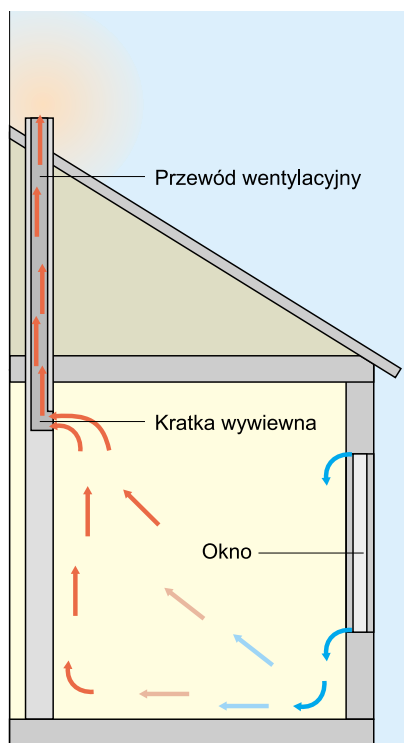


ŚWIEŻE POWIETRZE

Jakość powietrza w domu ma istotne znaczenie dla samopoczucia mieszkańców, może też wpływać na stan techniczny budynku. Najważniejsza jest – z czego nie każdy zdaje sobie sprawę – wilgotność powietrza. Stanowi ona zasadnicze zagrożenie dla elementów budynku. Także inne, niekorzystne zmiany składu powietrza zachodzą wskutek normalnego użytkowania pomieszczeń. Praktycznie nie sposób im zapobiec. Pozostaje zatem powietrze zużyte wymieniać na świeże, a zadanie to spełnia wentylacja

Opracowanie: Alina Kwapisz i Stanisław Stupkiewicz



1 Zasada wentylacji grawitacyjnej

Zacznijmy od wilgoci

W powietrzu występuje ona zawsze i wszędzie. Co więcej, pewna jej ilość jest człowiekowi niezbędna. Jej niedobór (powietrze zbyt suche) powoduje podatność na infekcje dróg oddechowych. Szkodliwy jest również nadmiar wilgoci, który występuje znacznie częściej, niż jej niedobór. Opisowe wyrażenia „za sucho”, czy „za mokro” można ująć wymiennie, przez konkretne podanie zawartości pary wodnej w powietrzu. Trzeba tu jednak wprowadzić ważne rozróżnienie – na jego wilgotność bezwzględną i względną.

Wilgotność bezwzględna to po prostu ilość pary wodnej, jaka znajduje się w określonej objętości powietrza, np. 18 g/m^3 . Stan nasycenia (maksymalna ilość pary wodnej w powietrzu, powyżej której następuje skraplanie) zależy od temperatury. Przy wyższej „rozpuszcza się” w powietrzu więcej wody, czyli skraplanie następuje przy większej ilości pary. Przykładowo wspomniane 18 g (dokładniej: $17,6 \text{ g}$) to wszystko, co może się „zmieścić” w powietrzu o temperaturze 20°C .

Wilgotność względna to stosunek rzeczywistej zawartości pary w powietrzu do maksymalnej dla danej temperatury. Zależy on nie tylko od ilości wody, ale także od temperatury. Jeśli więc 1 m^3 powietrza o temperaturze 20°C zawiera $8,8 \text{ g}$ wody (czyli połowę wspomnianych $17,6 \text{ g}$), mówimy, że jego wilgotność względna wynosi 50%.

Można na to spojrzeć od drugiej strony. Mroźne powietrze może być niemal nasycone parą wodną. Po ogrzaniu do temperatury pokojowej jego wilgotność względna spada do kilkunastu procent.

Dobremu samopoczuciu mieszkańców i ich zdrowiu sprzyja wilgotność względna od 30% do 65% przy temperaturze powietrza $20\text{--}22^\circ \text{C}$ – najdogodniejszej dla ludzi. Poniżej tej granicy mówimy o powietrzu za suchym, powyżej – o za wilgotnym. Przy temperaturze wyższej o kilka stopni, w mieszkaniu przegrzonym, albo latem, za górną granicę wilgotności należy przyjąć ok. 55%.

Wilgotność

Dopuszczalna wilgotność powietrza w pomieszczeniu powinna się mieścić w granicach 30–65%, optymalna – 40–50%. Jest korzystna nie tylko dla organizmu człowieka, ale także dla mebli, książek, ubrań. Wilgotność poniżej 30% nie jest wskazana ze względów fizjologicznych.

Usuwanie nadmiaru wilgoci stanowi podstawowy miernik skuteczności wentylacji. Tak więc projektując ją należy kierować się przede wszystkim przewidywaną ilością „produkowanej” w domu pary wodnej. Niektóre bardziej pospolite jej źródła i ich „wydajność” są podane w tabeli 1.

Odwrotny kłopot miewamy w zimie. Mroźne powietrze z zewnątrz, napływające w miejsce wyprowadzanego zużytego, w ciepłym mieszkaniu okazuje się przesuszone. Trzeba je odpowiednio nawilżać. Nie stwarza to większych trudności, jeśli instalacja wentylacyjna jest dobrze dostosowana do wymagań domu jednorodzinne. Niestety, często się zdarza, że projektanci ją „przewymiarowują”. Postępują tak w dobrej wierze, wykorzystując praktykę i normy sprawdzone w budownictwie ogólnym. Taka nadmierna wentylacja więcej kosztuje na etapie zarówno instalowania, jak i użytkowania, a samopo-

czuciu służy gorzej, niż ta dopasowana do warunków domu jednorodzinnego.

Ilości powietrza, jakie trzeba w ciągu godziny usunąć z rozmaitych pomieszczeń, są podane w tabeli 2.

Grawitacyjna czy mechaniczna?

Na takie dwa rodzaje można najogólniej podzielić systemy wentylacji.

Systemem znacznie bardziej rozpowszechnionym jest **wentylacja grawitacyjna**. Zapewnia ją układ pionowych kanałów poprowadzonych wewnątrz ścian. W części dolnej łączą się one z pomieszczeniami poprzez otwory wentylacyjne, w górnej są wyprowadzone ponad dach. Ruch powietrza odbywa się na znanej zasadzie konwekcji. Powietrze ciepłe, a takie mamy w pomieszczeniach, jest – jak wiadomo – lżejsze od zimnego, znajdującego się w otoczeniu. Przemieszcza się więc do góry. W jego miejsce napływa cięższe, chłodne powietrze z zewnątrz 1.

Siła ciągu wymuszającego ten przepływ, jest tym większa, im większa jest różnica temperatury między dołem a górą instalacji (między wnętrzem a otoczeniem), oraz im dłuższy jest kanał. Oba te czynniki nie zależą od użytkownika. Możliwości regulowania wymiany powietrza odpowiednio do aktualnych potrzeb są więc małe. Przy niekorzystnych warunkach

meteorologicznych dochodzi do zastojów w przewodzie wentylacyjnym, a nawet do wstecznego przepływu powietrza. Jest to niepożądane z różnych powodów, m.in. może powodować nadmuchiwanie do wnętrza cząstek kurzu, nieuchronnie osadzającego się na wewnętrznych powierzchniach przewodu wentylacyjnego.

Wobec małej siły ciągu, szczególnie odczuwalnej w budynkach niskich (a więc w większości jednorodzinnych, zwłaszcza na wyższej kondygnacji), zachodzi potrzeba minimalizowania wszelkich oporów przepływu powietrza. Nie można więc instalować praktycznie żadnych urządzeń typu filtry powietrza, tłumiki dźwięku, czy wymienniki ciepła.

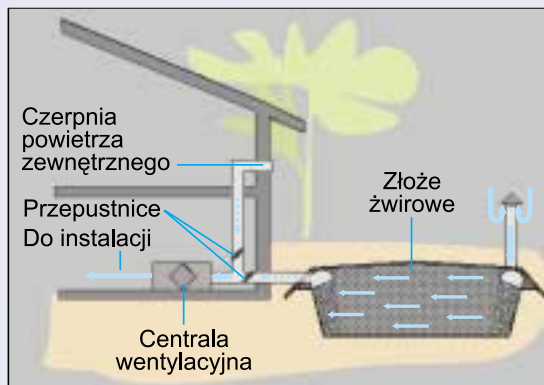
Wentylacja grawitacyjna zapewnia tylko jeden element wymiany: odprowadzenie powietrza zużytego. Doprowadzenie świeżego pozostaje poza systemem. Często odbywa się drogami przypadkowymi, np. przez nieszczelności okien. Dodatkowo zmniejsza to skuteczność wentylacji.

Ta wentylacja ma jednak także zalety. Nie wymaga dużych nakładów początkowych. Wobec zerowego zapotrzebowania na energię działa praktycznie za darmo. Zbędna jest obsługa. Pracuje bezszmerowo. Dlatego, mimo oczywistych wad, nadal jest szeroko rozpowszechniona.

Znacznie większe możliwości stwarza **wentylacja mechaniczna**. Ruch powietrza jest zapewniony przez wentylatory.

Mogą one powietrze tylko wywiewać (tzw. *układ podciśnieniowy*), wówczas napływ świeżego przebiega jak przy wentylacji grawitacyjnej, w sposób naturalny – ze wszystkimi tego wadami. Główną zaletą tego systemu jest uniezależnienie siły ciągu od warunków meteorologicznych, czy wysokości przewodu wentylacyjnego.

To niemało: dzięki temu można na przykład układ wentylacyjny podłączyć przez tzw. **gruntowy wymiennik ciepła** 2. Wlot powietrza (czerpnia) znajduje się



2 Zasilanie układu wentylacyjnego poprzez gruntowy wymiennik ciepła

poza budynkiem i jest z nim połączony za pośrednictwem specjalnego złoża żwirowego, zagłębionego w ziemi na ok. 1,5 m. Na tej głębokości o każdej porze roku panuje mniej więcej stała temperatura ok. +10° C. Temperatura powietrza przechodzącego przez złożo zbliża się do niej. Zimą ogrzewa się ono – przy silnych mrozach nawet o 20° C, latem – schładza, przy dużym upale o około 10° C. W okresach przejściowych wymiennik nie przynosi korzyści. Lepiej go więc na ten czas wyłączyć z obiegu i powietrze pobierać ze zwykłej czerpni. W okresie grzewczym wymiennik pozwala zaoszczędzić na ogrzewaniu średnio około 20% zapotrzebowania na ciepło wentylacyjne, w szczytach do 50%. Połączenie tego rozwiązania z odzyskiem ciepła (tzw. rekuperator) daje dodatkowe 20-30% oszczędności.

Układ odwrotny, zwany *nadciśnieniowym*, w którym powietrze jest przez wentylator nawiewane, uchodzi zaś w sposób naturalny, raczej nie znajduje zastosowania w budownictwie mieszkaniowym.

Coraz szerzej natomiast sięga się po tzw. **zrównoważony układ nawiewno-wywiewny z podgrzewaniem powietrza nawiewanego**. Zazwyczaj odzyskuje się w tym celu ciepło z powietrza usuwanego na zewnątrz. Proces ten odbywa się w urządzeniach zwanych **rekuperatorami**.

Wentylacja nawiewno-wywiewna wymaga poniesienia sporych nakładów początkowych. W budynku nowo stawianym wydatek ten częściowo się zwraca. Zbędne są bowiem kominy, którymi wyprowadza się przewody wentylacyjne ponad dach. Inną wadą jest konieczność systematycznego konserwowania. Trudno też uniknąć niepożądanych dźwięków: odgłosu pracującego wentylatora i szumu

Tabela 1. Ilość pary wydzielanej w ciągu godziny

Wykonywana czynność	Ilość pary w gramach
osoba odpoczywająca	30
osoba lekko pracująca	60
ręczna przepierka	200
pralka automatyczna	200
schnące rzeczy	500
gotowanie	1000
czyszczenie na mokro	1000
kąpiel (prysznic)	2600

Tabela 2. Ilość powietrza do usunięcia z rozmaitych pomieszczeń

Rodzaj pomieszczenia	Ilość powietrza [m³/h]
Kuchnia z oknem i kuchenką gazową	70
elektryczną (gdy mieszkają trzy osoby)	30
elektryczną (gdy mieszkają więcej niż trzy osoby)	50
Kuchnia bez okna z kuchenką elektryczną	50
Łazienka	50
Toaleta	30
Pokój	30
Pomieszczenie bez okna	15

powietrza przepływającego przez przewody i kształtki.

W rekuperatorze można odzyskać do 85% ciepła, w innych systemach bezużytecznie wyprowadzanego na zewnątrz. A to bez mała połowa całej energii zużywanej na ogrzanie domu. Istotną zaletą wentylacji mechanicznej w ogóle, ale nawiewno-wywiewnej w szczególności, jest łatwość dostosowania jej wydajności do bieżących potrzeb.

Na tym nie koniec możliwości, jakie stwarza mechaniczna wymiana powietrza. Przy jej wykorzystaniu można uzyskać zarówno wentylację ogólną, dającą równomierny rozkład świeżego powietrza w całym pomieszczeniu, jak i miej-

dzi nie niższy się do strefy przebywania ludzi, a zatem nie schładza tej strefy.

Za rozwiązanie pośrednie między wentylacją grawitacyjną i mechaniczną można uznać układy grawitacyjne, w których wylot przewodu jest zaopatrzone w nakładkę, zwaną wywietrzakiem 4. Jej działanie polega na tym, że napędzana wiatrem turbinka wysysa powietrze z przewodu wentylacyjnego. Wspomaga więc lub wręcz zastępuje naturalny ciąg konwekcyjny. Nie zatrzymuje jej ewentualna przerwa w dostawie prądu. Skuteczność takiego wywietrzaka zależy jednak od warunków atmosferycznych, głównie wiatru. Chodzi przy tym nie tylko o jego siłę, ale także kierunek.

Z tego powodu coraz szerzej stosuje się **rozwiązania** tzw. **hybrydowe**, czyli

Co przy wlocie i wylocie

Kanały (szachty) stanowią tylko „szkielet” instalacji wentylacyjnej. Aby mogła funkcjonować należy je należycie zakończyć.

Najbardziej widoczne dla użytkownika są osłony otworów wentylacyjnych – **kratki** i **anemostaty** (od greckiego *anemos* = wiatr), w wersjach nawiewnej i wywiewnej. Ich funkcja estetyczna jest oczywista: osłaniają wnętrze kanału, na ogół prezentujące się mało dekoracyjnie. Równie ważna jednak, a w niektórych przypadkach wręcz ważniejsza bywa funkcja regulacyjna.

Kratki mogą mieć przekrój stały lub regulowany. Do tego drugiego może służyć albo żaluzja, zaciągana ręcznie, automatycznie albo uchylna konstrukcja łopatek – może ona umożliwić nadanie pożą-

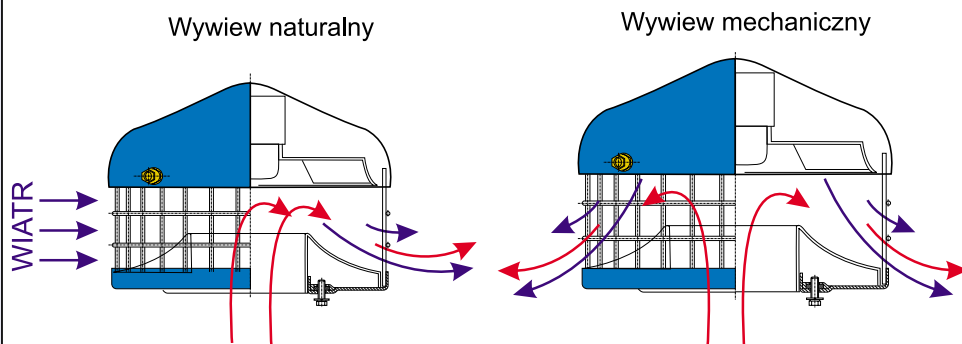
Rachunki za ciepło można zmniejszyć o połowę stosując wentylację nawiewno-wywiewną z rekuperatorem i gruntowym wymiennikiem ciepła.

mieszane. Wywietrzak jest zaopatrzone w silnik elektryczny. Jego pracą steruje czujnik przepływu, umieszczony w przewodzie wentylacyjnym. Jeśli ciąg jest wystarczający, silnik jest wyłączony. Wywietrzak obraca się na biegu jałowym napędzany wiatrem. W przeciwnym razie silnik się włącza i wywietrzak staje się wentylatorem. Jego obroty, a więc i intensywność zasysania powietrza zużytego, mogą być regulowane przez układ automatyki 5.



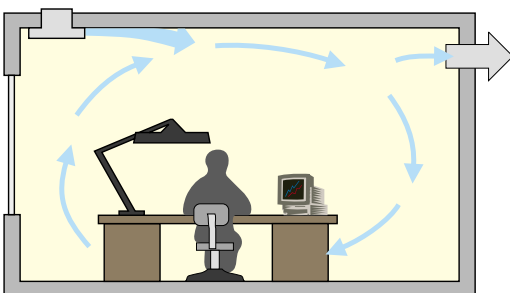
4 Wywietrzaki Turbowent; z lewej w wersji przystosowanej do połączenia skośnej (fot. Darco)

5 Zasada działania wywietrzaka hybrydowego (wg Uniwersal)



3 Ruch powietrza w pomieszczeniu przy wentylacji mieszającej (wg Stow. Polska Wentylacja)

scową, usuwającą zanieczyszczenia w miejscu ich wydzielania (np. okap kuchenny). Można też dzięki niej uzyskać pożądany sposób przepływu powietrza. W domu jednorodzinnym najczęściej będzie to **przepływ mieszający** 3. Powietrze jest w tym przypadku nawiewane z dość dużą prędkością. Powoduje to, że rozchodzi się praktycznie po całym pomieszczeniu. W każdym jego punkcie mamy więc zbliżoną temperaturę i wilgotność powietrza. Rozdział powietrza pozostaje niewrażliwy na zakłócenia takie, jak włączenie palnika gazowego, czy uchylenie okna. Z drugiej jednak strony nieprzyjemny zapach, np. rozpuszczalnika, którym ktoś czyści mebel w jednym rogu pokoju, będzie dokuczał także w rogu przeciwnym. Przy rozmieszczeniu punktów nawiewu i wywiewu w górnej części pomieszczenia, jeśli napływa powietrze cieplejsze niż wypełniające pomieszczenie, jego część ucho-



danego kierunku strumienia powietrza. W kanale dolotowym kratki nawiewnych stosuje się przesłony – zapadki, blokujące wypływ ciepłego powietrza na zewnątrz, kiedy nie działa wentylacja wywiewna. W pomieszczeniach z urządzeniami gazowymi, np. w kuchni lub łazience (kuchotka, kocioł grzewczy) kratka musi mieć przekrój stały, nieregulowalny.

Jeszcze większe możliwości dają **anemostaty** 6. W wersji okrągłej, wykręcając lub wkręcając tarczę wewnętrzną można odpowiednio zwiększać lub zmniejszać natężenie przepływu. Zależnie od konstrukcji mogą powietrze nawiewane albo intensywnie mieszać ze znajdującym się w pomieszczeniu albo kierować w wybrany punkt poprzez tzw. dysze dalekiego zasięgu.

Anemostaty bywają wyposażone w dostosowane do nich puszkę rozprężną – komory o przekroju większym niż kanał doprowadzający. Liniowa prędkość przepływu powietrza zmniejsza się w nich (ta sama ilość przemieszcza się szerszym przewodem), co wpływa na wyciszenie pracy urządzenia.

Przed wybraniem obudowy otworu trzeba się upewnić, do jakich warunków pracy przeznaczone jest urządzenie: w ścianie, w jej górnej części czy w dolnej, czy w suficie, nawiew czy wywiew, jaka jest przewidywana różnica temperatur powietrza zewnętrznego i wewnętrznego.

Drugi ważny element – choć nie w każdej instalacji występujący – to **wentylatory**, napędzane silnikami elektrycznymi. Dzieli się je na **osiowe** i **promieniowe** 7. Te pierwsze działają jak dobrze znane wiatraczki: łopatki, promieniście rozstawione wokół osi obrotu i lekko skrzycone, przetłaczają powietrze wzdłuż tej osi; stąd nazwa. W drugich łopatki są wokół osi rozmieszczone jak w kole młyńskim. Odrzucają powietrze odśrodkowo, czyli wzdłuż promienia. Spotyka się też konstrukcje mieszane: łopatki rozstawione jak w urządzeniach osiowych, ale wygięte tak, że odrzucają powietrze również promieniście.

Wentylatory promieniowe stosuje się głównie w urządzeniach do odzysku ciepła (rekuperatorach). W pozostałych częściach instalacji domowych stosuje się raczej wentylatory osiowe lub o przepływie mieszanym. Instaluje się je przy wlotach do kanałów wentylacyjnych, wewnątrz nich (tzw. wentylatory kanałowe), a cza-

sem w ścianie lub w oknie. Oprócz tak podstawowych cech, jak wielkość, rodzaj i kształt czy charakterystyka przepływowa, należy brać pod uwagę szczególne przystosowania do rozmaitych pomieszczeń. Np. do łazienek oferowane są urządzenia zasilane bezpiecznym prądem stałym o napięciu 24 lub nawet 12 V. Zawsze trzeba się też upewnić, czy wentylator jest przystosowany do pracy w pozycji poziomej, czy pionowej. Do tego bowiem są dostosowane łożyska – element najbardziej narażony na zużycie. Praca przy niewłaściwym położeniu przyczynia się do znacznego skrócenia żywotności urządzenia.

Na ogół nie ma potrzeby, by pracował on w sposób ciągły. Sterować jego pracą mogą sami użytkownicy: według

by do łazienki, a po jej wyjściu działa jeszcze przez kilka minut.

■ Pamiętajmy o nawiewie

Warunkiem poprawnego działania wentylacji jest uwzględnienie faktu, że musi napłynąć tyle samo powietrza, ile go uchodzi. Kilkadziesiąt lat temu zaczęto doceniać znaczenie oszczędzania energii. Wśród innych rozwiązań wprowadzono szczelne okna. Wraz z nimi pojawił się nowy kłopot: praktycznie przestała działać wentylacja, projektowana z uwzględnieniem nieszczelności w stolarce. Tych zaś już nie było. Pierwszy środek zaradczy był mało skuteczny i dość absurdalny: wycinano odpowiedni odcinek uszczelki w górnej części okna. Czyli



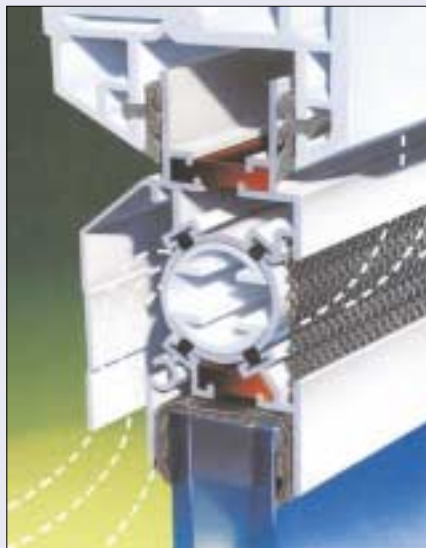
6 Różne typy anemostatów

(fot. Archiwum, CWK)

uznania włączać go i wyłączać, a w niektórych rozwiązaniach także regulować – skokowo lub w sposób ciągły – prędkość. Obecnie coraz szerzej się stosuje sposoby dogodniejsze i pewniejsze. W łazience i ubikacji wentylator może się włączać razem ze światłem. Po wyjściu osoby korzystającej i zgaszeniu światła przestaje pracować (natychmiast lub po jakimś czasie). Obecność ludzi w pomieszczeniu, a więc i konieczność silniejszego wentylowania, wykrywa się też innymi metodami. Odpowiedni sygnał może dać czujnik podczerwieni, regulujący na ruch w pomieszczeniu. Istnieją też liczne systemy zegarowe. Może to być programowanie jakiejś liczby włączeń i wyłączeń w rytmie dobowym lub w ustalonych odstępach czasowych. Stosuje się też wyłączniki opóźniające: wentylator rusza np. minutę po wejściu oso-



7 Typy wentylatorów: u góry osiowy, u dołu promieniowy, pośrodku o przepływie mieszanym, tu w wersji kanałowej (fot. Flop, Domus, Ziehl)



8 Nawiewnik sterowany ręcznie, zamontowany między szybą i ramiakiem (fot. Plastmo)



9 Nawiewnik higrosterowany, zamontowany w ramiaku (fot. autorzy)

szczelne okna trwale odszczelniano. Następne rozwiązanie, stosowane zresztą nadal, jest bardziej racjonalne. Wprowadzono mianowicie okucia, pozwalające na niewielkie rozszczelnienie okna przez niepełny obrót klamki. Nazwano to **mikrowentylacją**. Główną jej zaletą jest możliwość łatwego odcięcia przepływu powietrza, kiedy jest on zbędny lub wręcz niepożądany.

Większe możliwości w tym względzie dają nawiewniki w postaci **listew wentylacyjnych**, instalowane w skrzydłach okiennych, w górnej poprzeczce ramiaka, lub między nią a szybą **8** **9**. Przykładowe urządzenie, pokazane na ilustracji (**patrz 8**), zmniejsza przeszwit okna zaledwie o 6,5 cm. Łatwą i szybką regulację przepływu uzyskuje się przez ustawienie w odpowiedniej pozycji (standardowa, oraz wentylacja stała lub zdławiona) ob-

rotowego wałka we wnętrzu listwy. Dodanie deflektora powietrza kieruje je do góry, tak by nie wiało na osoby przebywające w pomieszczeniu. Metalowa siatka zewnętrzna chroni przed owadami.

Najsukuteczniejszym i niekłopotliwym sposobem zapewnienia właściwej wymiany powietrza jest zainstalowanie nawiewników sterujących jego przepływem samoczynnie. Umieszcza się je rozmaicie: w ościeżnicy okna, ramiaku skrzydła, między nim a górną krawędzią szyby, między ościeżnicą a nadprożem, w obudowie rolety zewnętrznej. Regulacja przepływu odbywa się przez wykorzystanie którejś z cech obrazujących stan powietrza w pomieszczeniu, np. wilgotności. **Nawiewniki higrosterowane** jako czujnik mają pasek lub taśmę z materiału zmieniającego wymiary wskutek wchłonięcia pary wodnej **10**. Połączona dźwignią z przepustnicą powietrza, odpowiednio ją przysmyka lub otwiera. Typowy nawiewnik reaguje na zmiany wilgotności względnej od 30 do 70%. Jeżeli jest ona równa dolnej wartości granicznej lub mniejsza od niej, nawiewnik zostaje przysmknięty. Dopływa tylko minimalna konieczna ilość powietrza. Przy wartości górnej przepustnica zostaje otwarta całkowicie, czyli przepływ powietrza jest pełny.

Przepływ powietrza przez dom musi być dobrze zorganizowany. W przeciwnym razie może ono dopływać drogami niepożądanymi, np. przez kanały dymowe lub spalinowe. Znane są nawet przypadki śmiertelnego zatrucia mieszkańców spalinami, cofającymi się wskutek wstecznego ciągu kominowego.

Zasad, jakich trzeba przestrzegać, jest dużo. Nie powinno się, na przykład, w obrębie jednego mieszkania łączyć wywiewnej wentylacji mechanicznej o działaniu ciągłym z wentylacją grawitacyjną. W mieszkaniach z paleniskami na paliwo stałe, kominami lub gazowymi podgrzewaczami wody z grawitacyjnym odprowadzeniem spalin, można stosować tylko wentylację grawitacyjną lub mechaniczną nawiewno-wywiewną (zrównoważoną).

Zaprojektowanie poprawnie działającej wentylacji wymaga wiedzy specjalistycznej. Nie jest ona bowiem dodatkiem uprzyjemniającym życie. To element wyposażenia domu, równie podstawowy jak okna, podłogi czy grzejniki.



10 Wnętrze nawiewnika higrosterowanego Aereco; po prawej stronie widać taśmę poliamidową, która na zmiany wilgotności reaguje zmianą wymiarów (fot. autorzy)

W użyciu są również **nawiewniki ciśnieniowe**, których czujnik reaguje na różnicę ciśnień we wnętrzu i na zewnątrz, oraz temperaturowe.

Warto zaznaczyć, że sterowanie samoczynne, głównie wilgotnościowe, stosuje się także przy wlocie do kanałów wywiewnych.

Nawiewniki okienne z zasady mają kształt zbliżony do listwy. Chodzi o to, by jak najmniej przesłaniały przeszwit okna lub mieściły się w ramiaku lub ościeżnicy. Inaczej **nawiewnik ścienny**, instalowany w ścianie zewnętrznej. Może to być zwykły otwór w murze, od strony wewnętrznej osłonięty kratką nawiewną, zaopatrzoną w żaluzję regulującą dopływ powietrza, od zewnętrznej – kratką ochronną (czerpnią). W handlu są też gotowe moduły, składające się z dwóch tych krutek, połączonych kanałem dolotowym. Może on mieć długość dostosowaną do typowych szerokości murów, lub regulowaną, np. teleskopowo. Jego użycie uwalnia od konieczności specjalnego wykańczania otworu w ścianie. W przypadku muru warstwowego byłoby to szczególnie uciążliwe.

Nie wystarczy doprowadzić powietrze do wnętrza domu. Musi ono także dotrzeć do pomieszczeń pozbawionych okien: korytarzy, łazienek, ubikacji. Przekrój netto otworów w drzwiach do pokoi powinien być nie mniejszy niż 80 cm², a kuchni i łazienki – 200 cm². Według praktyków w pomieszczeniach bez okien odstęp między drzwiami a podłogami powinien być nie mniejszy niż 1,5 cm lub też drzwi powinny zostać zaopatrzone w kratki wentylacyjne o powierzchni kratki 50-60 cm².

Adresy i ranking producentów, orientacyjne ceny zamieszczamy w info rynku na str. 202