

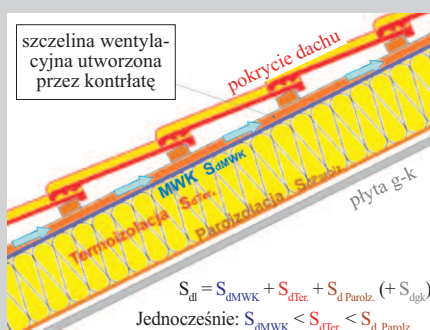
mgr inż. Krzysztof Patoka¹⁾

Czy „naskórek” pianki OKPUR może zastąpić paroizolację w dachu?

W artykule [1] opublikowanym w miesięczniku „Materiały Budowlane” 3/2025 zaproponowałem układy materiałowe w dachu, które powinny zabezpieczyć wysokoparoprzepuszczalne membrany wstępnego krycia (MWK) przed wypychaniem po natryśnięciu pianki z otwartokomórkowego poliuretanu (OKPUR). Takich propozycji było więcej [2, 3], ponieważ wypychanie membran przez pianki OKPUR jest (a raczej było) dużym problemem dla dekarzy. W wyniku współpracy Polskiego Stowarzyszenia Dekarzy i Stowarzyszenia Wykonawców Izolacji Natryskowych, przystąpiono do popularyzacji opracowanych metod natryskiwania pianki OKPUR, które nie dopuszczają do wyrzucenia MWK. We wszystkich przypadkach zaproponowanych w [1, 2, 3] paroizolacja zawsze była mocowana (po natryśnięciu termoizolacji) między pianką a płytą gipsowo-kartonową (g-k). Warto zauważyć, że po ociepleniu dachów metodą natrysku OKPUR wielokrotnie nie jest układana w nich paroizolacja, a piankę osłania się tylko płytami g-k. Takie postępowanie wynika z argumentacji firm natryskujących, których zdaniem paroizolacja pod OKPUR jest niepotrzebna.

Obecnie, większość firm dystrybuujących surowce do wytwarzania in situ natryskowych pianek ocieplających zaleca stosowanie paroizolacji. W związku z tym warto wyjaśnić przyczynę powszechnego pomijania tych zaleceń. Istnieje duże prawdopodobieństwo, że tradycja ocieplania dachów pianką bez stosowania paroizolacji jest efektem zaleceń popularnej w Europie normy DIN 4108-3 określającej zasady wentylowania dachów i ich pokryć. W normie tej określa się sumaryczną wielkość współczynnika S_{di} materiałów znajdu-

jących się pod szczeliną wentylacyjną (rysunek 1). Wszystkie wersje tej normy [4, 5] podają, że w dachach pochylonych ($\geq 5^\circ$) S_{di} ≥ 2 m, ale nie zawsze tak było. Najlepiej zmiany te prezentuje tabela 1, w której zestawiono zalecenia dotyczące S_{di} zawarte w regulach Związku Dekarzy Niemieckich (ZDN) z wydań z 1997 r. [6] i 2004 r. [7], opisane w artykule [8].



Rys. 1. S_{di} to sumaryczna wartość równoważnej dyfuzyjnie grubości powietrza warstw znajdujących się pod szczeliną wentylacyjną

Tabela 1. Zestaw zaleceń dotyczących sumarycznej wartości S_{di} (równoważnej dyfuzyjnie grubości powietrza) warstw znajdujących się pod szczeliną wentylacyjną

Interpretacja normy DIN 4108-3 wg wytycznych ZDN z roku	Graniczne nachylenie połaci [°]	Długość krokwi [m]	Dyfuzyjność (opór dyfuzyjny) warstw poniżej szczeliny wentylacyjnej S _{di} [m]
1997	< 10	do 10*	≥ 10
		do 10	≥ 2
	≥ 10	10 ÷ 15	≥ 5
		od 15	≥ 10
2004**	< 5***	≤ 10	≥ 100 ****
	≥ 5	–	≥ 2

*) jeżeli droga wentylacji jest dłuższa niż 10 m, wymagane są szczególne środki zaradcze.

**) takie same zasady podaje norma DIN 4108-3: 2018-10 [5].

***) z powodu niebezpieczeństwa powstawania wtórnej wody kondensacyjnej w pomieszczeniach o nieregulowanej wentylacji lub niedostatecznie wentylowanych należy wybierać raczej niewentylowaną konstrukcję dla takich spadków dachu w tym zakresie.

****) dachy wentylowane o spadku < 5° oraz równoważnej dyfuzyjnie grubości powietrza S_{di} ≥ 100 m nie wymagają weryfikacji obliczeniowej.

Autorzy Reguł ZDN, zalecając (wg DIN 4108-3) konkretne właściwości dyfuzyjne materiałów znajdujących się pod szczeliną wentylacyjną, określają warunki decydujące o ilości pary wod-

nej przenikającej z termoizolacji do szczeliny (rysunek 1). Gdyby tej pary było więcej niż ta, jaką przekażą materiały dobrane wg normy, to szczelina o podanej w [6, 7] wielkości nie zapewniłaby odpowiedniego odprowadzenia wilgoci z dachu. Zatem sumaryczna wielkość S_{di} (rysunek 1) jest ważnym elementem zaleceń dotyczących wymiarów szczeliny lub przestrzeni wentylacyjnej, który jednocześnie decyduje o doborze materiałów tworzących przegrodę dachową.

Warto zauważyć, że w Regulach z 1997 r. (tabela 1), dotyczących dachów o nachyleniu $\geq 10^\circ$ zaleca się, aby sumaryczny opór dyfuzyjny zwiększał się ze wzrostem drogi powietrza wentylującego, czyli długości krokwi. W przypadku krokwi o długości do 10 m sumaryczne S_{di} warstw znajdujących się pod wentylacją powinno wynosić powyżej 2 m, a krokwi o długości co najmniej 15 m być ≥ 10 m. Takie zalecenia

łatwo wytłumaczyć zwiększeniem się ilości pary wodnej, docierającej do szczeliny wentylacyjnej w miarę wzrostu długości krokwi, czyli powierzchni wentylowanej dachu. W późniejszych

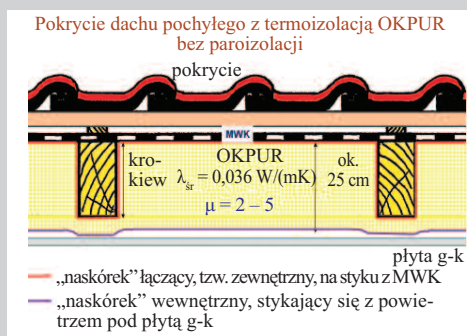
¹⁾ Rzeczoznawca Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Materiałów Budowlanych; patoka.k54@gmail.com

wersjach normy i reguł ZDN zrezygnowano z takiego podejścia, co ma duże znaczenie dla projektantów i wykonawców, ale trzeba zaznaczyć, że są to zalecenia dotyczące Niemiec. W Polsce mamy bardziej zmienny klimat i dlatego należy znać wcześniejszą wersję zaleceń z 1997 r.

Chcąc odpowiedzieć na pytanie zadane w tytule artykułu, należy przyjąć, że w najczęściej budowanych dachach domów jednorodzinnych zalecana wartość sumaryczna $S_{di} \geq 2$ m.

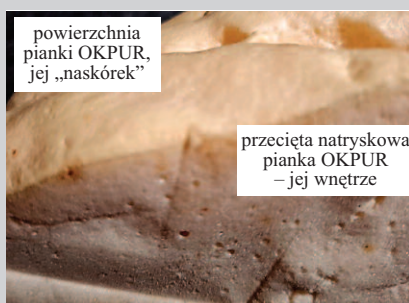
„Naskórek” OKPUR

Znając kryterium $S_{di} \geq 2$ m pomocne w udzieleniu odpowiedzi na tytułowe pytanie, trzeba ocenić właściwości dyfuzyjne termoizolacji z pianki OKPUR. Z informacjami podawanymi przez dostawców podstawowych surowców do wytwarzania pianek poliuretanowych w miejscu natrysku wynika, że pianki typu OKPUR mają współczynnik oporu dyfuzyjnego pary wodnej (współczynnik dyfuzji pary wodnej) $\mu = 2 - 6$, a więc są dyfuzyjne. W trakcie aplikacji tworzą się na ich powierzchni powłoki nazywane „naskórką”. W wyniku przyklejania się pianki do podłoża każda strona warstwy pianki ma „naskórek” o różnych parametrach (rysunek 2).



Rys. 2. Schemat ilustrujący granicę pianki OKPUR ocieplającej typową przegrodę dachową, na którym oznaczone są „naskórki” ograniczające warstwę pianki

Ten pełniący funkcję łącznika nie jest możliwy do obejrzenia, a ten po drugiej stronie możemy zobaczyć (fotografia 1) i ocenić. Z powodów opisanych w [9] zbadano właściwości dyfuzyjne „naskórka” łączącego piankę OKPUR z MWK. Wyniki badań przeprowadzonych na połączeniu OKPUR ze standardowymi membranami typu MWK o gramatu-



Fot. 1. Na przekroju pianki OKPUR wyraźnie widać różnicę między strukturą samej pianki a „naskórką” na jej powierzchni

rze $115 \div 265 \text{ g/m}^2$ potwierdzają, że ma on $S_d = 0,8 - 0,9$ m [9]. Widoczny „naskórek” powinien mieć mniejszy opór dla przepływu pary ze względu na możliwość swobodnego odgazowania pianki do powietrza na poddaszu. Trudno mi ustalić, jaką on ma wartość S_d , ponieważ dostępne dla mnie urządzenia do badania właściwości dyfuzyjnych mogą być użyte w przypadku materiałów, które dadzą się szczelnie zamknąć między dwoma miseczkami (fotografia 2). De-



Fot. 2. Zestaw przygotowany do badań paroprzepuszczalności – dyfuzyjności pianki OKPUR, który składa się z miseczki i kołnierza dociskającego membranę do miseczki

likatny „naskórek” pianki nie da się tak wyciąć z próbki. Można więc jedynie oszacować jego właściwości na podstawie badań „naskórka” łączącego piankę OKPUR ze specjalnie wyprodukowanymi MWK [10], których budowa zmniejsza opór dyfuzyjny tej warstwy. „Naskórek” łączący piankę OKPUR z tymi membranami ma $S_d \leq 2$ m. W związku z tym można założyć, że widoczny „naskórek” ma takie samo albo mniejsze S_d .

W efekcie można wykonać proste obliczenia pozwalające ocenić sumaryczną wielkość S_{di} wszystkich warstw

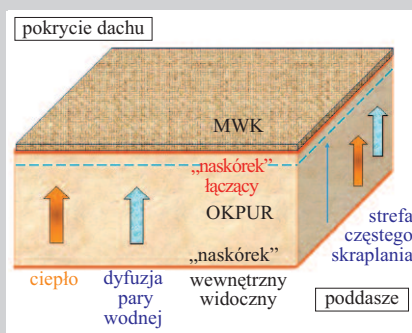
znajdujących się pod szczeliną wentylacyjną przegrody dachowej ocieplonej OKPUR. Uwzględnia się: MWK; „naskórek” łączący; piankę OKPUR; „naskórek” widoczny; powietrze; płytę g-k. Dyfuzyjność płyty gipsowo-kartonowej będzie zależała od farby, jaką zostanie pomalowana. Płyta g-k o grubości 12,5 mm, z powłoką z farby dyfuzyjnej ma $S_d = 0,125$ m (płyta) + 0,1 m (farba) = 0,225 m; a pomalowana farbą niedyfuzyjną $S_d = 0,125$ m + 3 m (farba) = 3,125 m [11]. Wartość S_d pianki będzie zależała od jej charakterystyki (μ) wg zależności: $S_d = \mu \cdot d$, gdzie d oznacza grubość materiału. Przyjęto grubość pianki 25 cm, a obliczone wartości S_d zamieszczono w tabeli 2.

Tabela 2. Sumaryczna wielkość S_{di} w zależności od cech OKPUR i rodzaju farby na płytach g-k

Warstwa	Sd [m] poszczególnych materiałów			
	OKPUR o $\mu = 2$		OKPUR o $\mu = 6$	
MWK	0,02			
„Naskórek” łączący	0,9			
OKPUR (d = 0,25 m)	0,5	1,5		
„Naskórek” widoczny	0,2			
Powietrze	0,01			
Płyta g-k z powłoką z farby	dyfu- zyjnej 0,225	niedyfu- zyjnej 3,125	dyfu- zyjnej 0,225	niedyfu- zyjnej 3,125
Sdi	1,855	4,755	2,605	5,755

Z tabeli 2 wynika, że w przypadku pianek OKPUR o $\mu = 2$ warunek $S_{di} \geq 2$ m wg DIN 4108-3 nie jest spełniony, gdy płyta g-k jest pomalowana farbą dyfuzyjną. W przyjętym do analizy układzie materiałowym warunek spełnia pianka OKPUR o wyliczanym $\mu = 2,6$. Największy wpływ na wynik ma rodzaj farby, jaką zostanie pomalowana płyta g-k. Czy z tego wynika, że pianki OKPUR o oporze dyfuzyjnym $\mu \geq 2,6$ mogą być układane bez paroizolacji. Moim zdaniem (**na pewno**) **nie mogą**, ponieważ opór dyfuzyjny „naskórka” łączącego ($S_d = 0,9$ m) będzie powodował gromadzenie się pary wodnej i skroplin (wilgoci) w piance, co jest nie do zaakceptowania. Mechanizm powstawania skroplin z przepływającej przez OKPUR pary wodnej jest oczy-

wisty. Po stronie wewnętrznej termoizolacji dachu (od strony poddasza) temperatura jest cały rok zbliżona do pokojowej (ok. 20°C), a ciśnienie pary wodnej na poddaszu większe niż na niższych kondygnacjach. Para wodna po dotarciu do „naskórka” łączącego będzie skraplała się przy każdym schłodzeniu MWK, które w polskim klimacie jest bardzo częste (rysunek 3). Pomijając okres grzewczy, gdzie to zjawisko zachodzi w praktyce cały dzień, w pozostałych porach roku MWK schładza się każdej nocy. Oznacza to, że skala czasowa tego schładzania jest bardzo duża, a to powoduje, że skraplanie występuje stale, ale w różnej skali. Ilość skroplin zależy od warunków panujących w budynku podczas budowy i eksploatacji oraz w jego otoczeniu. Wobec takich zjawisk, założony stopień dyfuzyjności „naskórka” widocznego (wewnętrznego) na piance OKPUR nie ma większego znaczenia. Jeżeli założymy, że oba „naskórki” mają $S_d = 0,9$ m, to w całorocznym bilansie przepływu pary wodnej przez piankę zmniejszy się ilość skroplin, a efekt jej zawilgocenia będzie opóźniony, ale nieuchronny. Jedynym sposobem zabezpieczenia przegród zewnętrznych przed takim mechanizmem zawilgocenia jest zastosowanie do ich budowy materiałów o odpowiednich właściwościach dyfuzyjnych. Te od zewnątrz przegrody powinny być paroprzepuszczalne (pod szczeliną wentylacyjną), a te od wewnątrz paroizolacyjne. Czyli dobór materiałów w wentylowanych przegrodach zewnętrznych powinien być zgodny z podstawową zasadą (opisaną na rysunku 1): dyfuzyjność każdego z kolejnych materiałów montowanych w kierunku na zewnątrz powinna być coraz większa. W efekcie przepływ pary wodnej odbywa się w kierunku na zewnątrz przegrody, co gwarantuje, że ilość pary wodnej, jaka przedostanie się przez ocieplenie dachu, może wydostać się do atmosfery. Przy czym, warstwa powietrza atmosferycznego



Rys. 3. Pod MWK występuje często skraplanie, ponieważ membrana jest po zewnętrznej stronie dachu, podlegającej zmianom temperatury, a od wewnątrz do OKPUR stale dociera para wodna, zawarta w ciepłym powietrzu

wentylująca dach jest zewnętrzną granicą działania tej zasady. Pokrycia zasadnicze (dachówki, płytki itp.) już jej nie podlegają. Oznacza to, że w wentylowanych przegrodach zewnętrznych konieczne jest stosowanie paroizolacji, która musi być dobrana tak, aby spełniany był warunek $S_d > S_{di}$. W przypadku stosowania pianek OKPUR (tabela 2) paroizolacja powinna charakteryzować się $S_d > 2$ m. Jeżeli dodatkowo uwzględnimy nierówności powierzchni pianek, wówczas najlepszą paroizolacją w przypadku tego typu termoizolacji są folie natryskowe.

Warto jeszcze zastanowić się nad wyborem farby do malowania płyt g-k. Moim zdaniem farby dyfuzyjne są lepsze (dotyczy to wszystkich termoizolacji), ponieważ bezpośrednio stykają się z powietrzem wewnętrznym i dlatego mogą uczestniczyć w wymianie pary wodnej, jaką gromadzą płyty g-k. Zaletą gipsu jest jego zdolność do okresowego pochłaniania i oddawania wilgoci. Tylko farby dyfuzyjne mogą pośredniczyć w tych procesach. Natomiast farby, które nie wykazują takich właściwości, nie zabezpieczają przed dostaniem się wilgoci do płyt g-k oraz powietrza za nimi, ponieważ w praktyce nie można uniknąć skutków nieszczelności w połączeniach płyt. Uwzględniając te zjawiska, trzeba

przypisać, że udział płyt g-k w takich wyliczeniach S_{di} , jak to przedstawiono w tabeli 2, jest dyskusyjny, ponieważ powietrze zawiera i transportuje parę wodną, a to ogranicza wpływ płyt na ogólny bilans przepływu pary wodnej przez przegrodę wentylowaną.

Przedstawione rozważania dotyczą jedynie dachów z pokryciem wentylowanym (rysunek 1) lub wentylowanych z dwoma szczelinami wentylacyjnymi. W dachach jednopowłokowych (nie wentylowanych) nie ma szczelin wentylacyjnych i dlatego ich termoizolacje powinny być chronione przez paroizolacje o bardzo dużym $S_d \geq 1500$ m.

Literatura

- [1] Patoka K. Propozycje systemów materiałowych przegrody dachowej ocieplonej pianami OKPUR. Materiały Budowlane. 2025; 631 (3): 71 – 72.
- [2] Patoka K. Wymagania dotyczące połączenia MWK z natryskowymi piankami PUR. Materiały Budowlane. 2024; 617 (01): 71 – 72.
- [3] Buczek Z. Przygotowanie dachu do izolacji pianą. Nasz Dekarz. 2023; 6.
- [4] DIN 4108-3:2001-07: Izolacje cieplne i oszczędność energii w budynkach; część 3: Ochrona przed wilgocią w zależności od warunków klimatycznych, wymagania, metoda obliczeń oraz wskazówki dotyczące projektowania i wykonawstwa.
- [5] DIN 4108-3:2018-10: Izolacje cieplne i oszczędność energii w budynkach; część 3: Ochrona przed wilgocią w zależności od klimatu, wymagania, metody obliczeń i wytyczne dotyczące planowania i realizacji izolacji cieplnej i oszczędności energii w budynkach.
- [6] Reguły Dekarskie Niemieckiego Związku Dekarzy. Instrukcja. Instrukcja izolacji cieplnej dachów. Wrzesień 1997 – Wydawnictwo Rudolf Müller.
- [7] Reguły Dekarskie Niemieckiego Związku Dekarzy. Instrukcja. Izolacja cieplna dachów i ścian. Wrzesień 2004 – Wydawnictwo Rudolf Müller.
- [8] Patoka K. Zmiany w zasadach wentylowania dachów w wytycznych Związku Dekarzy Niemieckich. Materiały Budowlane. 2018; (2): 38 ÷ 40.
- [9] Patoka K. Badania połączenia MWK z natryskowymi piankami PUR. Materiały Budowlane. 2023; 616 (12): 95 – 96.
- [10] strona www.dachowa.com.pl
- [11] Pogorzelski J. Fizyka budowli – część X. Wartości obliczeniowe właściwości fizycznych. Materiały Budowlane. 2005; (3): 79 ÷ 81.

Partner działu:

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

FAKRO®