mgr inż. Krzysztof Patoka[1)]

Zwężenia w szczelinach wentylacyjnych

W Zeszycie nr 1 Wytycznych Dekarskich w rozdziale 9 [3], napisanym wg [2], określono wielkość szczeliny wentylacyjnej budowanej w dachach pochyłych o nachyleniu powyżej 5° (tabela). Ciekawym elementem w tabeli jest przypis oznaczony symbolem 1), odnoszący się do wysokości przekroju szczeliny znajdującej się wewnątrz dachu. Dopuszcza on pojedyncze (punktowe) zwężenie szczeliny z zastrzeżeniem, że nie może być ono mniejsze niż 0,5 cm, a cała szczelina nie może mieć mniejszej wolnej (niezasłoniętej) wysokości niż 2 cm. Chciałbym zwrócić uwagę, że odzwierciedla to proporcje wielkości minimalnego przekroju wlotu do minimalnego przekroju wylotu ze szczeliny: 200 cm^2/m na wlocie do 50 cm^2/m na wylocie. Proporcja ta wynosi 4 : 1 i jest taka sama w przypadku zwężenia: 2 cm do 0,5 cm. Jest tak z dwóch powodów:

Minimalne przekroje przestrzeni (szczelin) wentylacyjnych [3]

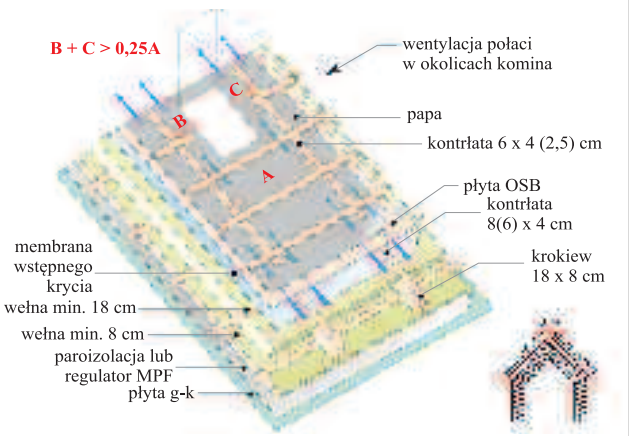
Minimalny przekrój			Opór dyfuzyjny
okapy i zakończenie dachu jednospadowego	kalenica i naroże	wewnątrz powierzchni dachu	poniżej warstwy wentylacyjnej
≥ 2‰ co najmniej 200 cm^2/m	≥ 0,5‰ co najmniej 50 cm^2/m	2 cm wolnej wysokości[1)]	Sd ≥ 2 m

[1)] możliwe jest punktowe, pojedyncze przekroczenie tego warunku, ale wysokość przekroju przestrzeni wentylacyjnej nie może jednak w żadnym miejscu wynosić mniej niż 5 mm

1) powietrze przepływające w szczelinach wentylacyjnych podlega zasadom wynikającym z prawa Bernoulliego i tym samym przewężenie nie będzie zagrażać funkcjonowaniu szczeliny pod warunkiem, że zostaną zachowane określone jego proporcje;

2) zasady podane w tabeli zostały opracowane na drodze wieloletnich badań wspartych doświadczeniami praktyków i są zawarte w normie DIN 4108-3, wg której opracowano tę część Reguł Dekarskich [2]. Skoro ta norma określiła proporcje wlotu do wylotu jako 4 : 1, to można potraktować zwężenie jako wylot i założyć poprawność jego proporcji do minimalnej wysokości szczeliny (2 cm).

Ta sama zasada może zostać zastosowana w przypadku przegród wbudowanych w dach, zasłaniających częściowo szczelinę wentylacyjną (rysunek 1), ponieważ kierunek usytuowania przeszkody nie odgrywa większej roli. Natomiast opory przepływu wokół przeszkody zależą w sposób zasadniczy od jej kształtu i wielkości (wysokości) szczeliny. Kształty kanciaste przeszkody (np. komin) powodują powstawanie turbulencji na zwężeniu, tym większych, im szczelina jest mniejsza (niższa), a zwężenie proporcjonalnie do jej szerokości większe i prędkość przepływu również większa. To ostatnie uwarunkowanie dotyczące prędkości ma w przypadku dachów bardzo duże znaczenie, ponieważ ruchy powietrza w szczelinach wentylacyjnych są efektem działania kilku zjawisk i są bardzo zróżnicowane. Wynikają przede wszystkim z różnicy gęstości powietrza zimnego i ogrzanego oraz suchego i wilgotnego. Powietrze suche jest cięższe od wilgotnego (!), a powietrze zimne cięższe od ciepłego. Z tego powodu, powietrze znajdujące się w dachu jest po ogrzaniu wypychane przez to wpływające do dachu. Jeżeli dodatkowo pobierze ono wilgoć, to różnica gęstości wzrośnie i intensywność przepływu też. Czyli **ruch powietrza jest wywołany wypychaniem** cieplejszego i bardziej wilgotnego powietrza przez cięższe zimne i bardziej suche. Ważne jest to, że wnętrze dachu jest na ogół cieplejsze od powietrza atmosferycznego i dlatego przepływy powietrza w dobrze wykonanych szczelinach wentylacyjnych są zapewnione. Dobre wykonanie oznacza odpowiedniej wielkości wlot do szczeliny. Wlot jest więc ważniejszy i musi być większy, aby zadziałało dodatkowo prawo Bernoulliego. Ciekawe jest to, że gdy powietrze atmosferyczne ma większy poziom wilgotności bezwzględnej od przebywającego w dachu, to zmniejsza się różnica gęstości wywołana różnicą temperatury i spada wydajność przepływu powietrza w szczelinie

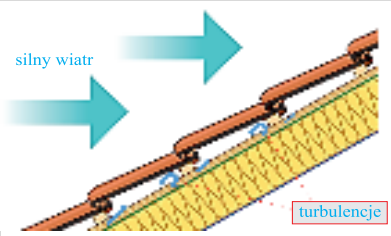


Rys. 1. Dach z dwiema szczelinami wentylacyjnymi. Przez dolną szczelinę, tę pod papą na poszyciu, może przechodzić przeszkoda pod warunkiem, że jej szerokość spełni warunek B + C > 0,25A zgodny z wytycznymi NZD *[Źródło: Marma Polskie Folie]*

Prawo Bernoulliego dotyczy stacjonarnych przepływów cieczy idealnej (nielepkiej i nieściśliwej), podczas których w każdym miejscu w cieczy prędkość ruchu jest stała. Treść tego prawa: ***w czasie przepływu cieczy, suma ciśnienia statycznego i dynamicznego każdej linii przepływu, jest zgodna z zasadą zachowania energii***. W praktyce oznacza to, że gdy ciecz lub gaz płyną w rurze o zmiennym przekroju, to w jej części o mniejszym przekroju ciecz płynie szybciej i w związku z tym panuje w niej mniejsze ciśnienie niż w rurze o większym przekroju. Zmniejszone ciśnienie w części zawężonej powoduje wzrost prędkości przepływu płynu, ponieważ przed zwężeniem jest większe ciśnienie, a gdy płyn wypływa do większego przekroju, powraca do parametrów pierwotnych (zmniejsza się prędkość i zwiększa ciśnienie), pomniejszonych z powodu oporów przepływu.

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

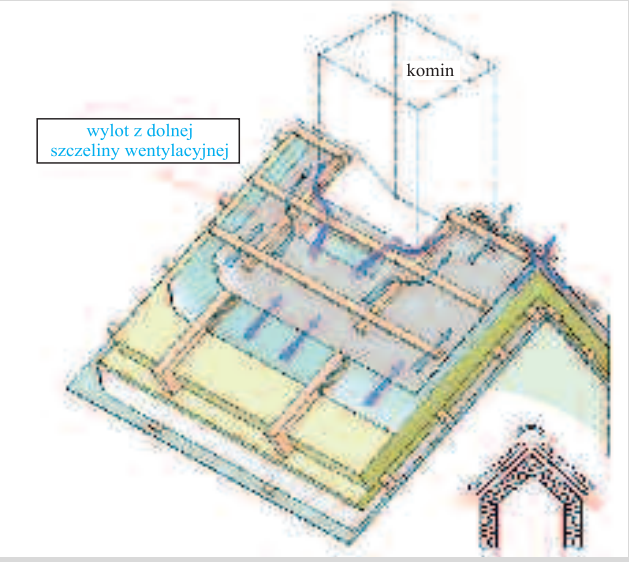
wentylacyjnej. To uzasadnia sens wykonywania szczelin, ponieważ wtedy zmniejsza się ilość wilgoci wchodzącej w dach razem z powietrzem atmosferycznym. Przepływ powietrza wentylującego jest jeszcze wspomagany działaniem wiatru, ale nie zawsze, ponieważ wiatr jest zmienny co do kierunku i prędkości. Jednocześnie, zdarza się, że silny wiatr zatyka szczeliny wentylacyjne. Jest to związane z charakterem przepływu powietrza w szczelinie, który może być laminarny lub turbulentny. Właśnie turbulencje tworzą wiry korkujące przepływ (rysunek 2).



Rys. 2. Idea powstawania korków turbulencyjnych w szczelinie utworzonej przez kontrłaty. Powietrze zawsze unosi się pod łaty i gdy wieje silny wiatr przyspieszający jego ruch, wzrasta liczba zawirowań

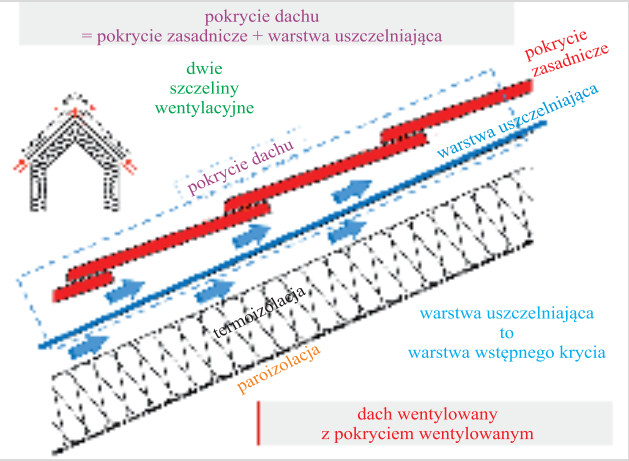
W przypadku zwężeń szczeliny bardzo ważne jest nachylenie dachu. Od niego zależy wielkość sił ciągu termicznego wspomaganego różnicą wilgotności. Im kąt nachylenia jest większy, tym przepływ powietrza wywołany różnicą gęstości jest bardziej intensywny. Ma mniejszy opór i większą różnicę ciśnienia (również atmosferycznego) między wlotem a wylotem. Natomiast im kąt jest mniejszy, tym trudniej jest wywołać ruch powietrza w szczelinach. Zmniejsza się różnica ciśnienia między wlotem i wylotem oraz wzrasta opór przepływu. Dodatkowo w dachach o małym kącie nachylenia większe jest prawdopodobieństwo przepływów turbulentnych (rysunek 2). W przypadku pokryć leżących na łatach ogrzane powietrze unosi się w stronę łat i ma z tego powodu tendencję do tworzenia zawirowań. Takie dachy powinny więc mieć większą wysokość szczeliny wentylacyjnej przy tych samych powierzchniach wlotów i wylotów. Należy podkreślić, że w dachach z dwiema szczelinami (np. z papą na deskowaniu – rysunki 1, 3, 4) ma to szczególne znaczenie. Dolna szczelina, z powodu gładkości powierzchni ograniczających ją z dołu i z góry (braku łat) ma przepływ laminarny nawet przy silnym wietrze, a górna w tych samych warunkach turbulentny. O tym, czy ma to pozytywny skutek, decyduje konstrukcja wylotu powietrza wentylującego na kalenicy lub na narożu. Przy wspólnym wylocie (najczęściej) wylot może też być zatkany korkami turbulencyjnymi.

Przez większą część roku przepływy w szczelinach wentylacyjnych są powolne (laminarne), ale aby powstały, musi być spełnionych wiele warunków uzależnionych od budowy dachu: jego nachylenia; kształtu i wielkości oraz od miejsca usytuowania budynku. Chcąc uzyskać odpowiedni ruch powietrza, trzeba pamiętać, że wymienione w zaleceniach dekarskich i normach (DIN 4108-3) minimalne przekroje charakterystycznych miejsc i maksymalne przewężenia muszą być odpowiednio zinterpretowane. W przypadku, gdy na dachu są przeszkody (kominy, okna dachowe, kosze itp.) i przewężenia, należy zwiększać wysokość szczeliny i odpowiednio dobierać kształt, usytuowanie wlotów i wylotów, a także minimalizować liczbę zmian kierunków przepływu powietrza wentylującego (maksymalnie trzy zmiany).



Rys. 3. Gdy przeszkoda wypełnia większą część szerokości dolnej szczeliny, trzeba przed nią wykonać otwór w poszyciu, tak aby powietrze mogło opuścić szczelinę. Za kominem należy wykonać podobny otwór wpuszczający powietrze pod poszycie

[Źródło: Marma Polskie Folie]



Rys. 4. Schemat dachu z dwiema szczelinami rozdzielonymi warstwą wstępnego krycia, która nie przepuszcza odpowiednio dużej ilości pary wodnej. Taki schemat obowiązuje, gdy pokrycie dachu pochyłego uszczelnione jest papą na poszyciu

Literatura

[1] Patoka Krzysztof. 2018. „Zmiany w zasadach wentylowania dachów w wytycznych Związku Dekarzy Niemieckich". *Materiały Budowlane* 546 (2): 38 – 40. DOI: 10.15199/33.2018.02.11.

[2] Reguły Dekarskie Niemieckiego Związku Dekarzy. 2004. *Instrukcja. Izolacja cieplna dachów i ścian.* Wrzesień. Wydawnictwo Rudolf Müller.

[3] Wytyczne Dekarskie Polskiego Stowarzyszenia Dekarzy. 2018. Zeszyt nr 1.

Przyjęto do druku: 07.01.2019 r.

Partner działu: **Fakro Sp. z o.o.** FAKRO®