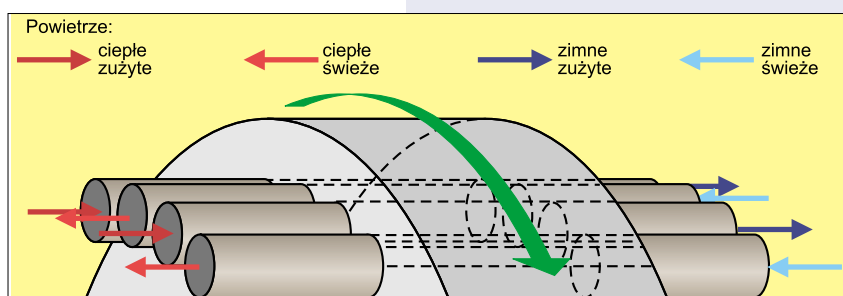


Wentylacja tradycyjna stawia użytkownika przed wyborem: dobrej jakości powietrze albo ciepło w domu. Można mieć jedno i drugie, ale dość wysokim kosztem. Trzeba mianowicie mocniej grzać – ze świadomością, że to dodatkowe ciepło za chwilę ujdzie na zewnątrz, wraz z wywiewanym powietrzem.

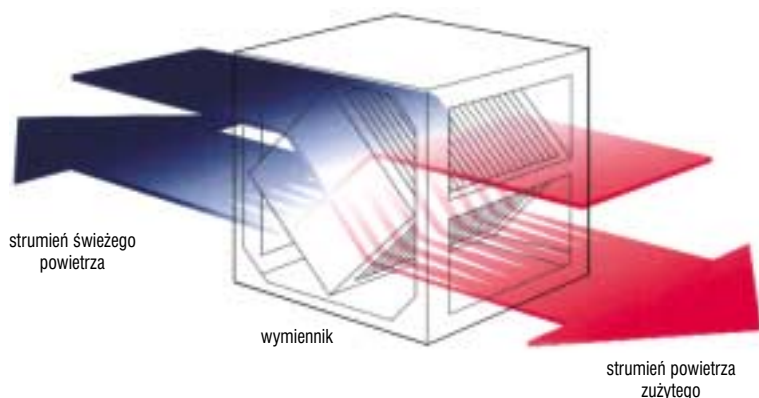
Opracowanie: Alina Kwapisz i Stanisław Stupkiewicz

ODZYSKAĆ CIEPŁO



1 Zasada działania rekuperatora obrotowego

2 Zasada odzysku ciepła w rekuperatorze krzyżowym



W wyniku stosowania tradycyjnej wentylacji, w sezonie grzewczym traci się połowę całej energii zużywanej na ogrzewanie domu. Czyli: gdyby można było temu całkowicie zapobiec, za gaz, olej czy prąd płacilibyśmy dwa razy mniej. A przecież wydatki na ogrzewanie to jedna z poważniejszych pozycji w domowym budżecie.

Całkowicie zapobiec ucieczce ciepła w usuwanym powietrzu nie można. Ale można te straty wydatnie zmniejszyć, przez zastosowanie tzw. **rekuperacji** (z francuskiego *récupération* – odzyskać ciepło). W urządzeniach, do tego służących, zwanych **rekuperatorami**, zużyte powietrze (uchodzące) oddaje ciepło napływającemu świeżemu, lecz zimnemu. Odzyskuje się w ten sposób na ogół od dwóch trzecich do trzech czwartych ciepła. Taki system mechanicznej wentylacji nawiewno-wywiewnej (tzw. zbilansowanej) należy do skutecznych i najbardziej energooszczędnych.

Urządzenia

W rekuperatorach stosuje się **dwa sposoby przekazywania ciepła** między dwoma strumieniami powietrza.

Pierwszy system przekazywania ciepła polega na tym, że powietrze uchodzące przepuszcza się przez odcinek przewodu na przemian z napływającym. Pierwsze nagrzewa przewód, drugie to ciepło odbiera. To zasada. W praktyce jest nie jeden przewód, lecz wiele kanałów, współosiowo rozmieszczonych w wirującym bębnie 1. Do obu jego płaszczyzn są doprowadzone przewody powietrzne wywiewne i nawiewne, rozmieszczone tak, jak otwory w bębnie. Podczas obrotu każdy z kanałów staje się więc na przemian elementem odprowadzenia powietrza zużytego i doprowadzenia świeżego. To urządzenie, czyli **rekuperator obrotowy**, zapewnia bardzo wysoki stopień odzysku ciepła. Z różnych powodów nie stosuje się go w budownictwie mieszkaniowym, a już zwłaszcza jednorodinnym.

Drugi system polega na tym, że przepływają one po obu stronach przegrody, dobrze przewodzącej ciepło, np. cienkiej blachy aluminiowej. W praktycznym wykonaniu nie jest to jedna przegroda, lecz ich zespół. Wąskimi przestrzeniami dzielącymi je przepływa powietrze, w co dru-

giej uchodzące, w pozostałych napływające. Mamy więc swoisty przekładaniec kanałów ciepłych i zimnych. **Kierunki przepływu** tych dwóch strumieni mogą być różne: **zgodne, krzyżujące się, przeciwnie**.

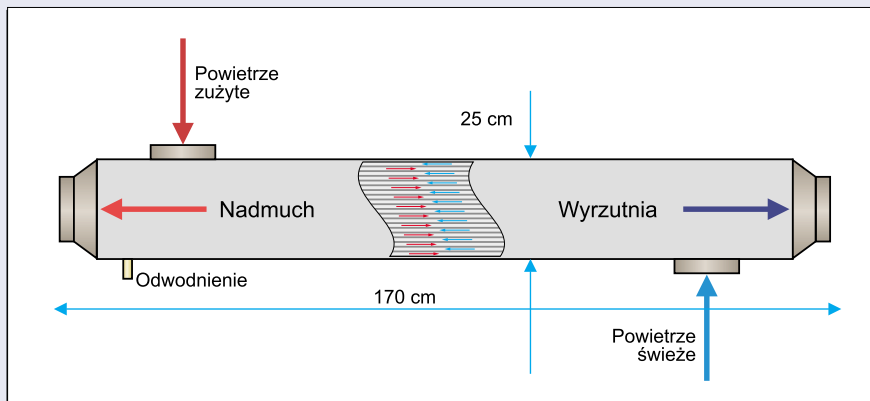
Przypadek drugi, ze wzajemnie prostopadłym przepływem strumieni powietrza, jest wydajniejszy. Odzyskuje się 65-75% ciepła. Przy zastosowaniu baterii z dwóch wymienników współczynnik ten wzrasta nawet do 90%. Toteż w domach mieszkalnych powszechnie stosuje się **rekuperatory krzyżowe**, działające właśnie na tej zasadzie [2]. Mogą mieć bardzo różnicowane wymiary, pośrednio związane z wielkością przepływu (wydatkiem) powietrza: od kilkudziesięciocentymetrowych skrzynek, przeznaczonych do pojedynczych pomieszczeń, po duże centrale wentylacyjne, obsługujące budynki wielopiętrowe. W domach jednorodzinnych umieszcza się zwykle urządzenia szerokości około 30 cm, wysokości do 0,5 m, długości do 1 m [3]. Istnieje możliwość szeregowego łączenia rekuperatorów krzyżowych, co poprawia ich sprawność.



3 Domowy rekuperator krzyżowy (fot. Jan-Gaz)

Najwyższą wydajność wymiany ciepła, sięgającą nawet 93%, a standardowo wahającą się w pobliżu 85%, zapewniają **rekuperatory przeciwprądowe** [4, 5]. Powietrze wywiewane i nawiewane płynie w nich w kierunkach przeciwnych. Wysoka sprawność powoduje, że popularność takich rekuperatorów stale rośnie.

Wymiennik, serce systemu, to nie wszystko. Przepływ powietrza trzeba wymusić mechanicznie; ciąg grawitacyjny nie wchodzi w grę. W niektórych urządzeniach służy temu pojedynczy **wentylator wywiewny**, zwykle promieniowy.



4 Jedna z konstrukcji rekuperatora przeciwprądowego; podane wymiary odnoszą się do jednostki wystarczającej do zapewnienia odzysku ciepła w małym i średniej wielkości domu jednorodzinym

Powietrze świeże napływa samorzutnie w miejsce usuniętego. Rozwiązaniem częstszym i skuteczniejszym jest **zastosowanie dwóch wentylatorów, nawiewnego i wywiewnego**. Ich obroty, a więc i wielkość przepływu powietrza, można regulować za pośrednictwem przełączników, obsługiwanych przez mieszkańców, albo automatycznie, z wykorzystaniem odpowiednich czujników, np. mierzących wilgotność w pomieszczeniach.

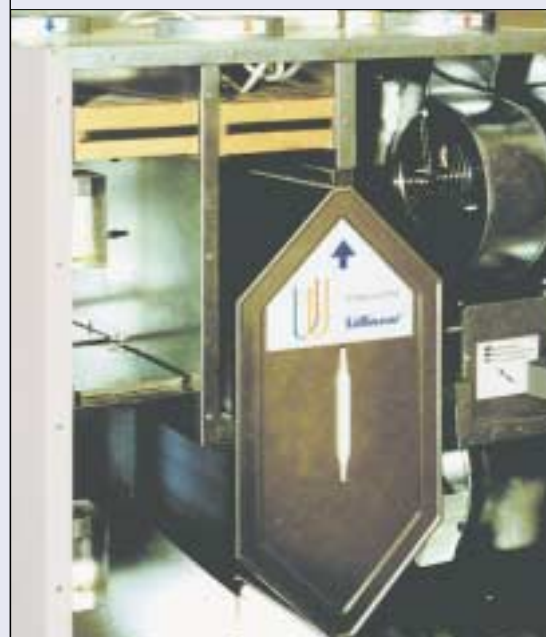
Na wentylatorach nie warto oszczędzać. Tanie osiowe (łopatkowe „blaszaki”) nie zapewnią dobrej ciągłej pracy wentylatora. Ponadto hałasują. Warto więc zadbać o trwałe wentylatory na łożyskach. Moc nie musi być duża. W większości domów jednorodzinnych wystarcza 120 W (dwie średniej mocy żarówki tradycyjne). W wentylatorze pracującym na najniższym biegu, czyli przy najmniejszym zapotrzebowaniu na powietrze, zużycie energii może spaść do wielkości odpowiadającej mocy 20 W.

Zasilane prądem muszą też być **naгрzewnice powietrza**. To konieczne, by zapobiegać oszronieniu wymiennika wskutek zetknięcia się wilgotnego powietrza wywiewanego z mroźnym napływającym. Grzałki takie miewają moc nawet 2 kW, ale włączają się na krótko; nie chodzi przecież o ogrzewanie wnętrza, co by odbierało sens działaniu rekuperatora. Tego dodatkowego zużycia energii można uniknąć przez umieszczenie specjalnej przepustnicy. Zamyka ona dopływ zimnego powietrza. Do chwili odszronienia wymiennika jest ono pobierane z wnętrza budynku. Na krótko mamy więc jego tzw. recyrkulację, a nie wymianę. Na dłuższy czas nie miałoby to sensu.

Zazwyczaj rekuperatory są wyposażone w **filtry powietrza**. Jego ujęcie (czerpnia) jest dokładnie zlokalizowane, w odróżnieniu od systemów, w których napływa ono różnymi nieszczelnościami, szczelinami mikrowentylacyjnymi w oknach itd. Tę cechę wentylacji zbilansowanej warto więc wykorzystać, z pożytkiem zwłaszcza dla alergików, czy osób cierpiących na astmę. Filtry trzeba co kilka miesięcy czyścić, a raz na kilka lat wymieniać na nowe.

Kolejny element to swego rodzaju **kołektory**, zapewniające przejście między licznymi szczelinami wymiennika a czte-

5 Rekuperator przeciwprądowy o budowie zwartej; strzałki na króćcach widocznych na górnej pokrywie wskazują kierunek i rodzaj powietrza (fot. autorzy)



rema króćcami (napływ i wypływ, dla powietrza wywiewanego i nawiewanego), nadającymi się do połączenia z resztą instalacji.

Nie należy też lekceważyć **obudowy**. Ona nie tylko łączy wszystkie elementy i je osłania. Jeśli rekuperator jest umieszczony w widocznym miejscu, a nie – jak najczęściej – gdzieś na strychu czy w piwnicy, liczy się jej estetyka. Co ważniejsze, powinna tłumić dźwięki, nieuchronnie towarzyszące pracy wentylatorów. Sama też nie powinna hałasować. W wykonanej z metalu, po wielokrotnej zmianie temperatury pracy (a do tego nie trzeba więcej niż roku – dwóch), dochodzi do poluzowania połączeń. Obudowa zaczyna brzęczeć. Stąd uznawana przez niektórych wyższość tworzywa sztucznego nad blachą. Ponieważ jednak **całkowite wytłumienie rekuperatora jest raczej niemożliwe, należy zarówno jego samego, jak i wyrzutnię powietrza, umieszczać możliwie daleko od sypialni** – w której już hałas o poziomie 20 dB bywa dokuczliwy.

Instalacja

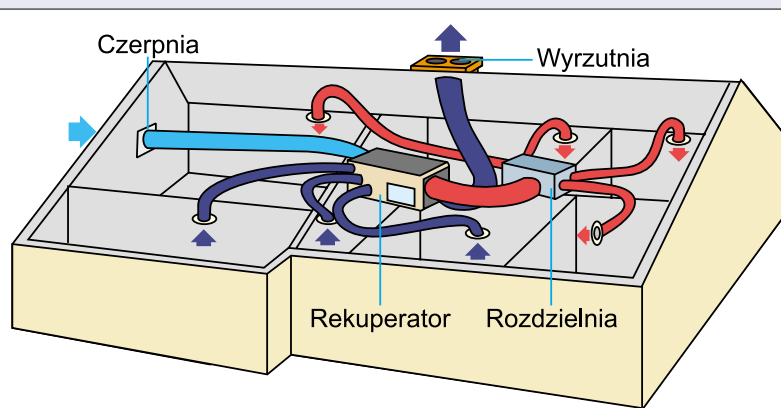
W zwykłej wentylacji grawitacyjnej lub mechanicznej podstawowymi drogami przemieszczania się powietrza są pionowe kanały, łączące pomieszczenia z kominami wypuszczonymi ponad dach. Przy instalacji nawiewno-wywiewnej to nie wystarcza. Rekuperator jest zwykle jeden, a pomieszczeń przez niego obsługiwanych wiele. Powietrze trzeba więc rozprzewadzić do różnych miejsc, nie tylko w pionie, ale i w poziomie **6**. Służą do tego przewody wentylacyjne, zazwyczaj z giętkich cienkościennych rur metalowych. W przegrodach budynku najlepiej umieszczać je na etapie budowy. W domu już użytkowanym dobrym miejscem może być np. przestrzeń nad sufitem podwieszanym.

Wskazane, aby przewody były izolowane **7**. To kolejny stopień tłumienia hałasów. Nieodzowne zaś jest to w przypad-

7 Giętkie przewody wentylacyjne (fot. autorzy)



Polecamy lekturę bardzo pouczającej dyskusji na temat rekuperatorów, zamieszczonej w rubryce „Forum-FAQ” na str. 288.



6 Przykładowy obieg powietrza w układzie wentylacyjnym z odzyskiem ciepła

ku przewodów biegnących przez pomieszczenia nieogrzewane (piwnice, strychy). Przewody powinny przebiegać jak najkrótszą drogą, bez ostrych załamań.

W pewnym sensie elementem zamkniętej instalacji nawiewno-wywiewnej jest sam dom. Jeśli jej praca nie ma być zakłócana, okna i drzwi powinny być szczelnie pozamykane. To jeszcze jedna zaleta tej wentylacji: dobrej jakości powietrze mamy zapewnione przy tak dobrej ochronie przed hałasami zewnętrznymi, na jaką tylko pozwala akustyczna izolacyjność okien.

Lepiej żeby w domu nie było żadnych dodatkowych czynnych kanałów wentylacji grawitacyjnej. Jeśli już są – należy je zamknąć. W sezonie grzewczym służą przecież jako droga ucieczki ciepłego powietrza. Ewentualny kominiek powinien być z wkładem. Choć bowiem wentylację z odzyskiem ciepła nazywa się zbilansowaną, możliwy jest nieznaczny, 5-10% nadmiar nawiewu. W tych warunkach w kominku tego typu ogień pali się doskonale. Kotłownia gazowa lub olejowa powinna mieć własne kratki wentylacyjne, nawiewną i wywiewną. Należy ją więc odgrodzić od reszty pomieszczeń szczelnymi drzwiami.

Jeżeli do instalacji jest podłączony okap kuchenny, należy go zaopatrzyć w pochłaniacz tłuszczu. W przeciwnym razie jego drobne kropelki, ulatujące zwłaszcza podczas smażenia, będą się osadzać na blachach wymiennika. Powstaje tłusty nalot, który po pewnym czasie zdławi przepływ powietrza.

Dobór urządzenia

Decydując się na wybór rekuperatora, trzeba ostrożnie podchodzić do uzyskiwanego w nim **procentowego odzysku ciepła**, podawanego przez wytwórcę. Trzeba sprawdzić, do jakich warunków się on odnosi. W trybie pracy takim, z jakim najczęściej mamy do czynienia, może się okazać znacznie niższy od teoretycznego, mierzonego przy najmniejszym przepływie powietrza. Dokonanie trafnej oceny wymaga zazwyczaj umiejętności czytania wykresów. Tu lepiej zdać się na specjalistę. Osiągnięcie wysokiej sprawności centrali, podawanej przez producenta, może wymagać zastosowania silniejszych wentylatorów. To zaś oznacza nie tylko wyższy koszt początkowy, ale także większe zużycie energii; a przecież rekuperacja ma je minimalizować. Tak więc centrala o wysokiej sprawności może być mniej ekonomiczna od mającej mniejszy współczynnik odzysku ciepła, ale też zużywającej mniej prądu.

Jednym z najistotniejszych parametrów rekuperatora jest **tzew. spręż**. Oznacza on siłę, z jaką urządzenie wypycha zużyte powietrze w przewody i zasysa świeże z zewnątrz. Jeśli jest zbyt mała, nawiew i wywiew mogą poprawnie funkcjonować tylko przy otworach wentylacyjnych najbliższych centrali. Potem im dalej, tym gorzej.

Stosując rekuperator można znacznie, nawet o połowę zmniejszyć wydatki na ogrzewanie domu.

Do niektórych nawiewników, lub od niektórych wywiewników powietrze może nie docierać wcale. W wielu przypadkach wystarczy rekuperator o sprężu 150 Pa (Paskali). W domu jednak, dla którego instalacji specjalista obliczy tzw. spadki ciśnienia (np. 200 Pa), ten sam rekuperator nie zapewni skutecznego działania wentylacji. Spotykany na rynku tani rekuperator o sprężu poniżej 100 Pa w większości domów nie będzie działał poprawnie, albo będą się w nim często przepalały wentylatory. Ich wymiana kosztuje. **Potrzebom praktycznie każdego domu jednorodzinnego sprostą rekuperator o sprężu 300 Pa.**

Drogie też bywają filtry. A przecież co jakiś czas trzeba je wymieniać.

Praca sezonowa

Potrzeby, do których trzeba dostosować intensywność pracy centrali wentylacyjnej, są różne w różnych porach roku [8].

Zimą, zwłaszcza przy temperaturze ujemnej, powietrze na zewnątrz zawiera mało pary wodnej. Dużo więcej jej jednak się nie „pomieści”; nadmiar wytrąci się

w postaci np. szronu. Ogrzanie w wymienniku nie zmienia ilości pary wodnej, ale rośnie zdolność powietrza do jej „rozpuszczenia”. Jest więc odczuwane jako suche. Ma to także niekorzystne skutki zdrowotne.

Dlatego w sezonie grzewczym, szczególnie w mroźną pogodę, należy wentylować mniej intensywnie. Nocą centrala powinna pracować na możliwie małym wydatku (najniższy bieg). Szczególnie dotyczy to sypialni. Na wyższy wydatek trzeba przełączyć rekuperator, kiedy w mieszkaniu gromadzi się więcej osób (np. podczas spotkań towarzyskich). W pomieszczeniach, w których przebywają, należy elementy nawiewne (kratki, anemostaty) nastawić na przepływ odpowiednio większy, a nawet maksymalny.

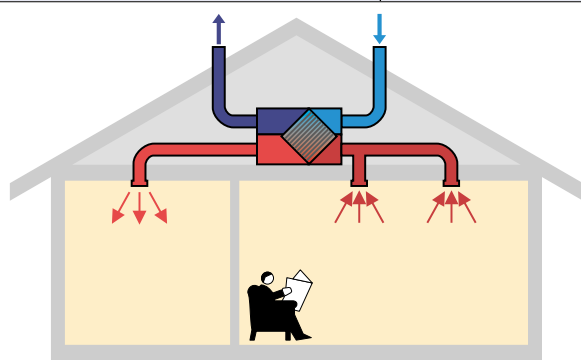
Latem, zwłaszcza podczas upałów, wentylacja z odzyskiem ciepła sprawdza się nie najlepiej. Następuje odwrócenie kierunku wymiany powietrza. Za dnia powietrze zewnętrzne ulega tylko nieznacz- nemu ochłodzeniu powietrzem wewnętrznym – nocą na zewnątrz jest chłodniej, zwykle poniżej 20 °C. Rekuperator niepo-

trzebnie podgrzewa powietrze zasysane do wnętrza. Aby tego uniknąć, można na czas upałów wyłączyć nawiew. Pracować będzie tylko część wywiewna. Nawiew trzeba zapewnić przez pootwieranie okien.

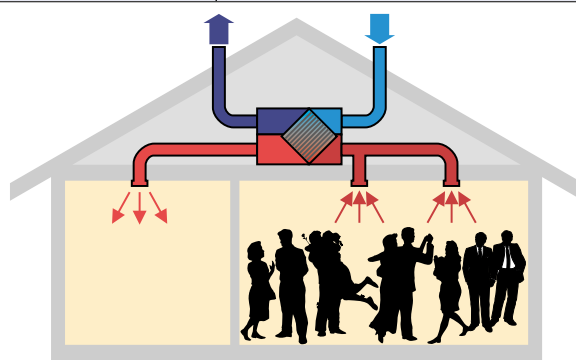
W niektórych typach rekuperatorów istnieje możliwość zastąpienia wymiennika ciepła specjalnym wkładem letnim, w którym nie zachodzi wymiana ciepła. Jest to rozwiązanie znacznie korzystniejsze. Nie trzeba nocą otwierać okien. Odcina się więc wnętrze od hałasów, nie wlatują owady, mniej dostaje się kurzu czy pyłków roślinnych. Jeżeli w dzień wentylację ustawi się na szybkość najmniejszą (słabe nagrzewanie budynku), a w nocy na maksymalną (silne chłodzenie), dodatkowo uniknie się nadmiernego nagrzania domu. ■

Adresy i ranking producentów, orientacyjne ceny zamieszczamy w info rynku na następnej stronie.

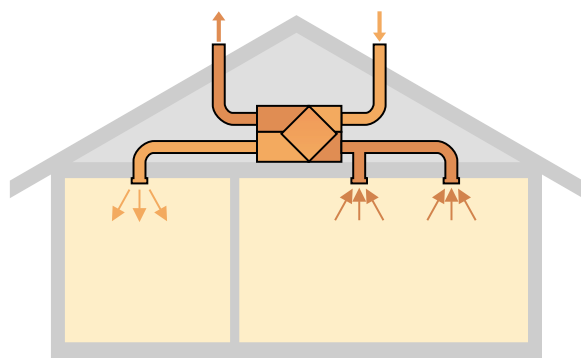
8 Obiegi powietrza w instalacji wentylacyjnej z odzyskiem ciepła zimą i latem w różnych sytuacjach (na lato został w rekuperatorze umieszczony wkład bezwymennikowy)



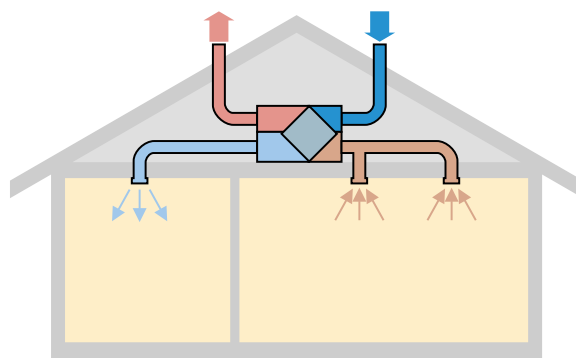
Zima – spokój w domu



Zima – spotkanie towarzyskie



Lato – dzień



Lato – noc