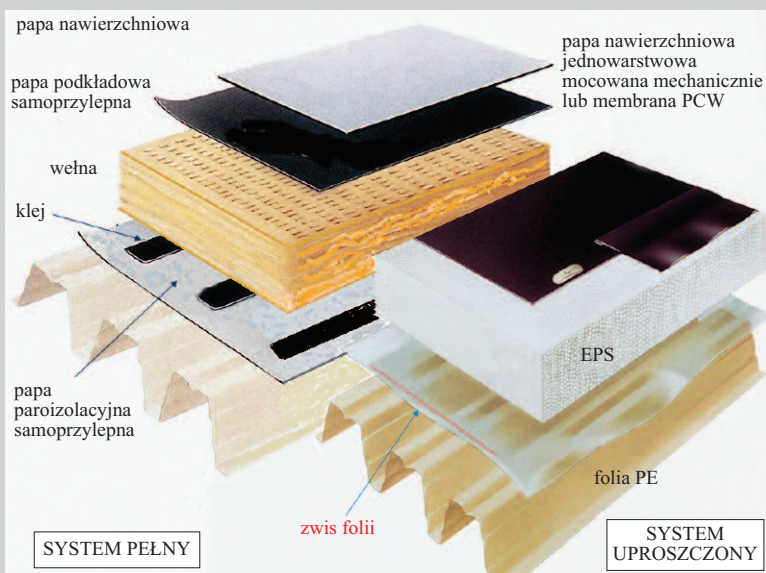
Rys. 1. Jako blachy konstrukcyjne najczęściej stosowane są blachy o profilu trapezowym, który tworzy długie przestrzenie wypełnione powietrzem. W każdym powietrzu jest para wodna i jeżeli dach nie jest uszczelniony przed dopływem powietrza wewnętrznego, to do tych przestrzeni wnika para wodna z powietrzem



Fot. 1. Wnętrze dachu basenu. Połączenie blachy trapezowej ze ścianą budynku wykonaną z płyt OSB jest pełne szczelin. Zawilgocena wełna nad blachą konstrukcyjną stanowi słabą izolację i w efekcie blacha jest zimna przez większość dnia nawet latem. Skropliny tworzą często zacieki

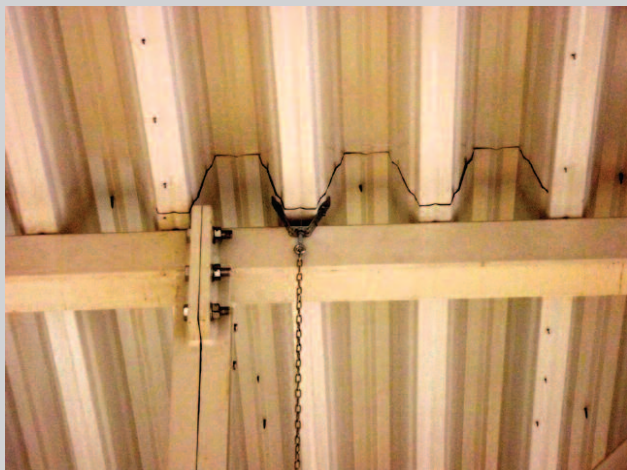
Wymagania bezpieczeństwa pożarowego narzucają stosowanie wełny mineralnej jako termoizolacji w tego typu dachach, dlatego też prawidłowy układ dachu powinien być następujący (rysunek 2 – lewa strona): dwuwarstwowe pokrycie papowe z warstwą specjalnej samoprzylepnej papy podkładowej i zgrzewalną papą wierzchnią; twarda wełna mineralna; klej do wełny i papa samoprzylepna z wkładką aluminiową jako paroizolacja. Taki klejony układ warstw nie wymaga dziurawienia blachy trapezowej i paroizolacji wkrętami mocującymi pokrycie i termoizolację, tak jak to pokazuje prawy schemat z rysunku 2 i fotografii 2. System pokazany z prawej strony rysunku 2 ma paroizolację wykonaną z folii PE zamiast papy (tak jak po lewej stronie rysunku 2). Jest to dach uproszczony, nazywany przemysłowym, ponieważ takie ekonomiczne wersje mają sens na budynkach przemysłowych, których dachy są często przerabiane lub przebudowywane.

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



Rys. 2. Schematy dwóch różnych systemów materiałowych. Prawy, prawidłowy w przypadku budynków o dużej wilgotności wewnętrznej jest szczelny dla powietrza wewnętrznego, ale jest zdecydowanie droższy od lewego, który jest tani i nieuszczelnny

Oczywiście o wyborze systemu decyduje przede wszystkim przeznaczenie budynku. Otóż rodzaj zastosowanej paroizolacji zależy m.in. od rodzaju termoizolacji. W przypadku zastosowania stropianu EPS jako termoizolacji (jak na prawym rysunku 2) lub innej sztywnej pianki (np. PIR), folia PE mogłaby spełniać funkcję izolacji przed przepływem pary i powietrza pod warunkiem wykonania klejenia na zakładach pasm paroizolacji i jej połączeniach z wszelkimi przejściami przez dach (fotografia 3, doświetlenia, wentylacja itp.). Montaż całego systemu za pomocą wkrętów utrzymujących wszystkie omawiane materiały: pokrycie, termoizolację i paroizolację ma sens tylko wtedy, gdy dach przykrywa pomieszczenia o małej wilgotności wewnętrznej. Niestety, nie można założyć, że otwory powstałe w blasze trapezowej, przy wkręcaniu wkrętów montażowych, mają małą powierzchnię szczelin umożliwiających przepływ pary wodnej i że są szczelne. Ru-



Fot. 2. Dach hali sklepowej o dużej kubaturze. Oprócz otworów na wkręty montażowe jest dużo otworów do różnych instalacji wewnętrznych oraz szczelin na łączeniach arkuszy blach faldoowych, a pod nimi jest wilgotne i ciepłe powietrze

chy termiczne oraz eksploatacyjne całego systemu (blachy, termoizolacji i pokrycia) są na tyle częste, że szczeliny ulegają stopniowemu powiększaniu. Należy podkreślić pewną zależność: sztywne materiały termoizolacyjne nie przenoszą na folie paroizolacyjne (PE) obciążeń eksploatacyjnych dachu, typu zaleganie opadów i komunikacja po pokryciu. To jeden z powodów, w przypadku którego uznaje się takie zestawienie (EPS i folia PE) za sensowne. Trzeba jednak pamiętać, że wszelkie termoizolacje piankowe z tworzyw sztucznych mają bardzo dużą rozszerzalność termiczną, wielokrotnie większą od metali i dlatego wkręty mocujące podlegają stałym naciskom bocznym. Są to niewielkie siły, ale częstotliwość ich występowania jest duża, ponieważ każdej nocy dach się ochładza, a w dzień ogrzewa i dodatkowo w czasie dni o zmiennym nasłonecznieniu każde pojawienie się chmur zmienia temperaturę na powierzchni dachu. To powoduje przesuwanie się płyt z pianki.

Zamiana w tym systemie EPS na wełnę mineralną mocowaną wkrętami i z folią PE powoduje,



Fot. 3. Dach tej samej hali sklepowej co na fotografii 2. Uszczelnienie profilu trapezowego wokół przejść dachowych (doświetlenia) jest bardzo trudne (drogie) i z tego powodu nie zostało wykonane. Dach nie ma szczelności powietrznej

że otwory montażowe dostarczają parę wodną do wełny, która dużo szybciej przekazuje ją pod pokrycie niż EPS. Ten fakt ma duże znaczenie, ponieważ zawilgocona wełna osiada i traci właściwości termoizolacyjne. Z tego powodu pod pokryciem szybko tworzą się skropliny i następuje eskalacja negatywnych zjawisk, ponieważ woda nie ma możliwości wydostania się z termoizolacji i z dachu. Dodatkowo wilgotność i osiadająca wełna „podnosi” grzybki mocujące wkrętów, co stwarza problemy przy odśnieżaniu i konserwacji dachu (pokrycia i instalacji).

Należy podkreślić, że w powszechnej praktyce folie PE, pozornie pełniące funkcję warstwy paroizolacyjnej, nie są klejone na zakładach pasm oraz na połączeniach z instalacjami przechodzącymi przez dach (doświetlenia, wentylacje itp.) W efekcie niestarannego ich układania (są elastyczne) oraz ru-

chów termicznych blach, nieszczelności na tych połączeniach powodują łatwy przepływ powietrza wewnętrznego niosącego duże ilości pary wodnej. W przypadku, gdy taki błąd jest popełniany w budynkach o małej wilgotności wewnętrznej, to zawilgocenie dachu będzie się zwiększało powoli i skropliny mogą w ogóle nie objawiać się zaciekami, a jedynym niepożądanym efektem będzie pogorszenie termoizolacyjności. W przypadku basenów krytych (itp. budynków) takie układowanie paroizolacji powoduje natomiast negatywne efekty już w pierwszym roku eksploatacji.

Ciekawym zjawiskiem jest powtarzalność opisywanych błędów, która trwa już kilkadziesiąt lat. Świadczą o tym różne krytyczne publikacje np. w [1]. Moim zdaniem jedną z przyczyn jest zła interpretacja obligatoryjnej dla projektantów normy PN-EN ISO 13788 [2], która podaje uproszczone metody obliczenia temperatury wewnętrznej powierzchni komponentu budowlanego, poniżej której, przy danej temperaturze i wilgotności powietrza wewnętrznego, prawdopodobna jest kondensacja pary wodnej na powierzchniach nieprzepuszczalnych. W zaproponowanej w tej normie metodzie obliczeniowej nie uwzględnia się wilgoci technologicznej oraz ruchów powietrza przez warstwy przegrody i zakłada, że materiały użyte do budowy przegrody nie są higroskopijne, a transport wilgoci odbywa się wyłącznie na zasadzie dyfuzji pary wodnej. Norma zakłada stabilne warunki przepływu ciepła i wilgoci, czyli stałość temperatury i poziomu wilgoci oraz stałe kierunki przepływu ciepła, co w rzeczywistości nie występuje w żadnej przegrodzie budowlanej, ponieważ na przegrody działa wiele czynników zmiennych i ich uwzględnienie jest niemożliwe do realizacji szczególnie w bilansie rocznym (a w Polsce tym bardziej). Traktowanie wyliczeń wykonanych wg tej normy jako rzeczywistych parametrów ciepłno-wilgotnościowych przegród jest często popełnianym błędem, który skutkuje powstawaniem wadliwych projektów. Nie bez znaczenia są również naciski inwestorów zmuszające projektantów do obniżania kosztów budowy. W efekcie bardzo trudno będzie znaleźć w Polsce dachy wykonane wg prawidłowego schematu pokazanego w lewej części rysunku 2, który prezentuje klejony system łączenia materiałów dedykowanych do dachów bazujących na blachach fałdowych (najczęściej trapezowych).

Wadliwy dobór paroizolacji i wadliwe ich ułożenie skutkują stałym wyciekaniem skroplin nie tylko w przypadku basenów, piekarni czy innych budynków o dużej wilgotności wewnętrznej. Skroplona para wodna pod opisywanym systemem dachowym pojawia się również w obiektach typu hale sportowe oraz w dużych halach sklepowych. Dzieje się tak najczęściej wówczas, gdy występują skrajne warunki pogodowe. Do Polski, w okresie ciepłych miesięcy czerwca i lipca, często napływają afrykańskie masy powietrza o wysokiej temperaturze i wilgotności. W takich okresach duża ilość wilgoci bezwzględnej powietrza atmosferycznego powoduje zwiększenie wilgotności względnej powietrza wewnętrznego w bu-

dynkach. W przypadku, gdy mają one dużą kubaturę, to ilość pary wodnej wchodzącej w dach od jego wewnętrznej strony jest bardzo duża. W opisanych wadliwych dachach układ pogodowy powoduje, że zawsze rano wycieka z nich duża ilość skroplin. Jak z tego wynika, kubatura i przeznaczenie budynków powinny w sposób jednoznaczny decydować o systemie materiałowym i sposobie wykonania ich dachów.

Obecny system projektowania i realizacji dachów jednopłokowych z blach fałdowych bardzo mocno uderza w ich wykonawców. Bardzo wielu dekarzy ucierpiało z powodu przypisywania im wadliwego wykonania pokrycia i całego dachu z powodu wycieków skroplin. Dla projektantów i biegłych sądowych wyliczenie braku możliwości kondensacji pary wodnej uzyskane wg normy PN-EN ISO 13788 jest absolutnym dowodem winy wykonawcy lub materiałów użytych do wykonania dachów pływalni, piekarni czy dużych hal handlowych. Uczestniczyłem w kilku sporach, w których wycena odszkodowania była drastyczna w stosunku do zarobków dekarzy. W najbardziej skrajnych przypadkach dachy takich obiektów były bez potrzeby remontowane, włącznie z kilkakrotną wymianą lub naprawą pokrycia. Tymczasem prawdziwe przyczyny całej sprawy działały i działają, ponieważ znajdują się w dachach.

Konkluzja

Popularna technologia wykonywania dachów z zastosowaniem konstrukcyjnych blach trapezowych ma swoje słabe punkty i ich rozpoznanie jest ważnym elementem doskonalenia sztuki budowania. Zjawiska zachodzące w tego typu konstrukcjach są doskonałym przykładem na to, że paroizolacja jest bardzo ważnym elementem dachów. Blachy trapezowe tworzą przegrody o trudnych do uszczelnienia powietrznego krawędziach ze względu na rozszerzalność termiczną i kształt profilu. Oczywiście rzeczą jest, że wady te są również efektem powszechnego, fałszywie pojmowanego oszczędzania. Prawidłowe wykonanie takich konstrukcji jest bowiem możliwe, gdy wszystkie warstwy są odpowiednio wbudowane. Oszczędzający na takich konstrukcjach inwestorzy nie są zainteresowani wyjaśnieniem sprawy, a jedynie potrzebują wskazania winnych, aby dochodzić odszkodowania za szkody, jakie ponieśli na skutek opisanych zjawisk. Bardzo często to oni sami są najbardziej odpowiedzialni za powstawanie wycieków. Oszczędzając, nie zdają sobie sprawy z konsekwencji wielu swoich decyzji.

*Rysunki: autor z wykorzystaniem rysunków firm: Vedag i Blachy Pruszyński
Fotografie: autor*

Literatura

- [1] Byrdy A., Byrdy C. Ocieplone stropodachy na blachach fałdowych nad krytymi basenami. Czasopismo Techniczne Politechniki Krakowskiej 2-B/2010. Zeszyt 4 rok 107.
- [2] PN-EN ISO 13788: 2013-05 Ciepłno-wilgotnościowe właściwości komponentów budowlanych i elementów budynku. Temperatura powierzchni wewnętrznej konieczna do uniknięcia krytycznej wilgotności powierzchni i kondensacja międzywarstwowa. Metody obliczania.

Partner działu:

Fakro Sp. z o.o.
www.fakro.pl

 **FAKRO®**