

Jarosław Antkiewicz

Ciągła wymiana powietrza w domu jest potrzebna nie tylko ze względu na nasze samopoczucie i zdrowie, ale także ze względu na sam budynek. Nawet jeśli nikt w nim nie przebywa, brak wentylacji może doprowadzić do rozwoju niszczących go pleśni i grzybów.

# Powietrze

# do wymiany

fot. Fakro

Wentylacja oznacza dosłownie „przewietrzenie”, czyli ciągłą wymianę powietrza zużytego, pochodzącego z wnętrza domu, na świeże powietrze z zewnątrz. Za „zużyte” uważa się powietrze zawierające np. zbyt dużo wilgoci albo dwutlenku i tlenku węgla lub też po prostu brzydko pachnące czy zanieczyszczone kurzem lub dymem papierosowym.

Wszyscy wiemy, że zawarty w powietrzu tlen jest niezbędny do życia, jednak nie wszyscy zdajemy sobie sprawę z tego, że zła jakość powietrza nie zawsze powoduje dyskomfort związany bezpośrednio z oddychaniem, jak znane wszystkim z zatłoczonych miejsc odczucie duszności. Mimo to może być przyczyną przykrych dolegliwości, np. wysuszenia błon śluzowych, podrażnienia oczu, uczucia ciągłego zmęczenia czy bólów głowy.

Niedostateczna wentylacja wpływa też negatywnie na sam budynek. Najczęstszym sygnałem, że wentylacja źle działa, jest zawilgocenie pomieszczeń, które sprzyja rozwojowi pleśni i grzybów. Wprawdzie wi-

dać je na powierzchni ścian czy stropów, ale mogą niszczyć także konstrukcję domu. Ich zwalczanie bywa bardzo trudne i kosztowne. **Spowodowane niewydolną wentylacją trwałe zawilgocenie jest szczególnie groźne dla konstrukcji drewnianych** – w tym konstrukcji dachów nad poddaszami użytkowymi. Nawet w poprawnie wykonanym dachu (tzw. wentylowanym) jego konstrukcja pozwala na odprowadzenie tylko pewnej ilości wilgoci trafiającej do wnętrza warstwy wełny mineralnej. Jeśli wentylacja pomieszczeń na poddaszu nie działa sprawnie, a izolacja przeciwwilgociowa nie jest dość skuteczna, to wełna i drewno konstrukcyjne zostaną zawilgocone (przyjmą więcej wilgoci, niż są w stanie oddać na zewnątrz). Jeśli ponadto drewno nie zostało odpowiednio wysezonowane i zabezpieczone, to więźba dachowa może zostać zniszczona zanim cokolwiek zauważymy, bo od strony pomieszczeń po-

▶ Na niszczące działanie wilgoci najbardziej wrażliwe są drewniane konstrukcje dachów i stropów

zostaje niewidoczna za osłoną z płyt gipsowo-kartonowych.

### Intensywność wentylacji

Projektant wentylacji zmuszony jest godzić dwa przeciwstawne cele. Ze względów ekonomicznych powinien ograniczać do minimum intensywność wymiany powietrza, aby zmniejszyć straty energii. Ze wzglę-



fot. Nordiska

## ► Syndrom „chorego budynku”

Na początku lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku, przede wszystkim w Stanach Zjednoczonych, próbowano drastycznie zmniejszać ilość wprowadzanego do budynków świeżego powietrza (do 7–8 m<sup>3</sup> na osobę w ciągu godziny; reszta powietrza krążyła w obiegu zamkniętym). Zgodnie z oczekiwaniami, przyniosło to oszczędność energii, jednak okazało się, że przebywające w takich budynkach osoby bardzo często zapadają na choroby dróg oddechowych, a w pomieszczeniach występuje niepokojąco wysokie stężenie zarodników pleśni i grzybów. Wobec tych negatywnych zjawisk zmieniono podejście do problemu wentylacji, a budynki, w których w tak drastyczny sposób ograniczono dopływ świeżego powietrza, zaczęto nazywać „chorymi”. W Skandynawii pojawiła się zaś nawet tendencja do całkowitej rezygnacji z recykulacji powietrza w budynkach.



Grzyby i pleśń w źle wentylowanym budynku stanowią zagrożenie nie tylko dla jego konstrukcji, ale także dla zdrowia mieszkańców

du na zdrowie i samopoczucie mieszkańców, a także kondycję samego budynku, musi zapewnić odpowiednią ilość świeżego powietrza czerpanego z zewnątrz i usuwanie powietrza zanieczyszczonego. Przez te sprzeczne wymagania wyznaczenie właściwej intensywności wymiany powietrza w budynku jest często kwestią sporną, budzącą kontrowersje nawet wśród specjalistów. Wymagana wielkość wymiany powietrza może być wyznaczona na różne sposoby, zależnie od przyjętych kryteriów i konkretnej sytuacji. Jeśli wyznaczone różnymi metodami wartości są rozbieżne, to ze względów zdrowotnych bezpieczniej wybrać wyższe. Warto też zadbać, by instalacja wentylacyjna pozwalała okresowo zwiększyć (gdy np. mamy wielu gości) lub zmniejszyć (gdy w domu nikogo nie ma) intensywność wymiany powietrza.

**Zgodnie z przepisami.** Podstawowe warunki, jakie musi spełniać wentylacja, określają przepisy budowlane. Warto pamiętać, że jest to jedynie pewne nieprzekraczalne minimum, a niekoniecznie wartości optymalne. Prawo wymaga zapewnienia:

- usuwania zużytego powietrza z kuchni, łazienek, toalet oraz pomieszczeń bez okien (garderoba, spiżarnia),
- nawiewu świeżego powietrza do pozostałych pomieszczeń,
- swobodnego przepływu powietrza wewnątrz budynku, pomiędzy pomieszczeniami, do których trafia powietrze z zewnątrz, a pomieszczeniami, z których jest usuwane. Najczęściej osiąga się to, pozostawiając szczelinę pomiędzy dolną krawędzią drzwi i podłogą albo wybierając drzwi z otworami w dolnej części.

Wentylacja musi przy tym gwarantować usunięcie zużytego powietrza w ilości co najmniej:

- z kuchni z kuchenką:
  - gazową – 70 m<sup>3</sup>/h,
  - elektryczną – 50 m<sup>3</sup>/h,
- z łazienki – 50 m<sup>3</sup>/h,
- z oddzielnego WC – 30 m<sup>3</sup>/h,
- z pomieszczeń pomocniczych bez okna (garderoba, spiżarnia itp.) – 15 m<sup>3</sup>,
- z pokoi mieszkalnych, które oddzielają od kuchni lub łazienki więcej niż dwie pary drzwi (albo znajdując się na innej kondygnacji) – 30 m<sup>3</sup>/h.

W typowym domu jednorodzinnym daje to w sumie około 200 m<sup>3</sup>/h. **W godzinach nocnych przepisy pozwalają zmniejszyć intensywność wentylacji, jednak nie więcej niż o 40%.** Zaleca się także montaż w kuchniach i ewentualnie, także łazienkach urządzeń (wentylatorów wyciągo-

▼ Zanieczyszczone powietrze jest usuwane głównie przez kanały wywiewne w kuchniach i łazienkach. Świeże napływa zaś do sypialni czy salonu



Pomieszczenia na poddaszu stwarzają szczególne problemy przy projektowaniu wentylacji, bo wentylacja grawitacyjna działa w nich zwykle bardzo słabo

wych), pozwalających okresowo zwiększyć strumień usuwanego powietrza do co najmniej 120 m<sup>3</sup>/h.

**Stosownie do kubatury budynku.** Niezbędna w budynku jednorodzinnym ilość powietrza najprościej oblicza się na podstawie wskaźnika wymiany wynikającego z badań higienicznych: minimum 0,5–1 kubatury pomieszczeń w ciągu godziny. W przeciętnym domu jednorodzinnym o powierzchni 150 m<sup>2</sup> oznacza to wymianę w granicach od 200 do 400 m<sup>3</sup>/h. Jak widać, dolna granica wielkości wymiany jest zbliżona z minimum narzuconym przez przepisy prawa.

**W przeliczeniu na osobę.** Obliczanie ilości doprowadzanego powietrza w przeliczeniu na osobę ma sens tylko wtedy, gdy liczymy szczytową wydajność wentylacji, potrzebną gdy przyjmujemy wielu gości, ewentualnie jeżeli mamy bardzo liczną rodzinę i na osobę przypada niewielka część kubatury domu. **Absolutne minimum to 20 m<sup>3</sup> powietrza na osobę w ciągu godziny.** Komfort zapewnia doprowadzenie dla każdej osoby co najmniej 35 m<sup>3</sup>/h świeżego powietrza.

Szczególne wymogi dotyczą pomieszczeń o nieotwieranych oknach oraz klimatyzowanych. Wówczas za minimalną ilość wymienianego powietrza uznaje się 30 m<sup>3</sup> na osobę.

Większa wymiana powietrza jest konieczna także wówczas, gdy domownicy palą. Każdy wypalony papieros oznacza konieczność zwiększenia wymiany powietrza o 10–15 m<sup>3</sup>/h.

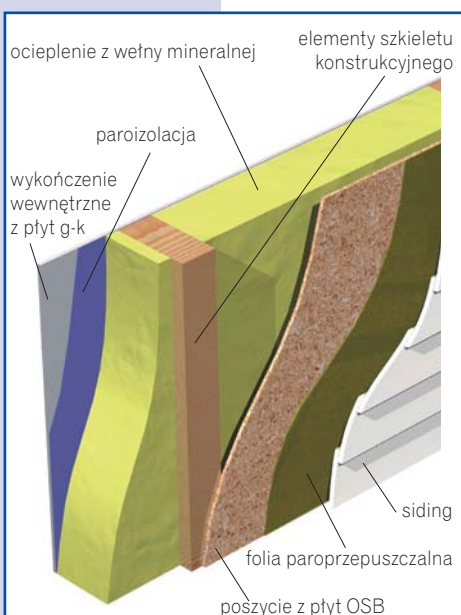
Nie należy zbyt ograniczać wymiany powietrza, kierując się wyłącznie tym, ile osób przebywa w budynku. W dużych obiektach, gdzie parametry instalacji wentylacyjnej powszechnie wyznacza się w ten sposób, zwykle przyjmuje się też założenie, że równocześnie wymiana powietrza w ciągu godziny nie może być mniejsza niż wielkość kubatury pomieszczenia.



## ► Czy ściany powinny oddychać?

„Oddychanie”, a precyzyjniej – paroprzepuszczalność materiałów ściennych – to w budownictwie bardzo modny temat. Tak naprawdę cecha ta nie jest warta aż takiej uwagi, ponieważ – wbrew obiegowym opiniom – nie może ona zapewnić przewietrzania pomieszczeń. Nawet gdy ściany zewnętrzne są paroprzepuszczalne, ilość przenikającej przez nie pary wodnej i powietrza jest pomijalnie mała w porównaniu z wymianą, jaką zapewnia sprawna wentylacja. Poszukujący na ściany domu paroprzepuszczalnych materiałów zwykle nie wiedzą, że ta niewielka ilość wilgoci, jaką z powietrza wchłaniają tynki wewnętrzne, oddają one z powrotem do pomieszczeń – a i to pod warunkiem, że owe tynki nie są pomalowane nieprzepuszczalną farbą. A „oddychające” farby? To kolejny mit – zwłaszcza gdy ściany malowano nimi kilkakrotnie...

Tak pożądane „oddychanie”, czyli przenikanie pary wodnej przez ściany zewnętrzne nie byłoby zresztą korzystnym zjawiskiem. W sezonie grzewczym prowadziłyby do wykraplania się wilgoci wewnątrz ścian lub w warstwie ocieplenia. Skroplona wilgoć nie tylko pogarszałaby właściwości izolacyjne ścian, ale z czasem mogłaby doprowadzić do uszkodzenia ich struktury wskutek działania mrozu. Dowodem na to, że przenikanie wilgoci z pomieszczeń przez ściany wcale nie jest pożądanym zjawiskiem, jest sposób wykonania ścian w technologii szkieletowej, w której prawie cały przekrój ścian zewnętrznych stanowi paroprzepuszczalna wełna mineralna. Otóż w tak budowanych domach od wewnętrznej strony ścian układa się paroszczelną izolację z folii. Bez niej izolacja termiczna i konstrukcja budynku byłyby narażone na zawilgocenie.



Nawet w ścianach o konstrukcji szkieletowej, które teoretycznie mogłyby zapewnić bardzo wysoką paroprzepuszczalność, robi się wszystko, by ograniczyć wnikanie pary wodnej do ich wnętrza

## ► Dlaczego wentylacja nie działa prawidłowo?

Działanie instalacji wentylacyjnej zależy nie tylko od niej samej. Niedostateczna wymiana powietrza lub całkowity jej brak może być też skutkiem błędów, które niekiedy z wentylacją wydają się nie mieć wiele wspólnego. Oto najczęstsze z nich.

**Brak kanału wentylacyjnego w pomieszczeniu bez okien.** Najczęściej dotyczy garderoby lub spiżarni. Nawiew powietrza powinny

zapewniać tam kratki lub otwory w dolnej części drzwi, a wywiew – kanał wentylacyjny. Brak wymiany powietrza, tam gdzie przechowuje się produkty żywnościowe, sprzyja ich psuciu się, a w garderobie może powodować zaduch i nieprzyjemny zapach ubrań.

**Szczelne okna bez nawiewników.** Częsty błąd popełniany w modernizowanych domach. W starych, nieszczelnych oknach nawiewniki nie były potrzebne, ale w odróżnieniu od nich nowoczesna stolarka okienna jest szczelna, więc jeśli nie ma w niej nawiewników, wentylacja w modernizowanym domu niemal całkowicie zamiera i pojawiają się charakterystyczne problemy: zaduch, wyłączenie się automatycznych gazo-



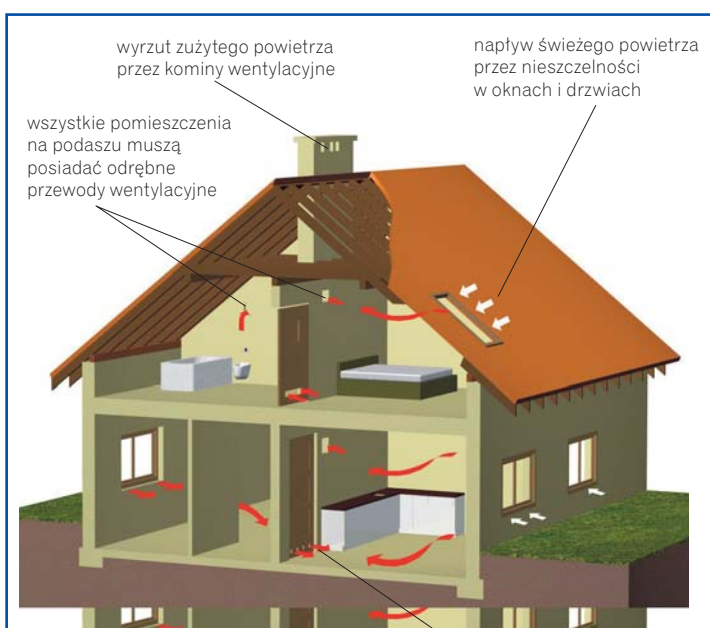
▲ Nawiewniki ścienne zapewniają napływ powietrza nawet jeśli okna są całkowicie szczelne

wych podgrzewaczy wody, zaparowane szyby okienne, niewysychające ręczniki, rozwój pleśni itp. Najprostszym rozwiązaniem problemu jest wtedy zamontowanie nawiewników ściennych.

**Nawiewniki w łazience.** Zamontowane w oknach lub ścianach powodują nadmierne wychładzanie pomieszczenia, co ze względu na sposób jego użytkowania jest szczególnie dokuczliwe. Do łazien-

ki powietrze powinno napływać nie z zewnątrz, lecz z przyległych pomieszczeń – przez otwory w dolnej części drzwi. Zapewnia to nie tylko utrzymanie stabilnej temperatury w łazience, ale też wymianę powietrza w sąsiednich pomieszczeniach, które nie mają własnych kanałów wentylacyjnych.

**Zamiast podłączenia do kanału wentylacyjnego – otwór w ścianie.** Otwór taki nie zapewnia właściwego kierunku ruchu powietrza: działa zwykle jak nawiewnik, a nie wywiew. Do wywołania ruchu powietrza w kierunku na zewnątrz niezbędne jest zamontowanie w takim otworze wentylatora, jednak i wtedy wentylacja będzie działać tylko okresowo – gdy wenty-



Sposób działania wentylacji grawitacyjnej

lator zostanie włączony. Dlatego i to rozwiązanie nie może w pełni zastąpić dobrze wykonanej instalacji wentylacyjnej.

**Uwaga!** Wentylatora ściennego nie wolno montować w pomieszczeniu, w którym pracuje kocioł lub piec na paliwo stałe albo gazowe urządzenie grzewcze. Byłoby to niebezpieczne – mogłoby dojść do odwrócenia ciągu kominowego, gdy wentylator pracuje, gdy zaś jest wyłączony, nie zapewnia usuwania z kotłowni szkodliwych produktów spalania i ewentualnie gazu (w razie rozszczelnienia się instalacji). Takie rozwiązanie jest zakazane przez prawo.

**Podłączenie wentylatora wyciągowego do jednego kanału wentylacyjnego w pomieszczeniu.** Taki błąd zdarza się najczęściej w kuchniach, w których do tego jednego kanału przyłącza się okap z wentylatorem. Kiedy wentylator w okapie nie pracuje, hamuje naturalny ruch powietrza w kanale. Może to być niebezpieczne, gdy dojdzie do rozszczelnienia instalacji gazowej, bo nieusuwany z pomieszczenia gaz stwarza zagrożenie wybuchem. Najlepiej przyłączyć okap kuchenny do drugiego, odrębnego kanału wentylacyjnego. Jeśli nie ma takiej możliwości, powinno się wykonać otwór wentylacyjny w ścianie kanału powyżej okapu.

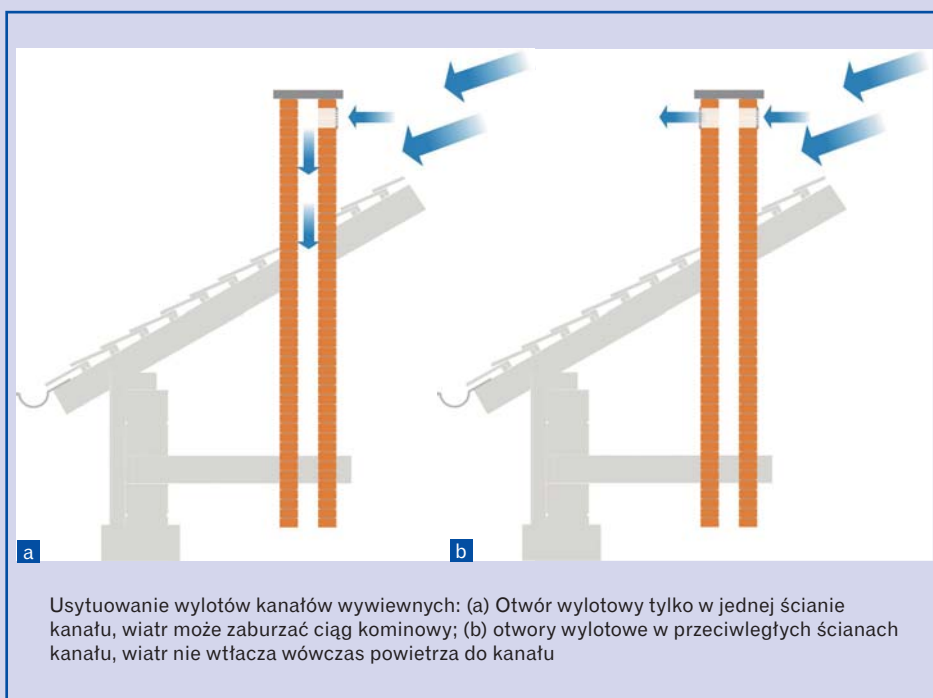
**Zbyt krótkie lub źle rozmieszczone kanały.** Kanały wentylacji grawitacyjnej mają często



◀ Wentylator w nasadzie kominowej może pracować stale lub włączać się tylko wówczas gdy naturalny ciąg jest zbyt słaby

niedostateczną długość na odcinkach pionowych lub zbyt długie odcinki poziome, co znacznie osłabia siłę ciągu. Do wymuszenia ruchu powietrza potrzebny jest wówczas

wentylator wyciągowy. Kłopoty z wentylacją mogą też wynikać z umiejscowienia wylotów kanałów wywiewnych w kominie: zwykle jest to pojedynczy otwór w bocznej ścianie kominu. Jeśli w stronę otworu wieje wiatr, to wftacza powietrze do kanału, a więc następuje tzw. odwrócenie ciągu. Takiemu zjawisku zapobiega się przez zakończenie kanałów wywiewnych otworami wylotowymi w przeciwległych ścia- ▶



a

b

Usytuowanie wylotów kanałów wywiewnych: (a) Otwór wylotowy tylko w jednej ścianie kanału, wiatr może zaburzać ciąg kominowy; (b) otwory wylotowe w przeciwległych ścianach kanału, wiatr nie wftacza wówczas powietrza do kanału

## Wentylacja grawitacyjna

Wentylacja grawitacyjna, nazywana też naturalną, funkcjonuje dzięki naturalnemu zjawisku konwekcji, czyli ruchu powietrza wywołanego różnicą jego gęstości i ciśnienia. Powietrze o wyższej temperaturze, pochodzące z wnętrza domu, ma mniejszą gęstość niż chłodniejsze na zewnątrz, dlatego płynie ku górze. Takiemu ruchowi sprzyjają kominy z pionowymi kanałami wentylacyjnymi: w takich kanałach powstaje tzw. ciąg, który wysysa z domu zanieczyszczone powietrze.

Na miejsce usuniętego musi napłynąć świeże powietrze spoza budynku. Dawniej wystarczały do tego nieszczelne okna i drzwi, obecnie – **ze względu na to, że stosuje się okna szczelne – w domach z wentylacją grawitacyjną konieczne jest montowanie nawiewników w ramach okiennych lub w ścianach.**

Namiastką wentylacji grawitacyjnej jest wietrzenie pomieszczeń przez otwieranie okien. Jednak ten sposób wymiany powie-

W typowym domu jednorodzinym trzeba wymienić na świeże około

# 200 m<sup>3</sup>

powietrza w ciągu godziny

trza jest niemal zupełnie nieprzewidywalny, nie zapewnia komfortu i może powodować bardzo duże straty ciepła. Dlatego nie należy traktować tego sposobu wietrzenia jako równoważnego wentylacji.

Wentylacja grawitacyjna jest stosunkowo tania inwestycyjnie. Przytaczany przez jej przeciwników argument, że wybudowanie kominów z kanałami wentylacyjnymi jest kosztowne i kłopotliwe, jest w znacznej mierze przesadzony. Kanały wentylacyjne są dziś budowane nie – tak jak dawniej – z cegieł, lecz z gotowych kształtek. Ponadto do wentylacji nie są wcale potrzebne klasyczne, ciężkie kominy oparte na własnym fundamencie. Zamiast tego można zastosować rury z bla-

chy (gładkie typu spiro) lub z tworzyw sztucznych, ocieplone wełną mineralną i osłonięte płytami gipsowo-kartonowymi.

**Wentylacja naturalna jest jednak wbrew pozorom dość kłopotliwa i kosztowna w eksploatacji. Bardzo trudno sterować jej działaniem, a wraz z usuwaniem powietrzem z domu ucieka bardzo dużo ciepła.**

Grawitacyjna instalacja wentylacyjna nie wymaga zasilania energią elektryczną i choć pracuje nierównomiernie, jest bezawaryjna. **Dlatego właśnie przepisy wymagają jej wykonania tam, gdzie najważniejsze jest bezpieczeństwo, np. w kotłowniach z kotłami o otwartej komorze spalania.** Kominarze zalecają też jej wykonanie w miejscach, w których może dojść do wycieku gazu z instalacji (kuchnie, łazienki).

## Warunki działania wentylacji grawitacyjnej

**Różnica temperatury.** Ciąg w kanałach wentylacji naturalnej tworzy się tylko wtedy, gdy temperatura powietrza w domu

► nach komina; niestety trudno wówczas zgrupować kilka kanałów w jednym kominie.

**Kratki wentylacyjne umieszczone zbyt nisko.** Powinny być umieszczone nie niżej niż 15 cm od sufitu, bo właśnie tam gromadzi się najwięcej zanieczyszczeń powietrza (a także gaz ziemny, gdyby w instalacji gazowej pojawiła się nieszczelność).

**Niewłaściwe rozmieszczenie kanałów wywiewnych.** Do kanałów wywiewnych powietrze napływa zawsze „najłatwiejszą” drogą, czyli z miejsc, gdzie napotyka najmniejsze opory. Jeśli odległości do kanałów wywiewnych są duże, pomieszczenia bez kanałów wywiewnych (np. sypialnie) nie będą należycie przewietrzane. Podobnie będzie się działo, gdy pomieszczenia z kanałami wywiewnymi oddzielone są od pozostałych więcej niż dwiema parami drzwi. W takich sytuacjach w pomieszczeniach najbardziej oddalonych od kanałów wywiewnych w kuchni, wc i łazienkach, trzeba wykonać dodatkowe kanały wywiewne. Podobny problem może też dotyczyć poddasza, gdzie łazienka znajduje się często blisko schodów, a sypialnie są nieco od niej oddalone. Kanał wywiewny w łazience może wówczas zasysać powietrze nie tak, jak oczekujemy, tj. z sypialni na poddaszu, tylko z dołu, z otoczenia schodów.

Wentylacja w dużych pomieszczeniach, zwłaszcza w salonie, również potrafi płatać figle. Najczęściej kanał wywiewny znajduje się tyl-

ko w pobliżu kominka. Taki kanał zasysa powietrze przede wszystkim najkrótszą możliwą drogą – albo z bezpośredniego otoczenia kominka, przy którym znajduje się też często kanał w podłodze, doprowadzający powietrze, albo też przez nawiewniki w ramie najbliższego okna. W pozostałej części pomieszczenia wymiana powietrza jest wówczas niewystarczająca. Rozwiązaniem jest wykonanie kanału wywiewnego w przeciwnym, odległym krańcu salonu.

**Kanały wentylacyjne w ścianach zewnętrznych.** Są narażone na wychładzanie, w wyniku czego ciąg w nich zanika, dlatego kanały wywiewne lepiej umieszczać w ścianach wewnętrznych, a jeśli muszą przebiegać w ścianach zewnętrznych, należy je dobrze ocieplić.

**Podłączenie kilku pomieszczeń do wspólnego kanału wentylacyjnego.** Może to być niezgodne z przepisami, a ponadto – nie tylko nie zapewnia skutecznej wentylacji, ale przyczynia się do przenikania nieprzyjemnych zapachów czy nawet szkodliwych substancji pomiędzy pomieszczeniami. Właściwym rozwiązaniem jest wykonanie odrębnych kanałów dla poszczególnych pomieszczeń, szczególnie jeśli są to pomieszczenia o różnym przeznaczeniu, np. łazienka i kotłownia.

**Zbyt mała wydajność wentylacji mechanicznej.** Najczęściej jest wynikiem złe pojętej oszczędności, czyli wybierania tańszych wariantów wentylacji, jakie firmy oferują czasem właścicielom domów jednorodzinnych. Taką

tańszą ofertą mogą być centrale wentylacyjne o zbyt małej wydajności, umożliwiające wymianę 100–150m<sup>3</sup>/h. W takich centralach stosowane są mniej wydajne wentylatory, a do odzysku ciepła – mniejszy, a więc i tańszy wymiennik. Przyszła eksploatacja instalacji wydaje się przy tym z pozoru bardziej ekonomiczna, bo wentylatory małej mocy zużywają mniej prądu. Jednak zbyt mało wydajna centrala wentylacyjna nie spełni swojej roli, i albo trzeba będzie ją wymienić, albo wietrzyć pomieszczenia przez otwarcie okien.

**Przewody wentylacji mechanicznej bez izolacji termicznej i akustycznej.** W pomieszczeniach domu z taką nieizolowaną instalacją wentylacyjną słyszalny jest szum pracujących wentylatorów i przepływającego powietrza, a ponadto na ściankach kanałów może wykraplać się wilgoć z powietrza. Wszystkie przewody powinno się starannie izolować np. wełną mineralną.

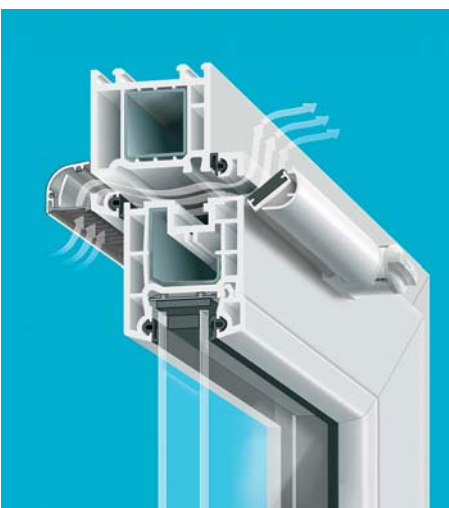
**Wykonanie całej instalacji wentylacji mechanicznej z elastycznych przewodów, zwanych fleksami.** Instalatorzy bardzo lubią elastyczne przewody ściskane w harmonijkę, bo są one tanie, niekłopotliwe w transporcie i montażu. Z takich rur można wykonywać jedynie krótkie odcinki przy samej centrali wentylacyjnej oraz u wylotu kanałów. Odcinki proste powinny być wykonane z rur sztywnych, w których mniejsze są opory przepływu, a same rury są bardziej wytrzymałe i w przeciwieństwie do rur harmonijkowych dają się skutecznie czyścić.

jest wyższa niż na zewnątrz. Wiosną i latem temperatura na zewnątrz zrównuje się z temperaturą wewnątrz domu, a nawet ją przewyższa, co prowadzi do osłabienia ciągu lub nawet odwrócenia kierunku ruchu powietrza: kanał wywiewny staje się wtedy nawiewnym, a zanieczyszczenia i nieprzyjemne zapachy z kuchni i łazienek, zamiast uchodzić na zewnątrz, trafiają do sąsiednich pomieszczeń.

W cieplejszych porach roku niedostatki wentylacji rekompensujemy sobie, otwierając okna, jednak podczas upałów wpuszczamy w ten sposób do domu gorące powietrze.

Zimą, kiedy różnica temperatury między wnętrzem domu a otoczeniem jest duża, wentylacja grawitacyjna może z kolei powodować zbyt intensywną wymianę powietrza. Zwiększa to znacznie straty ciepła, a ponadto powoduje wyraźne przesuszenie powietrza w domu, gdyż to, które napływa z zewnątrz, jest zwykle bardzo suche.

**Kanały.** Siła ciągu w kanałach wentylacyjnych zależy od ich wysokości liczonej od



fol. Brevis

▲ Nawiewniki ścienne zapewniają niezbędny dla funkcjonowania wentylacji dopływ świeżego powietrza. Najlepiej jeśli pozwalają na automatyczną regulację intensywności wymiany powietrza

kratki w pomieszczeniu do wylotu nad dachem. Ze względu na niewielką wysokość budynków jednorodzinnych długość kanałów wentylacyjnych jest w nich nie-

wielka, co nie sprzyja sprawności wentylacji – zwłaszcza w łazienkach na poddaszu, które są najintensywniej użytkowane, bo sąsiadują z sypialniami.

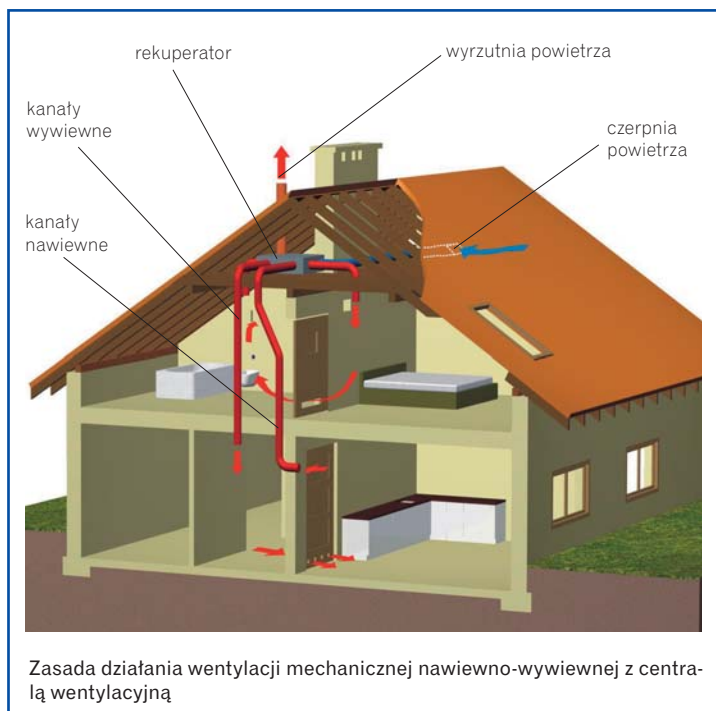
Kanały muszą mieć też wystarczająco duże przekroje. Jednak raczej nie wykonuje się kanałów o średnicy mniejszej niż 15 cm (lub o wymiarach 14 × 14 cm), co w domach jednorodzinnych w zupełności wystarcza.

**Najlepiej jeśli kanały mają gładkie ścianki, wówczas opory przepływu są mniejsze.** Przepływ jest także lepszy, gdy kanały mają przekrój okrągły, a nie kwadratowy.

Kanały wentylacyjne powinny być ocieplone, jeśli przechodzą przez nieogrzewane pomieszczenia (strych), bo w wychłodzonych kanałach ciąg słabnie, a nawet ulega odwróceniu.

**Nawiewniki.** Na miejsce powietrza usuwanego musi napływać świeże z zewnątrz i w domu z nowoczesnymi, szczelnymi oknami służą do tego nawiewniki umieszczone w ramach okien (ewentualnie w ścianach). Mogą mieć one przepływ stały lub re-





## ► Kominek a wentylacja mechaniczna

Choć w nowoczesnych domach powietrze zużywane przez kominek do spalania dostarczane jest odrębnym kanałem w pobliżu wkładu lub nawet do jego wnętrza, to bardzo niewiele wkładów kominkowych ma całkowicie zamkniętą komorę spalania – prawie zawsze mają nawiewniki w pobliżu drzwiczek i popielnika. W związku z tym, że paleniska kominków nie są w pełni odizolowane od pomieszczenia, przepisy zabraniają wykonywania w takim pomieszczeniu mechanicznej wentylacji wyciągowej: wyciąg mógłby spowodować odwrócenie kierunku ruchu spalin w kominie i zasysanie ich do pomieszczenia. Warto pamiętać, że to ograniczenie dotyczy też formalnie kuchni z wentylatorami wyciągowymi w okapach, jeśli pomieszczenie kuchenne jest otwarte na salon.

W pomieszczeniu z kominkiem można natomiast zastosować mechaniczną wentylację nawiewno-wywiewną, pod warunkiem jednak że zapewni ona dopływ powietrza w ilości co najmniej równej lub większej niż ilość powietrza usuwanego łącznie przez wentylację i przez komin połączony z paleniskiem kominka

Kłopot polega na tym, że intensywność palenia w kominku, a więc i niezbędna ilość powietrza zużywanego do spalania, jest bardzo zmienna. Dla bezpieczeństwa w pomieszczeniu kominkowym można zamontować czujnik poziomu stężenia tlenu węgla, który w razie potrzeby zwiększy intensywność wymiany powietrza.

◀ Kominek trzeba uwzględnić przy projektowaniu instalacji wentylacyjnej, bo wymaga doprowadzenia powietrza do spalania, a także zapewnienia skutecznego usuwania dymu, który dostaje się do pomieszczenia np. w czasie uzupełniania opału

fot. NurmaLumi



gulowany. Regulacja ręczna teoretycznie umożliwia ograniczenie zbyt intensywnej wymiany powietrza np. w czasie mrozów, jednak w praktyce mało kto pamięta o zmianie ustawienia nawiewników. Dlatego produkuje się także nawiewniki automatyczne, które same zamykają się i otwierają, zależnie od zmian temperatury, ciśnienia lub wilgotności powietrza. Gdy np. wilgotność w pomieszczeniu jest wysoka, nawiewniki uchylają się samoczynnie, dzięki czemu wymiana powietrza się zwiększa, a gdy poziom wilgotności spadnie, przysmkają się do ustalonej, minimalnej wartości.

## Wentylacja mechaniczna

Ruch powietrza wentylacyjnego – zamiast odbywać się w sposób naturalny – może zostać wymuszony przez wentylatory. Taką wymuszoną wentylację nazywamy mechaniczną. Jeśli wentylatory:

- tylko usuwają zużyte powietrze, a świeże napływa nawiewnikami okiennymi lub ściennymi, mamy wówczas do czynienia z mechaniczną wentylacją wywiewną (wyciągową),
- zapewniają zarówno wyciąg powietrza zużytego, jak i nawiew świeżego, to wentylację określa się jako nawiewno-wywiewną.

Urządzenia zapewniające wentylację wywiewną stosowane są powszechnie w postaci wentylatorów w łazienkach i w okapach kuchennych, jednak najczęściej postrzegane są jako uzupełnienie nie dość wydajnej wentylacji grawitacyjnej. W domach jednorodzinnych rzadko spotyka się instalację wentylacyjną od początku, konsekwentnie zaprojektowaną jako wyciągową. Taka wentylacja pozwala na dość precyzyjne sterowanie intensywnością wymiany powietrza, tym bardziej że składa się zwykle z kilku niezależnych wentylatorów (w kuchni, łazience itd.), z których każdy może być

REKLAMA

## Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła

Produkujemy seryjnie kompaktowe centrale wentylacyjne o wydajności od 150 m<sup>3</sup>/h do 10.000 m<sup>3</sup>/h, wyróżniające się małymi gabarytami i wagą.

Montowane w centralach **EkoZefir** wymienniki ciepła **Heatex** pozwalają uzyskać ponad 90% sprawności odzysku ciepła, a superenergooszczędne wentylatory EC minimalizują zużycie energii elektrycznej.



**Ekoklimax- Projekt Sp.j.**

tel.: 052 321 24 53

fax: 052 349 51 35

ul. Podolska 13, 85-855 Bydgoszcz

e-mail: [biuro@ekoklimax.com.pl](mailto:biuro@ekoklimax.com.pl)

<http://www.ekozefir.pl>

**EKOZEFIR**  
REKUPERATORY



fol. Dospel

◀ Wentylator wyciągowy w łazience, to najczęściej spotykany element wentylacji mechanicznej. Jeśli pracuje tylko okresowo, to najlepiej przyłączyć go do drugiego, niezależnego kanału wentylacyjnego

łatwiejsze w domach parterowych z nie-użytkowym poddaszem, w którego przestrzeni łatwo rozprowadzić kanały i skąd łatwy jest dostęp do każdego pomieszczenia w domu. Kanały można wówczas poprowadzić w tzw. układzie promieniowym, w którym każde pomieszczenie łączy z centralą osobny kanał, dzięki czemu wyregulowanie przepływów powietrza jest stosunkowo łatwe.

Wentylacja nawiewno-wywiewna jest niestety znacznie kosztowniejsza od wywiewnej. Łączny koszt bardzo dobrych wentylatorów wyciągowych i kanałów wywiewnych oraz nieco droższych ram okiennych z na-



fol. Archiwum BD

▲ Źle zaprojektowana i wykonana instalacja wentylacyjna przysparza więcej kłopotów niż pożytku. Dlatego jej wykonanie trzeba powierzyć sprawdzonemu specjalistom

## Wentylacja z odzyskiem ciepła pozwala pogodzić konieczność wymiany dużej ilości powietrza z energooszczędnością

sterowany własnym czujnikiem, mierzącym np. wilgotność powietrza. Wentylator może też współpracować z programatorem czasowym. Wentylacja wyciągowa jest przy tym dość prosta w budowie i nie wymaga długiej sieci kanałów poziomych ani wysokich kominów wentylacyjnych.

**Wentylacja nawiewno-wywiewna** jest bardziej złożona, bo wymaga zapewnienia nie tylko wywiewu z części pomieszczeń (kuchnia, wc, łazienki), ale i kontrolowanego nawiewu świeżego powietrza do pozostałych. Do tego potrzebna jest rozbudowana sieć kanałów, łączących się z centralą wentylacyjną, przez którą przepływa zarówno całe powietrze usuwane, jak i dostarczane do domu.

W domach jednorodzinnych centrale wentylacyjne wyposaża się coraz częściej w wymienniki, dzięki którym można odzyskiwać ciepło z powietrza usuwanego na zewnątrz. **Centrala wentylacyjna jest też wyposażona w filtry oczyszczające nawiewane powietrze, co jest szczególnie ważne, jeśli wśród mieszkańców domu są alergicy lub gdy dom stoi przy ruchliwej drodze.**

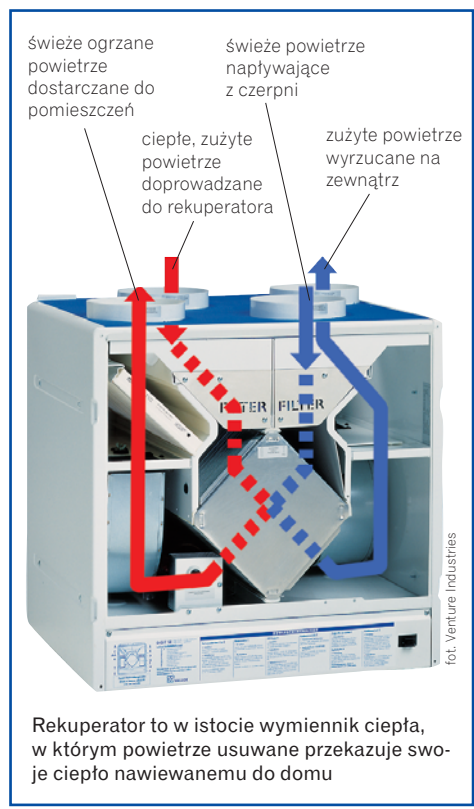
O ile istniejącą czy projektowaną grawitacyjną instalację wentylacyjną można łatwo przerobić na wentylację wyciągową, to o instalacji nawiewno-wywiewnej lepiej jest myśleć już na etapie projektu domu. Im później, tym bardziej kłopotliwa i kosztowna będzie adaptacja projektu. Zaplanowanie instalacji jest naj-

wieknikiem (które nie są potrzebne w domu z wentylacją nawiewno-wywiewną) w typowym domu o powierzchni 150–200 m<sup>2</sup> wyniesie nie więcej niż 5000 zł. Za instalację wentylacyjną nawiewno-wywiewną w tym samym domu trzeba zapłacić 15 000–20 000 zł. Szansę na zwrot kosztów daje wyposażenie instalacji w wymiennik ciepła

umożliwiający odzyskiwanie ciepła z powietrza usuwanego, co staje się już niemal standardem. Dzięki odzyskowi ciepła można oszczędzić nawet 1000–1500 zł rocznie na kosztach ogrzewania.

### Odzysk ciepła

W zasadzie tylko mechaniczna wentylacja nawiewno-wywiewna pozwala na zastosowanie odzysku ciepła z powietrza usuwanego z pomieszczeń. Taka wentylacja jest nazywana wentylacją z rekuperatorem. Zasada jest tu bardzo prosta – zanim zużyte po-



Każdy wypalony papieros oznacza konieczność zwiększenia wymiany powietrza o około

**15 m<sup>3</sup>/h**

▼ W centrali z rekuperatorem filtr powietrza usuwanego chroni wymiennik przed zanieczyszczeniem, drugi zaś oczyszcza powietrze nawiewane



fol. Went-Dom

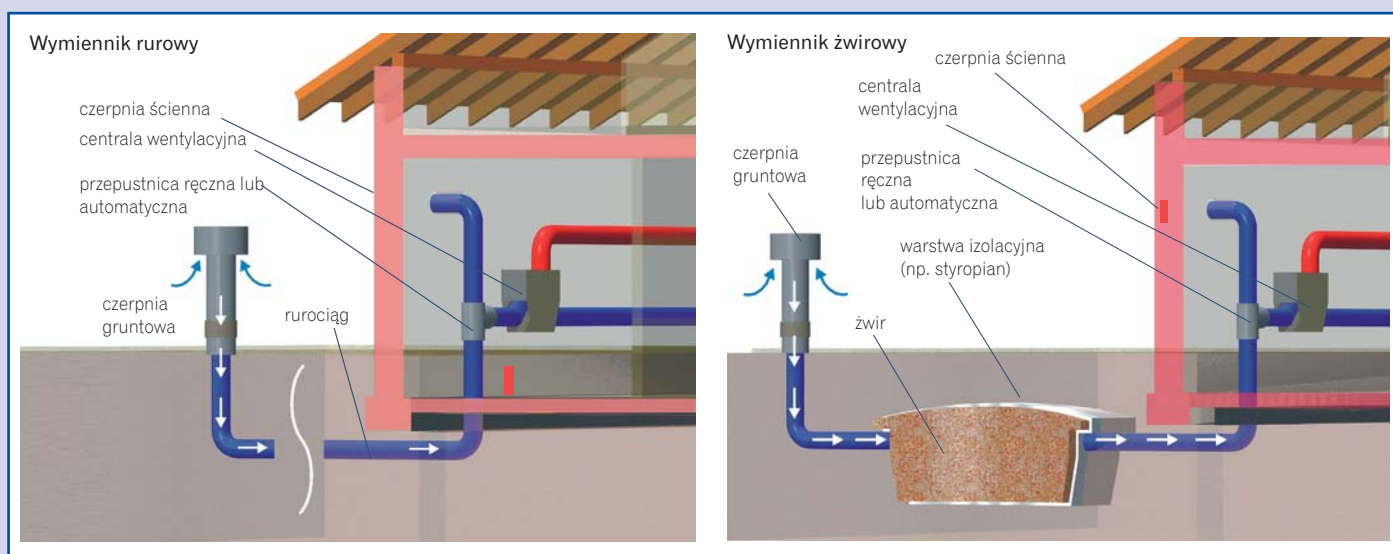


## ▶ Gruntowy wymiennik ciepła

Mechaniczna wentylacja nawiewno-wywiewna może współpracować także z gruntowym wymiennikiem ciepła (GWC), w którym ogrzewa się lub ochładza powietrze zasysane przez wentylator nawiewny. GWC składa się z rur zakopanych w ziemi lub złoża z grubego, płukane go żwiru. Powietrze nawiewane do domu

przeływa przez GWC, w wyniku czego zimą się nieco ogrzewa, latem zaś ochładza, bo temperatura gruntu na głębokości 1–1,5 m nie podlega dużym wahaniom i nawet zimą przekracza 0°C. Dzięki temu latem takie powietrze można wykorzystać do chłodzenia pomieszczeń, zimą zaś powietrze z GWC nie wymaga aż tak inten-

sywnego podgrzewania jak powietrze czerpane bezpośrednio z otoczenia domu. Jeśli wentylacja ma być rozbudowana o GWC, powinno się pamiętać o wykonaniu drugiej, zwykłej czerpni powietrza, która będzie używana w czasie, gdy nie ma potrzeby zmiany temperatury nawiewanego powietrza.



REKLAMA

wentylacja naturalna  
wentylacja hybrydowa  
wentylacja mechaniczna

wyberz  
powietrze

[www.nawiewnik.pl](http://www.nawiewnik.pl)



aereco wentylacja • ul. Dobra 13 • Łomna Las • 05-152 Czosnów  
tel. 022 380 30 00 • fax 022 380 30 01 • e-mail: [biuro@aereco.com.pl](mailto:biuro@aereco.com.pl)  
Bydgoszcz • Gdańsk • Katowice • Kraków • Lublin • Poznań • Warszawa • Wrocław – adresy biur regionalnych na [www.aereco.com.pl](http://www.aereco.com.pl)





wietrze zostanie wyrzucone na zewnątrz, przepływa przez wymiennik, dzięki czemu ogrzewa swym ciepłem świeże powietrze nawiewane. Strumienie powietrza nawiewanego i wywiewanego nie mieszają się przy tym ze sobą. **Rekuperacja pozwala więc odzyskać część energii, którą zużyliśmy na ogrzewanie. W efekcie oszczędzamy, bo ogrzanie nawiewanego powietrza zewnętrznego pochłania mniej energii.**

Wymiennik ciepła może mieć różną konstrukcję, co wpływa na sprawność odzysku ciepła. Nie należy jednak bezkrytycznie wierzyć w bardzo wysokie współczynniki sprawności podawane przez producentów. Zwykle dotyczą one samego wymiennika, a nie całej instalacji, a ponadto uzyskuje się je w warunkach odbiegających od rzeczywistych (wpływ na sprawność wymiany ma

np. różnica temperatury pomiędzy powietrzem nawiewanym i wywiewanym, a także jego wilgotność). **W praktyce sprawność odzysku ciepła w całej instalacji sięga zwykle nie więcej niż 70%.** Dla inwestora ważne jest zestawienie tej wartości z całkowitymi kosztami działania instalacji. Oprócz sprawności wymiennika należy więc wziąć pod uwagę:

- występujące w wymienniku opory przepływu,
- oraz opory w kanałach, bo im większe opory, tym „mocniejsze” wentylatory trzeba zastosować,
- wydajność i sprawność wentylatorów, bo od tego zależy, ile prądu zużywać będzie instalacja wentylacyjna.

Najlepiej jeśli w umowie z wykonawcą zostaną możliwie precyzyjnie określone

parametry, jakie ma mieć gotowa instalacja: przepływ powietrza, sprawność odzysku ciepła, zużycie energii itp.

W instalacjach z odzyskiem ciepła wykonuje się też tzw. obejście, by poza sezonem grzewczym powietrze nie przepływało przez wymiennik, lecz było jedynie przetłaczane przez wentylatory. Jeśli jednak temperatura w czasie upałów jest zdecydowanie wyższa na zewnątrz niż w domu i w pomieszczeniach pracuje instalacja klimatyzacyjna, to wykorzystanie wymiennika ciepła ma sens. Pracuje on wówczas w zasadzie jako wymiennik „chłodu”. Ciepłe powietrze nawiewane do domu jest wówczas ochładzane przez powietrze usuwane, dzięki czemu temperatura w domu jest niższa i klimatyzator może pracować mniej intensywnie. ■

## INFO RYNEK - Ile kosztuje wentylacja w domu jednorodzinnym?

### Wentylacja grawitacyjna

Koszt wykonania wentylacji grawitacyjnej bardzo trudno „uśrednić” – w dobrze przemyślanym projekcie do wykonania kanałów wystarczy np. tylko dwa kominy (z kilkoma kanałami każdy), i tak potrzebne dla kotła c.o. i kominka. Kanały wentylacyjne mogą być wykonane nie w sposób tradycyjny z cegły, lecz z gotowych rur wentylacyjnych, osłoniętych wełną mineralną i płytą gipsowo-kartonową, co przyspiesza pracę i zmniejsza koszty.

Niezbędne są nawiewniki okienne (ew. ściennie), kosztujące:

- najprostsze 50 zł,
- ciśnieniowe od 100 zł,
- z czujnikiem wilgotności od 200 zł.

### Wentylacja mechaniczna wywiewna

Najczęściej wykorzystywane są kanały wykonane pierwotnie dla potrzeb wentylacji grawitacyjnej.

Jeśli od początku planujemy wentylację wywiewną, to można wykonać z rur kilka kanałów wywiewnych prowadzących do kanału zbiorczego z wentylatorem, a następnie do wyrzutni powietrza. Jeśli decydujemy się zaś na odręb-

ne kominy, to mogą być niskie – ciąg i tak zapewni wentylator.

Rury do wykonania kanałów kosztują:

- aluminiowe, elastyczne poniżej 10 zł/m
- stalowe ocynkowane rury sztywne (średnicy 100 mm) ok. 20–25 zł/m;
- sztywne rury izolowane wełną mineralną są bardzo drogie, kosztują ok. 100 zł/m, dlatego bardziej opłacalne jest kupno kanałów nie izolowanych oraz fabrycznie przygotowanej otuliny, która kosztuje 15–25 zł/m;
- kolana, trójniki, kształtki anemostaty inne kształtki kosztują 25–40 zł/szt.

Ceny wentylatorów zależą od ich wydajności, typu i jakości, która wiąże się np. z głośnością urządzeń. Wentylatory kosztują:

- najprostsze, uruchamiane ręcznie, nadające się raczej tylko do okresowego wspomaganie wentylacji grawitacyjnej – od 50 zł;
- sterowane czujnikiem wilgotności od 100 zł;
- kanałowe 400–1200 zł.

Podobnie jak w wentylacji grawitacyjnej niezbędne są nawiewniki powietrza (okienne lub ściennie), często wystarczają proste modele, bo intensywność wymiany powietrza reguluje praca wentylatora.

Za robocizną przy wykonaniu instalacji zapłacimy od 1000 zł.

### Mechaniczna wentylacja nawiewno-wywiewna

Najczęściej wykonywana jest jako instalacja z odzyskiem ciepła, czyli wyposażona w rekuperator. Sieć kanałów musi być zdecydowanie bardziej rozległa niż w instalacji wyciągowej (nawet kilkadziesiąt metrów), trzeba zużyć też więcej kształtek, anemostatów (przynajmniej po jednym w każdym pomieszczeniu) itp. Najdroższym elementem jest centrala wentylacyjna z rekuperatorem (o wydajności ok. 400 m<sup>3</sup>/h), która kosztuje 6000–8000 zł.

W domu wielokondygnacyjnym o powierzchni 150 m<sup>2</sup>, za kompletną instalację zapłacimy 15 000–20 000 zł. W domu parterowym z poddaszem nieużytkowym koszty mogą być niższe nawet o 5000 zł, bo wolna przestrzeń poddasza bardzo ułatwia rozprowadzenie instalacji.

### Gruntowy wymiennik ciepła

Wykonanie gruntowego wymiennika ciepła, zapewniającego maksymalny przepływ powietrza wynoszący 400 m<sup>3</sup>/h (czyli równy jednej wymianie powietrza w domu o powierzchni ok. 150 m<sup>2</sup>) będzie kosztowało 5000–8000 zł, jeśli zdecydujemy się na wymiennik żwirowy oraz 10 000–12 000 zł; gdy wybierzemy wymiennik rurowy (z rur z powłoką antybakteryjną).

## PRZYDATNE ADRESY

<b>AERECO</b>	022 380 30 00	www.aereco.com.pl	<b>EKOKLIMAX</b>	052 321 24 53	www.ekoklimax.com.pl
<b>ALNOR</b>	022 737 40 00	www.alnor.com.pl	<b>EUREKA</b>	061 652 03 41	www.eureka.poznan.pl
<b>BREVIS</b>	012 425 31 64	www.brevis.com.pl	<b>MILLER</b>	032 214 56 44	www.miller-cieplo.pl
<b>DARCO</b>	014 680 90 00	www.darco.com.pl	<b>REHAU</b>	061 84 98 400	www.rehau.pl
<b>DOMUS&amp;VENTS</b>	061 832 45 30	www.domus.com.pl	<b>VENTURE INDUSTRIES</b>	022 751 95 50	www.venture.pl
<b>DOSPEL</b>	034 370 30 00	www.dospel.com	<b>WENT DOM</b>	022 435 79 20	www.went-dom.pl