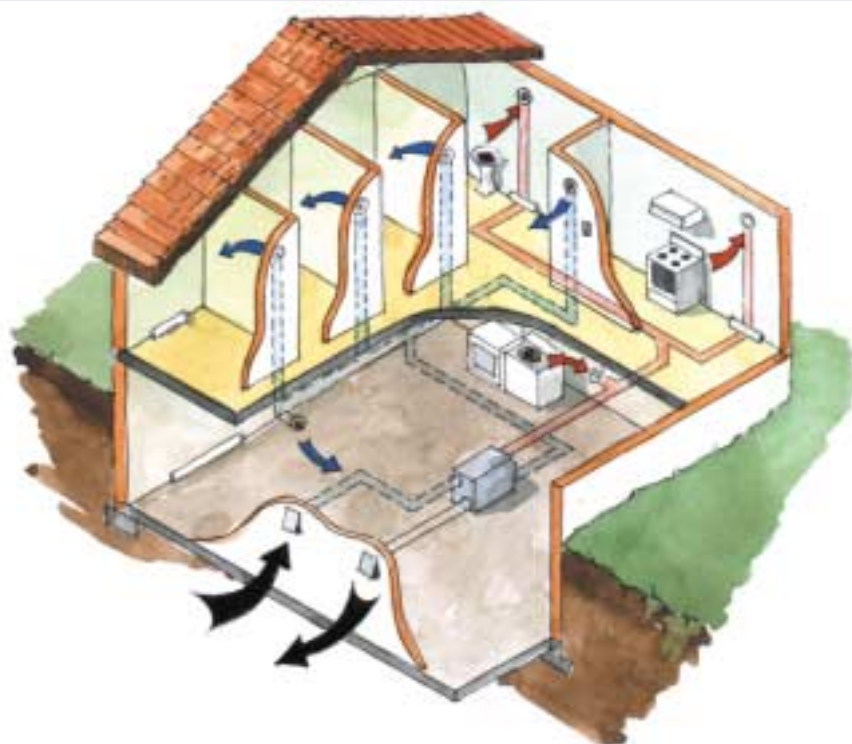


Domowa instalacja wentylacyjna dostarczająca świeże powietrze, zapewnia nie tylko odpowiednie warunki życia domownikom, ale również wpływa na utrzymanie dobrego stanu technicznego domu. Niestety, na podgrzanie zimnego powietrza wentylacyjnego zużywa się średnio 50% całkowitej energii przeznaczonej na ogrzanie budynku. To dużo. Na szczęście, część energii bezpowrotnie traconej, wraz z ciepłym powietrzem usuwanym z budynku, można odzyskać stosując centralę wentylacyjną z wymiennikiem ciepła, potocznie nazywanym rekuperatorem.

Aleksandra Bersz



CIEPŁO z odzysku

Domowy jednorodzinne budowane w nowych technologiach są coraz bardziej szczelne i ciepłe. Zmniejszanie strat ciepła, spowodowanych m.in. uswianiem powietrza wentylacyjnego, a więc i ograniczenie wydatków na ogrzewanie domu, często odbywa się kosztem jakości powietrza wewnętrznego. Dokładnie zamontowana i całkowicie szczelna stolarka drzwiowa oraz okienna powodują również wyraźne ograniczenie lub całkowite odcięcie dopływu powietrza zewnętrznego do budynku.

Efektom tego może być zawilgocenie ścian, prowadzące do rozwoju pleśni i grzybów oraz przyspieszonej destrukcji budynku.

Dążenie inwestorów do budowania domów bardziej energooszczędnych prowadzi więc paradoksalnie do sytuacji, w której wzrasta zagrożenie zdrowia i życia mieszkańców. Niezbędna jest zatem wentylacja.

Wietrzenie oraz infiltracja nie zapewniają równomiernej cyrkulacji powietrza

w pomieszczeniu i są mało efektywne. Konieczne jest, więc zastosowanie systemów wentylacji pozwalających kontrolować natężenie przepływu powietrza i dostosować je do aktualnych potrzeb domowników. **Idealnym rozwiązaniem wydaje się być system wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła**, coraz chętniej stosowany w budownictwie jednorodzinym.

Budowa centrali wentylacyjnej

Centrala wentylacyjna jest sercem systemu wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła. To dzięki niej możliwe jest dostarczenie do wnętrza domu odpowiedniej ilości świeżego, przefiltrowanego i wstępnie podgrzanego powietrza zewnętrznego oraz usunięcie zużytego.

Estetyczna obudowa centrali wentylacyjnej wykonana z aluminium lub tworzywa sztucznego i zaizolowana akustycznie i termicznie kryje w sobie:



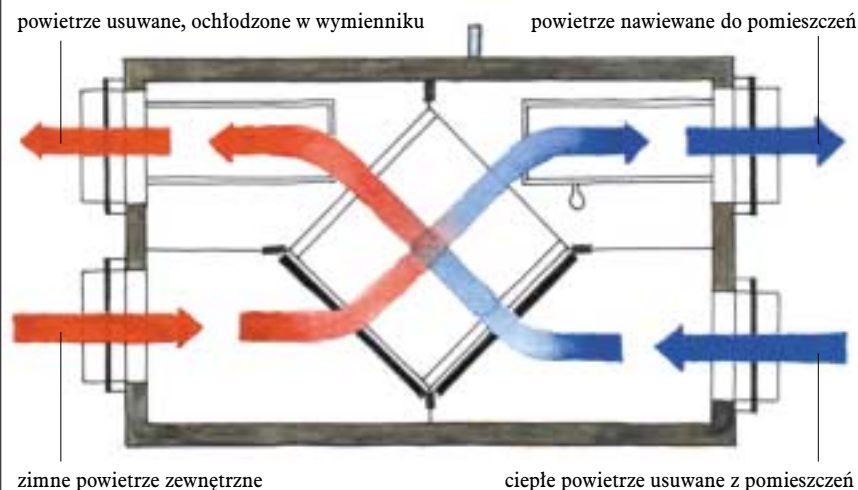
1 Dobrze zaprojektowana konstrukcja centrali z drzwiczkami inspekcyjnymi ułatwi wykonanie prac serwisowych, takich jak czyszczenie wymiennika wentylatorów lub wymianę filtrów (fot. Systemair)

- wymiennik ciepła;
- wentylator nawiewny i wywiewny;
- filtry powietrza **1**.

Niekiedy centralę wyposaża się dodatkowo w **nagrzewnicę elektryczną**. Zadaniem nagrzewnicy jest dogrzanie powietrza nawiewanego, które po wstępnym podgrzaniu w wymienniku nie jest w stanie zapewnić odpowiedniego komfortu cieplnego w pomieszczeniu. Nagrzewnicę można również zamontować na przewodzie wentylacyjnym nawiewnym zaraz za centralą wentylacyjną.

Głównym elementem centrali wentylacyjnej z odzyskiem ciepła jest **wymiennik ciepła nazywany rekuperatorem** **2**. Umożliwia on częściowy odzysk energii cieplnej zawartej w powietrzu wentylacyjnym usuwanym na zewnątrz budynku.

2 Jak działa rekuperator

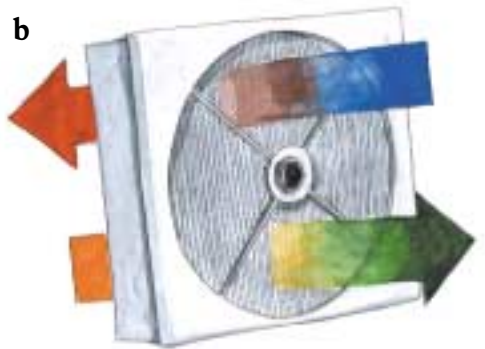
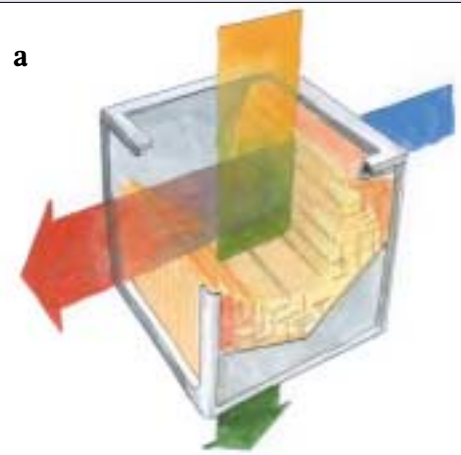


Zasada działania rekuperatora jest prosta. Jego konstrukcja umożliwia przepływ obok siebie dwóch strumieni powietrza: świeżego (zimnego) – pobieranego z zewnątrz budynku oraz zużytego (ciepłego) usuwanego z pomieszczeń. Na skutek zbliżenia strumienia powietrza nawiewanego oraz wywiewanego (masy powietrza nie mieszają się w rekuperatorze) zachodzi wymiana ciepła. W wyniku tego procesu świeże powietrze ogrzewa się, ochładzając powietrze usuwane na zewnątrz.

W **wymiennikach płytowych** elementem przewodzącym ciepło jest cienka płytka wykonana z tworzywa sztucznego lub aluminium, która oddziela strumienie powietrza przepływające przez urządzenie. Przedzielenie strumieni uniemożliwia ich zmieszanie, a więc do pomieszczenia nie powracają zanieczyszczenia (kurz i zapachy) zawarte w zużytym powietrzu. Przegroda wymiennika bywa czasami pofałdowana, co wpływa na zwiększenie powierzchni wymiany ciepła i w efekcie powoduje wzrost sprawności urządzenia. Aby osiągnąć maksymalny odzysk ciepła w niektórych wymiennikach wykorzystuje się kilka równoległych ułożonych płyt, przedzielonych wąskimi szczelinami, przez które przepływają na przemian strumienie powietrza nawiewanego i wywiewanego.

W centralach wentylacyjnych stosuje się przede wszystkim wymienniki:

- krzyżowe;
- obrotowe;
- oraz przeciwprądowe **3**.



3 Przepływ powietrza w wymiennikach: a – krzyżowym, b – obrotowym, c – przeciwprądowym

Wymienniki krzyżowe

Najczęściej stosowanym rodzajem rekuperatora jest wymiennik krzyżowy. Przepływające przez wymiennik strumienie powietrza nawiewanego i wywiewanego krzyżują się, lecz nie mieszają. Oddziela je cienka przegroda wykonana z materiału dobrze przewodzącego ciepło, zazwyczaj tworzywa sztucznego lub aluminium **3**.

Sprawność wymienników krzyżowych nie jest duża i wynosi maksymalnie 60%. Zazwyczaj wartość ta kształtuje się

na poziomie 50%. Powodem tego są ograniczenia konstrukcyjne. Rekuperator krzyżowy jest duży, ale pomimo tego jego powierzchnia wymiany ciepła między dwoma przepływającymi strumieniami jest niewielka, dlatego też jego sprawność jest mała. Niekiedy stosuje się szeregowe połączenia dwóch wymienników krzyżowych. Co prawda rozwiązanie to wpływa na wzrost sprawności, lecz wiąże się z koniecznością zwiększenia gabarytów urządzenia – już i tak dużego. W niektórych wymiennikach krzyżowych, aby choć trochę powiększyć powierzchnię wymiany ciepła, stosowane są przegrody pokarbowane.

Zaletą tych urządzeń, w stosunku do pozostałych wymienników ciepła, jest ich niska cena, głównie ze względu na tanią oraz prostą technologię produkcyjną **4**.

Wymienniki obrotowe

Wymienniki obrotowe, jak sama ich nazwa wskazuje, są urządzeniami, w których głównym elementem jest obracający się bęben. Wyposażony jest on w szereg niewielkich szczelin, przez które przepływają na przemian strumienie powietrza ciepłego – usuwanego z pomieszczeń oraz zimnego powietrza świeżego. Wymienniki obrotowe jako jedyne posiadają zdolność odzysku ciepła, nie tylko jawnego, ale także utajonego (wilgoci), którego spadek bywa odczuwalny przy niskich temperaturach zewnętrznych.

Wymienniki obrotowe charakteryzują się wysoką, w porównaniu z wymiennikami krzyżowymi, sprawnością wynoszącą ok. 80%.

Pomimo swoich zalet, wysokiej sprawności oraz dużej wydajności, wymienniki obrotowe rzadko stosowane są w instalacjach wentylacyjnych domów jednorodzinnych. Wymagają one, bowiem zastosowania stałego napędu obracającego rotor. W momencie awarii instalacji elektrycznej element obrotowy przestaje działać, hamując jednocześnie proces odzysku ciepła.

Wymienniki przeciwprądowe

Rekuperator przeciwprądowy swoją budową przypomina wymiennik krzyżowy i podobnie jak on nie potrzebuje dodatkowego zasilania elektrycznego, co obniża jego koszty eksploatacyjne. W urządzeniach przeciwprądowych strumienie powietrza nawiewanego i usuwanego nie krzyżują się jednak, jak ma to miejsce w wymienniku krzyżowym, lecz biegą równolegle względem siebie w przeciwnych kierunkach.

Wymienniki przeciwprądowe charakteryzują się dużą powierzchnią wymiany ciepła, prawie dwukrotnie większą w porównaniu do wymiennika krzyżowego. Zwiększona powierzchnia wymiany ciepła oraz przeciwny kierunek przepływu strumieni powietrza sprawiają, że urządzenie to może osiągnąć najwyższą ze

wszystkich rekuperatorów sprawność rzędu 90%. Dodatkową zaletą tego urządzenia jest jego cicha praca oraz prosta konstrukcja umożliwiająca łatwy montaż.

Chociaż wymienniki przeciwprądowe dopiero od niedawna dostępne są na naszym rynku, cieszą się coraz większym zainteresowaniem inwestorów.

Wentylatory

Umieszczone we wnętrzu centrali wentylacyjnej **wentylatory – nawiewny i wywiewny**, wywołują przepływ powietrza w kanałach wentylacyjnych. Wentylator wywiewny usuwa ogrzane powietrze z budynku, nawiewny zaś, odpowiedzialny jest za wtłaczanie powietrza świeżego do pomieszczeń. Wydajność wentylatora nawiewnego powinna wynosić tyle samo co wydajność wentylatora wywiewnego, choć czasami dopuszcza się stosowanie 10% nadciśnienia w pomieszczeniach. Zastosowanie niewielkiego nadciśnienia wyeliminuje niekontrolowany napływ zimnego powietrza wentylacyjnego z zewnątrz przez nieszczelności w konstrukcji budynku oraz stolارce okiennej.

Istnieje możliwość zastosowania tańszego rozwiązania tylko z jednym wentylatorem – wywiewnym, lecz zmniejszy ono wydajność instalacji wentylacyjnej oraz wpłynie na nierównomierny rozdział powietrza w pomieszczeniach.

Stosując **wentylatory z silnikami o zmiennej prędkości** obrotowej możliwa

Wady i zalety wymienników różnej konstrukcji

Wymiennik krzyżowy

☺ Zalety:

- prosta konstrukcja;
- wymiennik nie wymaga doprowadzenia dodatkowej energii spoza układu;
- pewność działania związana między innymi z brakiem części ruchomych;
- możliwość regulacji stopnia odzysku ciepła wymiennika z wykorzystaniem obejścia wymiennika;
- stopień odzysku – ok. 50%.

⊗ Wady:

- możliwość występowania szronienia już przy temperaturze około -5°C;
- wymiennik jest szczelny na początku eksploatacji, z upływem czasu może jednak dochodzić do pewnych przedmuchów powietrza, co jest związane z zużyciem się uszczelek.

Wymiennik obrotowy

☺ Zalety:

- prosta konstrukcja;
- możliwość płynnej lub skokowej regulacji stopnia odzysku wymiennika w zależności od jego konstrukcji;
- odzysk ciepła do 80%.

⊗ Wady:

- możliwość występowania szronienia już przy temperaturze około -5°C;
- wymiennik wymaga podczas pracy doprowadzenia energii zewnętrznej;
- istnieje możliwość przedmuchów powietrza wywiewanego do nawiewanego lub odwrotnie, zależnie od aktualnej różnicy ciśnień. Pociąga to za sobą występowanie m. in. zjawiska przenikania zapachów;
- obecność części ruchomych stwarza większą możliwość wystąpienia awarii.

Wymiennik przeciwprądowy

☺ Zalety:

- nie wymaga doprowadzenia dodatkowej energii spoza układu;
- pewność działania związana między innymi z brakiem części ruchomych;
- możliwość regulacji stopnia odzysku ciepła wymiennika z wykorzystaniem obejścia wymiennika;
- średni stopień odzysku 85%;
- brak szronienia nawet przy -30°C;
- szczelność urządzenia 99,9%;
- możliwość stosowania jako elementu w instalacji kanałowej.

⊗ Wady:

- większe gabaryty urządzenia.



4 Centrala wentylacyjna z rekuperatorem krzyżowym to urządzenie stosowane bardzo często w budownictwie jednorodzinym. Charakteryzuje się ono niewielką masą oraz wysoką estetyką wykonania (fot. Systemair)

jest regulacja intensywności wentylacji w zależności od potrzeb mieszkańców. Można ją ograniczać w nocy, podczas zmniejszonej aktywności domowników, lub zwiększać na przykład w trakcie przyjęcia.

Gdzie umieścić centralę

Na rynku dostępne są centrale w wersji stojącej lub wiszącej. Producenci zadbali o estetyczne wykończenie urządzeń i dlatego można je umieścić praktycznie wszędzie. Wybór miejsca zainstalowania centrali zależy przede wszystkim od decyzji mieszkańców oraz od ilości wolnej przestrzeni, jaką dysponują w domu. Centrala idealnie zmieści się w piwnicy, kotłowni, garażu czy na poddaszu, a nawet w garderobie. Wybierając miejsce na centralę, trzeba pamiętać, aby stała na stabilnym podłożu. Nie należy montować central wentylacyjnych w pobliżu sypialni, gdyż nawet najmniejszy hałas o natężeniu 20 dB pochodzący z urządzenia, może być dokuczliwy.

Centralne nawiewniki o małej wydajności powietrza, charakteryzujące się niewielkimi gabarytami i prostotą montażu, instaluje się na ścianie. Aby doprowadzić do nich świeże powietrze i usunąć zużyte trzeba wykonać otwory w ścianie zewnętrznej budynku.

Centrale podłącza się do sieci 230 V poprzez gniazdo jednofazowe z uziemie-

Wybierając miejsce na zamontowanie centrali wentylacyjnej, trzeba zwrócić uwagę na to, aby zapewnić do niej łatwy dostęp. Ułatwi to przeprowadzanie okresowych przeglądów, związanych przede wszystkim z koniecznością czyszczenia wymiennika, wentylatorów oraz wymiana filtrów.

W domach jednorodzinnych coraz częściej stosuje się rekuperatory przeciwprądowe.

niem. Odptyw skroplin powstających w wymienniku ciepła podłączyć można do sieci kanalizacyjnej lub bezpośrednio wyprowadzić na zewnątrz.

Dobór centrali

Podstawowymi parametrami, na które należy zwrócić uwagę podczas doboru centrali wentylacyjnej jest **wydajność centrali** podawana w m³/h oraz tzw. **spręż dyspozycyjny**. Spręż dyspozycyjny to inaczej zdolność urządzenia do wytworzenia niezbędnego ciśnienia do pokonania oporów instalacji wentylacyjnej. Im jest on większy tym silniejsza jest centrala wentylacyjna. Często lekceważony lub źle obliczony jest podstawową przyczyną wadliwego funkcjonowania tego typu instalacji wentylacyjnej. W rezultacie powietrze tłoczone jest tylko do nawiewników i wywiewników umieszczonych blisko centrali nie docierając do tych oddalonych 20 m od niej. Wydajność centrali, oraz wartość sprężu dyspozycyjnego powinny zostać określone na etapie wykonywania projektu instalacji.

Wydajność centrali nie może być mniejsza od sumarycznej ilości powietrza usuwanego z poszczególnych pomieszczeń. Jego minimalne ilości określają normy budowlane i zależą one od przeznaczenia pomieszczenia wentylowanego.

Zakładając, że centrala będzie funkcjonować w naszym domu przez wiele lat, nie bez znaczenia jest także jej **sprawność odzysku ciepła** oraz **ilość zużywanej energii** elektrycznej. Zużycie energii zależy głównie od wydajności wentylatorów, a w niektórych urządzeniach także od wartości temperatury nawiewanego powietrza i różnicy temperatur pomiędzy powietrzem wewnątrz i na zewnątrz budynku. Stosując wentylatory o regulowanej prędkości obrotowej istnieje możliwość obniżania intensywności wentylacji na przykład podczas nieobecności domowników, co powoduje jednoczesne obniżenie kosztów eksploatacyjnych instalacji.

Nie należy kupować centrali wentylacyjnej większej niż wynika to z projektu. Nie zawsze, bowiem zastosowanie urządzenia o wyższej sprawności odzysku cie-

pła bywa bardziej ekonomiczne. Zazwyczaj urządzenia charakteryzujące się dużym współczynnikiem odzysku ciepła wymagają zastosowania silniejszych wentylatorów, pobierających więcej energii.

Wybierając odpowiednie urządzenie spośród różnych ofert dostępnych na rynku, inwestor powinien również zwrócić uwagę na:

- **izolację termiczną** zabezpieczającą przed wykropleniem wilgoci na zewnętrznych ściankach obudowy;
- **konstrukcję** zapewniającą łatwość wykonywania okresowych czynności serwisowych;
- **ciężar**;
- **koszty** i dostępność **filtrów powietrza**;
- **system antyzamrozeniowy** zabezpieczający przed zamrożeniem wilgoci wykropionej z powietrza usuwanego na wewnętrznych elementach wymiennika ciepła;
- **długi okres gwarancji**;
- **wysoką jakość serwisu**.

Należy pamiętać również o tym, iż dobór odpowiedniej klasy centrali renomowanego producenta zaoszczędzi nam dodatkowych wydatków związanych między innymi z zakupem tłumików hałasu lub koniecznością umieszczenia urządzenia w specjalnie wyciszonym pomieszczeniu.

Instalacja wentylacyjna

Korzystne jest zaprojektowanie instalacji tego typu już na etapie projektu budowlanego domu. Pozwoli nam to zaoszczędzić czas, a także obniżyć koszty pracy i materiałów budowlanych.

Projekt powinien zawierać starannie zaplanowany ruch powietrza w pomieszczeniu, taki aby zagwarantować ciągłość jego przepływu.

Szczegółowe wymagania dotyczące wykonania instalacji wentylacyjnej w domu jednorodzinym określa norma PN-83/B03430. Według niej należy umożliwić dopływ świeżego powietrza do pomieszczeń o najniższym stężeniu zanieczyszczeń. Świeże powietrze powinno być więc nawiewane do pomieszczeń tak zwanych „czystych” – pokoi dziennych oraz sypialni, w których domownicy spędzają najwięcej czasu, a usuwane z pomieszczeń „brudnych” – kuchni, łazienek, WC. Dzięki takiemu rozdziałowi powietrza zapewnia się prawidłową jego cyrkulację,

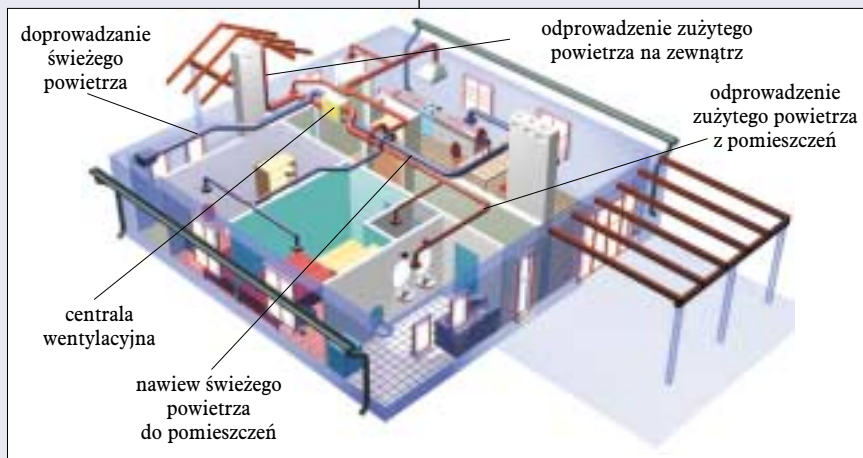
Aby system wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła mógł działać efektywnie, musi być prawidłowo zaprojektowany. Niezbędne jest w tym celu wykonanie projektu instalacji wentylacyjnej, najlepiej przez specjalistę z doświadczeniem w tej dziedzinie 5.

zapobiegając ewentualnemu rozprzestrzenianiu się nieprzyjemnych zapachów po całym domu.

W domkach jednorodzinnych powietrze wentylacyjne rozprowadzane jest kanałami wentylacyjnymi prowadzonymi najczęściej w przestrzeni sufitu podwieszanego lub w ścianach i w stropie. Sposób prowadzenia kanałów może być dowolny. Montując je należy jedynie unikać tworzenia nagłych załamań i ostrych łuków. Stosunkowo najprościej rozprowadza się kanały na poddaszu.

Kanały wentylacyjne to zazwyczaj giętkie przewody aluminiowe o średnicy 10-16 cm, zaizolowane wełną mineralną. Stosowanie przewodów nieizolowanych zwiększa ryzyko skraplania się pary wodnej na zewnętrznych ściankach kanałów. Skropliny, spływające na osłony kanałów wykonane z płyt gipsowych, powodują ich gnicie. Izolacja stanowi dodatkowy element tłumiący hałas, który powstawać może w instalacji na skutek zbyt dużych prędkości powietrza w kanałach oraz zbyt częstych zmian kierunku przepływu strumienia. Prędkość przepływu powietrza jest tym większa im mniejsze są średnice przewodów wentylacyjnych. Dlatego też nie zaleca się stosowania przewodów o małym przekroju.

5 System wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła (rys. Pro-Vent)



Prawidłowo wykonana instalacja wentylacyjna z odzyskiem ciepła powinna charakteryzować się brakiem uciążliwego hałasu przenoszącego się od pracującej centrali do nawiewników i wywiewników powietrza.

Nawiewniki oraz **wywiewniki** umieszczone są w suficie lub na ścianach tuż pod nim, tak aby zapewnić w miarę dokładną wymianę powietrza w pomieszczeniu. Nie powinno montować się ich bezpośrednio nad miejscem częstego przebywania domowników oraz w okolicy drzwi

Aby można było w pełni efektywnie wykorzystać system wentylacji z odzyskiem ciepła, należy dostosować pracę rekuperatora do zmiennych warunków pogodowych oraz oczekiwań domowników. Zazwyczaj wymaga to zakupu **wentylatorów dwu- lub trójbiegowych z płynną regulacją przepływu** oraz regulatorów czasowych, dzięki którym będzie można zaprogramować pracę urządzenia w ciągu doby lub tygodnia. Koszt tych urządzeń wpłynie jednak na zwiększenie, stosunkowo wysokich już, kosztów wykonania całej instalacji.

Pomimo wysokich kosztów inwestycyjnych związanych z zakupem i wykonaniem, instalacja wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła to inwestycja, która z perspektywy czasu na pewno się opłaca.

W typowych przypadkach czas zwrotu nakładów na instalację z odzysku ciepła (ok. 7000 zł) wynosi ok. 10 lat.

*Dane teled adresowe wiodących producentów oraz orientacyjne ceny wybranych produktów przedstawiamy w rubryce **Info rynek**.*

☺ Zalety wentylacji z odzyskiem ciepła:

■ **Redukcja kosztów związanych z ogrzewaniem domu.** Kontrolowana instalacja wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła pozwala, bowiem zaoszczędzić do 75% energii cieplnej potrzebnej do podgrzania powietrza wentylacyjnego. Co prawda, przy zastosowaniu tego systemu, wzrosną koszty energii elektrycznej, zasilającej dodatkowo elementy centrali wentylacyjnej, takie jak wentylatory czy nagrzewnice elektryczne, lecz będą one niewielkie w stosunku do zaoszczędzonych wydatków na energię cieplną. Należy zwrócić uwagę także na to, iż oszczędności te będą większe im droższe jest paliwo zasilające źródło ciepła w naszym domu.

■ **Zapewnienie równomiernej, sprawnej wymiany powietrza.** Z pomieszczeń usuwane są nieprzyjemne zapachy, dym papierosowy, inne zanieczyszczenia oraz nadmiar wydzielanej podczas gotowania i oddychania pary wodnej.

Latem rekuperator może działać w odwrotnym kierunku. Schładzając ciepłe powietrze zewnętrzne utrzymywać będzie przyjemne uczucie chłodu w pomieszczeniach. Jednak zalety rekuperatora odczuwalne są najlepiej w okresie przejściowym, późną wiosną lub wczesną jesienią, kiedy to urządzenie – wyposażone w nagrzewnicę elektryczną, jest w stanie zapewnić odpowiedni komfort cieplny pomieszczeń, bez konieczności włączania instalacji centralnego ogrzewania.

☹ Wady wentylacji z odzyskiem ciepła:

■ **Źle zaprojektowana i wykonana bywa źródłem drażliwych hałasów** przenoszonych od centrali do nawiewników powietrza.

■ **Może ulegać szronieniu.** W zimie, przy niskich temperaturach zewnętrznych, elementy wewnętrzne wymienników ciepła ulegają szronieniu. Do szronienia dochodzi wówczas, gdy z wilgotnego powietrza usuwanego, na skutek kontaktu z zimnymi elementami wymiennika, wytrąca się para wodna. Powstające ze skroplonej pary wodnej kryształki lodu ograniczają powierzchnię wymiany ciepła, powodując niekiedy całkowite zamknięcie przepływu powietrza. Niektórzy producenci, zabezpieczając się przed tym problemem, oferują również urządzenia wyposażone w grzałki elektryczne niedużej mocy lub automatyczny system odszraniania wewnętrznej powierzchni rekuperatora.