

mgr inż. Krzysztof Patoka<sup>1)</sup>

# Jak działają wysokoparoprzepuszczalne membrany wstępnego krycia. Część 1

**W** Polsce wysokoparoprzepuszczalne membrany wstępnego krycia (MWK) są już powszechnie stosowane od końca XX wieku. Ich działanie nie dla wszystkich jest jednak zrozumiałe. Wynika to z wielu przyczyn. Dwie z nich dominują:

- brak wymagań dotyczących wykształcenia zawodowego przy wydawaniu zezwoleń na działalność dekarską;
- dominacja internetu jako źródła informacji, powodująca wypieranie prawdziwej wiedzy przez jej namiastki.

Z tych powodów wykonawcy nie potrafią odpowiedzieć klientom na często powtarzające się pytania związane z działaniem MWK, a to właśnie dekarze są pierwszym źródłem informacji dla inwestorów. W Polsce najczęściej zadawane pytania dotyczą skroplin pojawiających się na MWK. Ich przyczyn może być kilka, ale zawsze są skutkiem oddziaływań klimatycznych. Na ogół są spowodowane częstymi zmianami temperatury i wilgotności powietrza (charakterystyczne dla polskiego klimatu). Równie częstą przyczyną pojawiania się kondensatu jest brak wentylacji przestrzeni między pokryciem zasadniczym dachu i membraną. W dachach pochyłych przestrzeń tę tworzą kontrłaty. W związku z tym warto wyjaśnić, jak działają MWK i w tym celu trzeba opisać ich budowę.

W skali europejskiej, najczęściej stosuje się trzy rodzaje membran wysokoparoprzepuszczalnych. Dwa z nich przepuszczają parę na zasadzie efuzji przez mikropory lub mikroszczeliny, a jeden na zasadzie dyfuzji. Najstarsza jest membrana jednowarstwowa TYVEK, produkowana z włókien polietylenowych (PE) łączonych przez kalandrowanie (prasowanie) w polu elektrostatycznym. Parametry tego pola są tak dobrane, aby jego działanie powodowało takie zagęszczenie włókniny, przy którym odle-

**Dyfuzja** (Wikipedia) jest to proces rozprzestrzeniania się cząsteczek w gazach, cieczach lub ciałach stałych, spowodowany przypadkowymi, nieuporządkowanymi zderzeniami między cząsteczkami. Ten przypadkowy ruch jest tym intensywniejszy, im większą energię cieplną mają cząsteczki. Wyższa temperatura przyspiesza ten proces. Dyfuzja prowadzi do samoistnego mieszania się gazów, cieczy i ciał stałych. Powoduje samorzutne wyrównanie koncentracji (stężenia) różnych związków chemicznych. Dyfuzja jest przyczyną przenikania gazów przez ciała stałe, w tym pary wodnej przez niektóre materiały budowlane.

Innym przykładem dyfuzji jest zjawisko osmozy, polegające na przemieszczaniu się cząsteczek i jonów przez błony półprzepuszczalne, w kierunku wyrównywania się stężenia związku chemicznego lub jonu, zdolnego do przenikania przez błonę. Siłą napędową osmozy jest dokładnie to samo, co napędza dyfuzję swobodną w mieszaninach. Różnica polega na tym, że błona przepuszcza tylko wybrane składniki mieszaniny, podczas gdy innych nie.

**Efuzja** jest to proces przechodzenia gazów przez przegrodę porowatą (z bardzo małymi otworami) rozdzielającą przestrzenie o nierównym ciśnieniu. Gazy przechodzą z ośrodka o wyższym do ośrodka o niższym ciśnieniu. Wpływ gazu (lub cieczy) przez tak małe otwory wynika i zależy od różnicy ciśnienia, która często jest efektem różnicy temperatury między ośrodkami wymieniającymi gaz.

głość między włóknami gwarantuje blokowanie wody jako cieczy. Ta samoblokada wody wynika z jej wysokiej lepkości. Gdy do membrany dociera para wodna, to przechodzi między włóknami, dążąc do wyrównania stężenia po obu stronach membrany. Na tej samej zasadzie działają membrany z filmem mikroporowatym (tabela). Ten rodzaj MWK ewidentnie dominuje obecnie w budownictwie. W trzecim typie membran wykorzystywane są specyficzne właściwości poliuretanów (PU), które są najbardziej paroprzepuszczalne (na zasadzie

## Najczęściej stosowane MWK

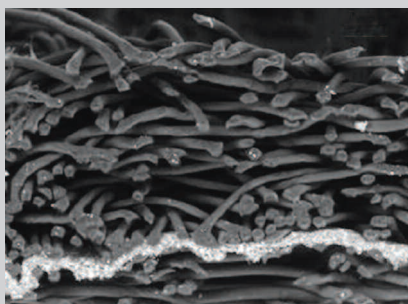
Typ produkcyjny MWK	Tworzywo	Gramatura [g/m <sup>2</sup> ]	Zasada przechodzenia pary wodnej	Sd* [m]
TYVEK®	PE	60 – 80	efuzja	0,02
Z filmem mikroporowatym z PP (lub PE)	3 warstwy PP (lub PP+PE +PP)	100 – 220	efuzja	0,015 – 0,03
Z warstwą TPU	TPU + PET	150 – 220	dyfuzja	0,1 – 0,3

\*) – wartość uśredniona i orientacyjna (membrany mają zróżnicowaną powierzchniowo grubość i dlatego ten parametr jest mierzony na wielu próbkach i uśredniony; dodatkowo podane wielkości pochodzą z różnych produktów)

dyfuzji) ze wszystkich polimerów. Pierwsze wersje tych membran miały bardzo małą paroprzepuszczalność (tabela – Sd = 0,3 m). Obecnie sprzedawane membrany tego typu składają się z dwóch warstw: najczęściej z włókniny poliestrowej i powłoki z termoplastycznych poliuretanów (oznaczanych jako TPU lub TPE-U) m.in. o lepszej paroprzepuszczalności (tabela – Sd = 0,1m) niż pierwsze wersje. Jeszcze nowocześniejsze odmiany są laminatami trzy- lub czterowarstwowymi z udziałem włókien polipropylenowych (PP). Ta modyfikacja wynika z tego, że PP mają odpowiednie właściwości chemiczne, termiczne i mechaniczne.

Najpopularniejsze obecnie membrany są laminatami wytwarzanymi najczęściej z PP (fotografia 1). Najważniejszym ich elementem jest warstwa nazywana filmem funkcyjnym znajdująca się w środku między dwoma włókninami polipropylenowymi typu spun-bond o różnej gramaturze [g/m<sup>2</sup>]. Na ich spodzie są włókniny słabsze o małej gramaturze (20 – 30 g/m<sup>2</sup>), a te na wierzchu są mocniejsze (50 – 150 g/m<sup>2</sup>). Film na ogół jest również produkowany z PP, ale z dodatkami, które w procesie orientacji

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



Fot. 1. Przekrój trójwarstwowej MWK wykonanej w całości z polipropylenu. Film funkcyjny jest w środku między dwiema warstwami włóknin typu spun-bond. Górna, grubsza włóknina nazywana jest nośną, a dolna osłonową

laminatu dwu- lub trójwarstwowego powodują powstawanie mikroporów (fotografia 2) o wielkości mniejszej od  $0,1 \mu\text{m}$ . Przez te struktury przechodzi para wodna na zasadzie efuzji. Łączenie filmu z włókninami spun-bond odbywa się na różnych zasadach. Może polegać na klejeniu, kalandrowaniu lub punktowym zgrzewaniu. Jeden z polskich producentów stosuje niepowtarzalną metodę łączenia włóknin z filmem w trakcie jego wylewania w polu elektrostatycznym, osiągając dzięki temu większą paroprzepuszczalność membrany. W niektórych membranach wklejany jest film polietylenowy (PE), który jest nieco cieńszy od filmu z polipropylenu (PP).



Fot. 2. Przekrój filmu powiększonej trójwarstwowej MWK z fotografii 1. Widać drobinę dodatków i pory, przez które przechodzi para wodna

W jedynej polskiej klasyfikacji [3] określającej paroprzepuszczalność MWK, jako parametru decydującego o sposobie użycia tego typu membran oraz w normach dopuszczających te produkty do sprzedaży [1], używa się współczynnika  $S_d$  nazywanego równoważną dyfuzyjnie grubością powietrza [ramka]. Oznacza to, że bez względu na rodzaj zjawiska powodującego przekazywanie pary wodnej (efuzja czy dyfuzja), do określania jej ilości używa się tego samego parametru ( $S_d$ ),

a w normatywnych obliczeniach wilgotnościowych pomija się sposób przechodzenia pary, stosując te same wzory i wskaźniki. Jest to słuszne i uzasadnione, ponieważ efekty obu zjawisk (efuzji i dyfuzji) są takie same. Istotny wpływ na działanie wysokoparoprzepuszczalnych membran wstępnego krycia (MWK) ma temperatura, ponieważ to ona decyduje o intensywności przepływu powietrza nad MWK oraz o ilości pary wodnej pod MWK. **Im więcej wilgoci znajdującej się pod MWK zamieni się w parę wodną oraz im szybciej zostanie ona odebrana przez powietrze przepływające nad nią, tym szybciej odbędzie się proces wysychania konstrukcji i termoizolacji dachu.** MWK działają efektywnie tylko wtedy, gdy wokół nich jest para wodna. To zaś zależy od temperatury powietrza otaczającego MWK (rysunek). Ta zależność jest podwójna, ponieważ wentylacja pokrycia i ilość pary wodnej po obu stronach MWK decydują o skuteczności ich działania, a zależą od temperatury.

Należy podkreślić, że wentylacja pokrycia jest warunkiem podstawowym do prawidłowego działania układu materiałowego dachów, w którym zastosowana jest MWK. Bez stałego przepływu powietrza nad membranami nie można uzyskać zamierzonego efektu osuszania dachu przez membrany. Wentylacja pokrycia, czyli zaplanowany w konstrukcji, stały przepływ powietrza atmosferycznego pod pokryciem, jest możliwa, gdy spełnione są warunki określone w [3].

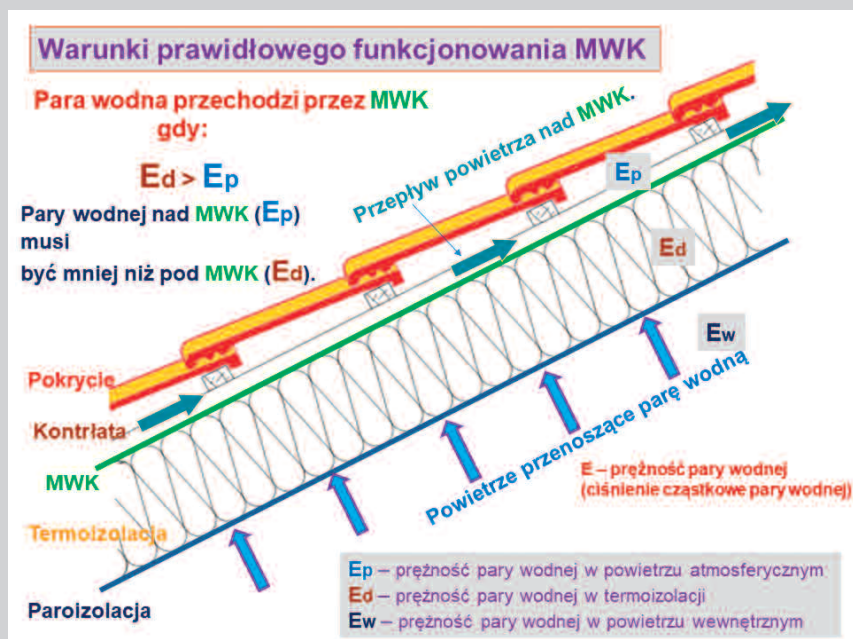
Tak określony przepływ powietrza wentylującego działa dzięki ciągowi termicznemu i oddziaływaniom wiatru (ssanie i parcie). Ciąg termiczny jest stałym elementem, a wiatr zmiennym. Ciąg termiczny zależy od różnicy temperatury powietrza wpływającego do przestrzeni wentylacyjnej utworzonej przez kontrłaty i tego samego powietrza po ogrzaniu w tej przestrzeni. Są dwa źródła ciepła ogrzewającego powietrze: słońce oraz ciepło, jakie przeniknęło z wnętrza budynku i dotarło do MWK przez termoizolację. Z tego powodu najintensywniejsze osuszanie dachu zachodzi zimą w okresie grzewczym. Wtedy ogrzana przez słońce (na drodze promieniowania i konwekcji – za pośrednictwem powietrza) MWK i termoizolacja łatwo pozbywa się wilgoci, która zamienia się w parę wodną i przenika przez MWK. Nie oznacza to, że MWK działają tylko zimą. Warunki umożliwiające przepływ pary przez membrany powstają przez cały rok, ale nie są już tak intensywne (o tym w drugiej części artykułu). Warto dodać, że bez względu na porę roku przepływ powietrza pod pokryciem i jednocześnie nad MWK jest możliwy z powodu specyfiki oddziaływania pary wodnej na powietrze. Otóż powietrze, im jest bardziej wilgotne, tym jest lżejsze. W szczelinie wentylacyjnej cięższe suche powietrze wypiera więc bardziej wilgotne. Różnica gęstości powietrza wilgotnego i suchego nie jest duża, ale gwarantuje wysychanie, natomiast tempo tego wysychania zależy od prędkości powietrza

**Równoważna (lub ekwiwalentna) dyfuzyjnie grubość powietrza  $S_d$**  – określa paroprzepuszczalność materiału przez porównanie jego właściwości dyfuzyjnych do dyfuzyjności powietrza o określonej grubości. Powietrze stawia opór parze wodnej uzależniony od grubości warstwy – im jest grubsza, tym para wodna trudniej przechodzi przez powietrze. Inaczej można powiedzieć, że współczynnik  $S_d$  charakteryzuje właściwości dyfuzyjne warstwy materiału budowlanego o określonej grubości w ten sposób, że porównuje je do grubości warstwy powietrza o tym samym oporze dyfuzyjnym. Stąd wymiarem tego współczynnika jest metr.

**Współczynnik oporu dyfuzyjnego  $\mu$**  – wielkość stała dla poszczególnych rodzajów materiałów, charakteryzująca ich opór dyfuzyjny. Określany jest jako wartość względna, oznaczająca ile razy opór dyfuzyjny warstwy materiału jest większy od oporu takiej samej warstwy powietrza w tych samych warunkach. W przypadku powietrza  $\mu = 1$ , a lekkie porowate materiały o dobrej izolacyjności cieplnej mają ten współczynnik mniejszy od 1.

$S_d = \mu \times d$ ; gdzie „ $d$ ”, to grubość oznaczanego materiału.

W przypadku MWK i wielu innych materiałów laminowanych z kilku warstw nie oznacza się  $\mu$ , lecz tylko  $S_d$ , ponieważ nie są to materiały jednorodne.



Podstawowe zależności, jakie muszą zachodzić między stężeniem pary wodnej zawartej w warstwach powietrza otaczającego MWK. Ten warunek jest spełniony, gdy nad MWK jest przepływ powietrza

### Ważne cytaty z [3]

To, na co warto zwrócić uwagę w tym wydawnictwie, to jednoznaczne połączenie nazw i definicji poszczególnych materiałów. To, co dotyczy MWK, zawarte jest w rozdziale:

### 12. ZASADY UKŁADANIA WARSTW WSTĘPNEGO KRYCIA Z MWK – WYSOKOPRZEPUSZCZALNYCH MEMBRAN WSTĘPNEGO KRYCIA

#### „12.2. Wymagania materiałowe. 12.2.2.

Mianem membrany wstępnego krycia (MWK) można określać tylko te materiały, których właściwości dyfuzyjne (paroprzepuszczalność) określone za pomocą współczynnika  $S_d$  (równoważnej dyfuzyjnie grubości powietrza) są takie, że wartość tego współczynnika nie jest większa niż 0,3 m. Takie membrany można i należy układać na styk z termoizolacjami. MWK może być również montowana nad poddaszami nieużytkowymi (strychami), gdzie termoizolacja jest ułożona na stropie. W obu tych sytuacjach sposób zamontowania jest taki sam.”

oraz

#### „12.1. Uwagi ogólne. 12.1.2.

MWK nie mogą być pokryciem tymczasowym. Czas pozostawienia ich na dachu bez pokrycia zasadniczego powinien być ograniczony do niezbędnego minimum z powodu działania promieniowania ultrafioletowego (UV), które jest groźne dla MWK ze względu na przenikanie przez nie promieniowania słonecznego. Odporność MWK na działanie promieniowania UV zależy od materiału, z jakiego są zbudowane, ich grubości (ciężaru powierzchniowego) oraz od ilości tego promieniowania, jaką pochłoną w czasie układania i eksploatacji dachu.”

Wytyczne Dekarskie Polskiego Stowarzyszenia Dekarzy są opracowane na podstawie wytycznych Międzynarodowej Federacji Dekarzy – IFD.

przepływającego nad suchym obiektem. Zimą, przy mroźnej i słonecznej pogodzie, w szczelinie wentylacyjnej powietrze osiąga największą prędkość przepływu i jest bardzo suche. Wtedy wilgoć jest po prostu „wysysana” z MWK.

Jak z tego wynika, praca MWK w dachach pochyłych jest mocno uzależniona od warunków pogodowych. Dodatkowo jest to materiał, który jest niedoceniany przez wykonawców i nadzór budowlany. Z tych powodów podlega on uproszczonemu, głównie cenowym kryteriom doboru. Natomiast błędy, jakie popełnia się przy jego wbudowywaniu i projektowaniu, interpretuje się jako wady membran. Najlepszym tego przykładem jest powszechne, mylne przypisywanie skutków działania promieniowania UV na MWK temperaturze panującej pod pokryciami. Tymczasem dobrze zamontowane MWK nigdy nie są uszkodzane przez temperaturę. Najczęściej są rozkładane przez promieniowanie UV docierające do nich od środka dachu, czyli działające na film od strony słabo chronionej przez cienkie włókniny. Co gorsza, większość polskich dachów pochyłych zbudowanych w XXI wieku nie ma wentylacji nad MWK i z tego powodu pod MWK występują skropliny. W związku z tym, wielu nieprzygotowanych zawodowo wykonawców poleca deski i papę, nie wiedząc, że skropliny występują w tej samej skali i na tej samej zasadzie pod deskami, a jedyną różnicą jest fakt, że skroplin nie widać, ponieważ wnikają w deski z fatalnymi skutkami dla mieszkańców.

Fotografie: firma OMYA na zlecenie Marma Polskie Folie  
Rys. Autor

### Literatura

- [1] PN-EN 13859-1:2014-06 – wersja angielska „Elastyczne wyroby wodochronne – Definicje i właściwości wyrobów podkładowych – Część 1: Wyroby podkładowe pod nieciągłe pokrycia dachowe” obowiązująca.
- [2] PN-EN 13859-1:2006 – wersja polska. Norma wycofana i zastąpiona przez PN-EN 13859-1+A1:2008 – wersja angielska.
- [3] Wytyczne Dekarskie PSD. Zeszyt 4. 2020. ZASADY DOBORU WARSTW WSTĘPNEGO KRYCIA DLA POKRYĆ DACHÓW POCHYŁYCH Z DETALAMI WYKONAWCZYMI.

Partner działu:

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

**FAKRO®**