

Wentylacja

Ile świeżego powietrza potrzeba w domu?

Poprawne zaprojektowanie wentylacji polega na doprowadzeniu świeżego powietrza do pokoi oraz kuchni i usuwaniu zużytego z kuchni, łazienek, WC lub pomieszczeń pomocniczych bez okien (składziki, garderoby).

Zgodnie z Warunkami technicznymi, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, w domach jednorodzinnych minimalna ilość powietrza usuwanego powinna wynosić 30 m³/h na osobę. Przyjmuje się średnio jedną wymianę powietrza na godzinę. Jednocześnie określa się ilość powietrza dostarczanego i usuwanego z różnych pomieszczeń i tak:

- z łazienki należy odprowadzić minimum 50 m³ w ciągu godziny;
- z toalety – 30 m³/h;
- ze spiżarni, garderoby bez okna – 15 m³/h;
- z kuchni – z oknem (lub bez) i kuchenką elektryczną – 50 m³/h, a jeśli kuchenka jest gazowa – 70 m³/h; w kuchniach zaleca się dodatkowo stosowanie urządzeń wentylacyjnych umożliwiających okresowe zwiększenie usuwanego powietrza do co najmniej 120 m³/h. Inne wymagania dotyczą salonu z kominkiem, kotłowni, pralni i suszarni – ale tego dopilnować musi projektant wentylacji.



W salonie, w którym przebywają cztery osoby, co godzinę powinno być wymienione min. 120 m³ powietrza

W jaki sposób wentylacja zapewnia wymianę powietrza?

Niezależnie od rodzaju, wentylacja powinna zapewniać ciągłą wymianę powietrza zużytego na świeże, napływające z zewnątrz. By tak było, niezbędne są więc następujące procesy:

■ **wywiew**, czyli wywołane podciśnieniem wypływanie z domu na zewnątrz powietrza zużytego, a więc zanieczyszczonego. Otwory wywiewne lokalizuje się w tzw. pomieszczeniach brudnych, czyli takich, w których powstaje największa ilość pary wodnej, dwutlenku węgla i innych zanieczyszczeń, a więc w kuchni, łazience, WC, garażu, kotłowni, a ponadto również w pomieszczeniach bez okien, takich jak garderoba czy spiżarnia;

■ **nawiew**, czyli napływanie świeżego powietrza do wnętrza domu. W nowo budowanych, szczelnych domach nawiew umożliwiają nawiewniki, czyli specjalnie obudowane otwory w przegrodach zewnętrznych. Umieszcza się je w tzw. po-

mieszczeniach czystych, do których należą pokoje i sypialnie;

■ **swobodny przepływ powietrza między pomieszczeniami** – jest potrzebny, by świeże powietrze napływające do pomieszczeń czystych mogło dotrzeć również do pomieszczeń brudnych.

Właściwą cyrkulację powietrza w domu zapewniają szczeliny między podłogą a dolną krawędzią drzwi (o powierzchni min. 80 cm²). Do kuchni, łazienek, WC oraz pomieszczeń bez okien powietrze wewnętrzne powinno być dostarczane przez otwory w dolnych częściach drzwi (min. 5–6 szt.) lub szczeliny pod drzwiami (o powierzchni min. 200 cm²).

Jeśli odległość pomiędzy pomieszczeniami, z których powietrze jest usuwane, a pozostałymi pomieszczeniami jest bardzo duża lub pomieszczenia te rozdziela więcej niż dwoje drzwi, to trzeba wykonać dodatkowe kanały wywiewne.

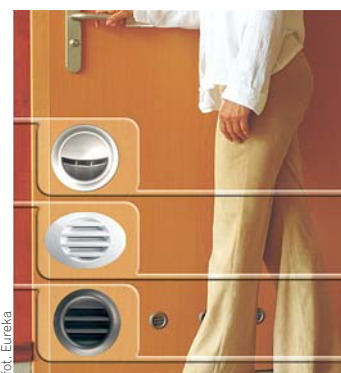


foto: Eurokna

Drzwi do kuchni i łazienki powinny być wyposażone w otwory lub kratki wentylacyjne o przekroju 200 cm²

Poddasza niemieszkalne (strychy) powinny mieć otwory doprowadzające i usuwające powietrze w ścianach zewnętrznych.

foto: DRE

Po czym można poznać, że wentylacja nie działa prawidłowo?

O złym działaniu wentylacji mogą świadczyć:

- długo utrzymujące się zaparowanie szyb w oknach, prowadzące do skraplania się wody i zawilgocenia dolnej części ramiaków okiennych,
- wilgoć w łazience, zapach stęchlizny w powietrzu, długo niewysychające krople wody na płytkach,
- ciemne smugi albo ślady pleśni na nadprożach, ościeżnicach okiennych, pod parapetami, w narożach pomieszczeń,

- złe samopoczucie mieszkańców: bóle i zawroty głowy, podrażnienie oczu, nosa i gardła, zmęczenie i trudności z koncentracją.

O tym, czy dom wentylowany jest prawidłowo, świadczy też wilgotność powietrza w pomieszczeniach. Jeżeli wynosi ona maksimum 50–60%, wentylacja działa właściwie.

Zaparowane szyby w oknach najczęściej są oznaką niesprawnej wentylacji



foto: E. Rostanec

Jakie rodzaje wentylacji stosowane są w domach jednorodzinnych?

Grawitacyjna, inaczej naturalna. Tradycyjny i wciąż najpopularniejszy rodzaj wentylacji: powietrze zużyte usuwane jest poza budynek przez kanały wywiewne w wyniku naturalnego ciągu, a na jego miejsce przez nawiewniki napływa do pomieszczeń świeże powietrze z zewnątrz. Naturalny ciąg jest wynikiem różnicy ciężaru powietrza ogrzanego w domu i chłodnego na zewnątrz, a więc wentylacja grawitacyjna działa najskuteczniej zimą, gdy wewnątrz domu jest ogrzewane.

Wentylacja grawitacyjna, choć sprawdzała się w starych domach z nieuszczelnionymi oknami i drzwiami, zapewniającymi stały dopływ powietrza, w ogóle nie działa w domach nowoczesnych i szczelnych – energooszczędnych, w których dla zapewnienia jak najmniejszego zużycia energii zapewniono szczelność przegród zewnętrznych, i nie zastosowano nawiewników umożliwiających napływ świeżego powietrza z zewnątrz powodując jednocześnie wychładzanie pomieszczeń zimą.

W szczelnym domu z wentylacją grawitacyjną często dochodzi do nagromadzenia w powietrzu wewnętrznym pary wodnej oraz różnych szkodliwych związków, gdyż nie są one usuwane na zewnątrz. Może to doprowadzić do pogorszenia samopoczucia mieszkańców, a w samym budynku – do rozwoju szpecących pleśni na ścianach, a nawet degradacji konstrukcji wskutek zawilgocenia przegród zewnętrznych.

Mechaniczna. Polega na wymuszeniu przepływu powietrza przez wentylatory. Wentylacja taka może być wywiewna lub nawiewno-wywiewna. W domu z taką wentylacją można regulować ilość powietrza świeżego, jaka wpływa do pomieszczeń, ale niestety – podobnie jak w wentylacji grawitacyjnej – i tak trzeba ponosić koszty jego ogrzewania. Istnieje możliwość obniżenia kosztów ogrzewania tego powietrza – przez zastosowanie rekuperatora, czyli centrali wentylacyjnej z wymiennikiem, w którym wpływające do pomieszczeń powietrze jest wstępnie podgrzewane przez ciepło z powietrza wywiewanego.

Wentylacja **mechaniczna z rekuperatorem** umożliwia obniżenie całkowitych kosztów ogrzewania domu, dlatego w domach energooszczędnych zaleca się stosowanie wyłącznie takiej właśnie wentylacji.

W jaki sposób można poprawić działanie wentylacji grawitacyjnej?

Postępowanie należy dostosować do objawów:

- **zbyt słaby nawiew przez szczelne drzwi i okna.** W pomieszczeniach czystych należy zamontować nawiewniki ściennego lub okienne, najlepiej sterowane automatycznie, które samoczynnie dostosują ilość świeżego powietrza do warunków panujących na zewnątrz i wewnątrz budynku;

- **zbyt słaby ciąg w kanałach wentylacyjnych.** Można go usprawnić przez zamontowanie (zamiast kratki) odpowiedniego wentylatora wyciągowego lub zastosowanie nasady kominowej z wentylatorem (wentylacja hybrydowa);

- **zła praca wentylacji podczas wietrznej pogody** (wiatr włącza powietrze do kominów wentylacyjnych). Wentylację można poprawić, montując na wylotach kominów wentylacyjnych specjalne nasady kominowe wymuszające ciąg powietrza.



foto: Aereco

Wentylacyjna nasada kominowa z wentylatorem

Do czego służą wywiewniki higrosterowane?

Są to wywiewniki automatyczne, które reagują na zmiany wilgotności powietrza w pomieszczeniu: otwierają się, gdy ona wzrasta i pomieszczenie wymaga intensywniejszej wentylacji, i przemykają, gdy w pomieszczeniu jest sucho. Montuje się je w pomieszczeniach wilgotnych, takich jak kuchnie, łazienki, pralnie, suszarnie.

Czy nawiewniki można montować w innych miejscach niż nad oknem?

Część okien sprzedawana jest z fabrycznie zamontowanymi nawiewnikami, ale można kupić okna szczelne, a nawiewniki zamontować w ścianie. Nawiewniki ściennie mają zazwyczaj większą wydajność niż okienne.

Żeby nie odczuwać nieprzyjemnego nawiewu zimnego powietrza, nawiewniki montuje się na wysokości około 2 m od poziomu posadzki, aby zimne powietrze nie było nawiewane bezpośrednio na osoby przebywające w pobliżu, tylko mieszało się z ciepłym powietrzem z pomieszczenia. Nawiewniki można też zamontować **za lub tuż nad grzejnikiem**.



Nawiewniki montuje się w ścianie nad oknem lub nad grzejnikiem

fol. Aereco

W jaki sposób można regulować ilość powietrza dostarczanego przez nawiewniki ?

Nawiewniki produkuje się w dwóch wersjach:

- **ręczne** – regulacja ilości dostarczanego powietrza wykonywana jest przez użytkownika i polega na zmianie stopnia otwarcia urządzenia. Możemy też przymknąć je całkowicie, odcinając w ten sposób dopływ zimnego powietrza. Najczęściej z boku nawiewnika znajduje się dźwignia umożliwiająca zwiększenie otwarcia lub przymknięcie go. W zależności od konstrukcji zmiana przepływu może być wykonywana płynnie lub skokowo. Niektóre modele nawiewników mają tylko dwa położenia przepustnicy: zamknięta i otwarta;

- **automatyczne** – reagują samoczynną zmianą wielkości otworu na zmiany jednego z dwóch parametrów powietrza wewnątrz domu: wilgotności (nawiewniki higrosterowane) lub ciśnienia (ciśnieniowe).

Zadaniem nawiewników ciśnieniowych jest utrzymywanie stałej ilości doprowadzanego powietrza. Specjalny regulator ogranicza przepływ przy nadmiernym wzroście ciśnienia spowodowanym np. gwałtownymi porywami wiatru.

Nawiewniki automatyczne mogą być wyposażone w dźwignię umożliwiającą użytkownikowi przymknięcie nawiewnika. Nie będzie to jednak regulacja płynna, ta odbywa się wyłącznie automatycznie.

Opisane powyżej sposoby regulacji odnoszą się do stopnia otwarcia nawiewnika. Ilość dostarczanego przez nie powietrza, bez względu na ich konstrukcję, zależy od stopnia sprawności systemu wywiewnego instalacji, bowiem zmiana siły ciągu w kanałach wentylacyjnych spowoduje zmianę ilości doprowadzanego powietrza nawet bez jakiegokolwiek zmiany stopnia otwarcia nawiewnika.



Nawiewnik ciśnieniowy

fol. Aereco

Jak można sterować nawiewem i wywiewem powietrza?

Sterowanie to najłatwiejsze jest w systemie z dwoma wentylatorami: nawiewnym i wywiewnym, które można umieścić z dala od pokoi, np. w pomieszczeniu technicznym lub na poddaszu. Wentylatory łączy się ze wszystkimi pomieszczeniami za pomocą dwóch rurociągów: powietrza nawiewanego i powietrza wywiewanego. Jednym dostarcza się powietrze świeże, drugim – usuwa powietrze zanieczyszczone. Chociaż wymaga to większych nakładów finansowych niż typowa wentylacja grawitacyjna, dzięki temu można w pełni regulować ilość powietrza, które dopływa do poszczególnych pomieszczeń, a ponadto – zamontować w takim systemie filtry oczyszczające nawiewane powietrze, grzałkę do jego wstępnego ogrzewania oraz nawilżacz, który poprawi jakość powietrza zimą, gdy we wnętrzach jest ono zazwyczaj za suche.

Dlaczego wentylacja naturalna nie jest energooszczędna?

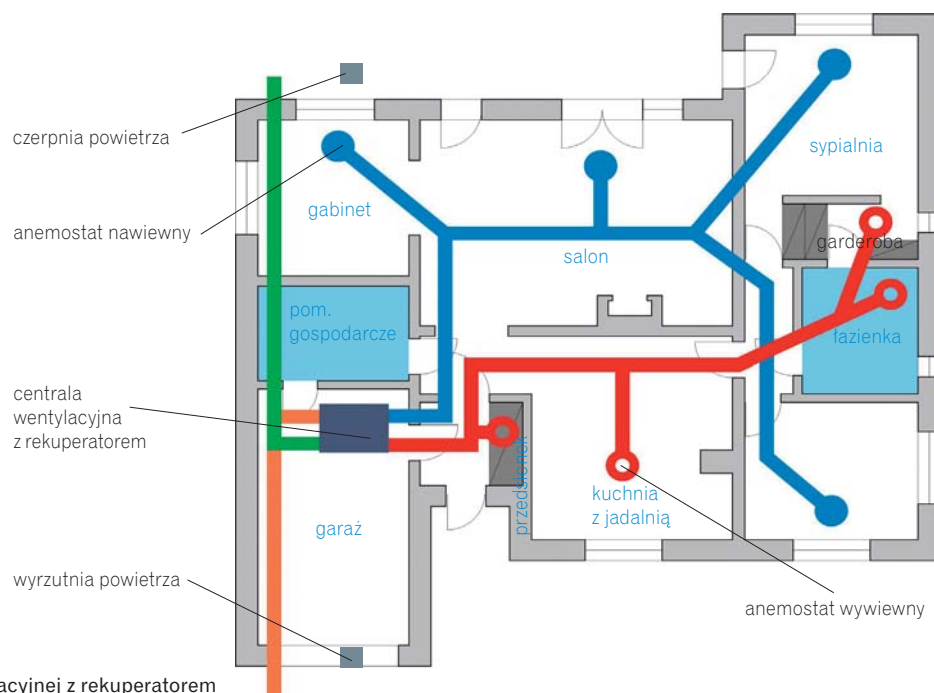
Funkcjonowanie wentylacji grawitacyjnej jest tym intensywniejsze, im większa jest różnica temperatury pomiędzy ogrzewanym wnętrzem domu a temperaturą na zewnątrz. To oznacza, że zimne powietrze w niekontrolowanych ilościach napływa do środka, a ciepłe ucieka na zewnątrz. Powoduje to niepotrzebne wyziewanie pomieszczeń i zwiększa koszty ogrzewania, co zaprzecza zasadom energooszczędności.

W okresie letnim wentylacja grawitacyjna zazwyczaj nie działa, bo kiedy temperatury w pomieszczeniu i na zewnątrz się wyrównują, zanika siła ciągu wynikająca z różnicy gęstości powietrza wewnętrznego i zewnętrznego. Podczas dużych upałów, kiedy na zewnątrz temperatura jest wyższa niż w budynku, może dojść za to do odwrócenia ciągu w kanałach wywiewnych: otaczające budynek nagrzane powietrze zacznie dopływać kanałami i kratkami nawiewnymi do pomieszczeń, a chłodne powietrze będzie wypływać na zewnątrz przez nawiewniki okienne. Ponieważ kratki wywiewne zlokalizowane są w kuchni, łazience i WC, napływające do domu świeże powietrze będzie dodatkowo zanieczyszczone przez zapachy i wilgoć, co może pogarszać samopoczucie i zdrowie mieszkańców. Dyskomfort związany z nieskutecznym działaniem wentylacji skłania mieszkańców do włączania różnych dodatkowych urządzeń (wentylatory pokojowe, klimatyzatory), co dodatkowo zwiększa zużycie energii w budynku.

Jak zbudowana jest instalacja wentylacyjna z rekuperatorem?

Instalacja składa się z następujących elementów:

- czerpni i wyrzutni powietrza, którymi powietrze wpływa do przewodów wentylacyjnych i z nich wypływa;
- przewodów wentylacyjnych, zakończonych nawiewnikami i kratkami wyciągowymi (anemostatami),
- centrali wentylacyjnej z rekuperatorem, w której następuje odzysk ciepła z powietrza usuwanego z budynku i ogrzewanie tym ciepłem powietrza świeżego.



Przykład instalacji wentylacyjnej z rekuperatorem

Dlaczego wentylacja mechaniczna z rekuperatorem zapewnia oszczędności energii?

Wentylacja taka zapewnia kontrolowany przepływ i napływ powietrza i – co najważniejsze, umożliwia odebranie części ciepła z ogrzanego powietrza wewnętrznego, zanim zostanie ono usunięte na zewnątrz. Ciepło to jest następnie przekazywane powietrzu wpływającemu do wnętrza domu, dzięki czemu odzyskuje się część ciepła, które w wentylacji naturalnej jest bezpowrotnie tracone. Dzięki temu zmniejsza się zapotrzebowanie na energię do ogrzewania domu, a to oznacza konkretne oszczędności. Roczne zapotrzebowanie na ciepło domu z fachowo zaprojektowaną i wykonaną wentylacją mechaniczną z odzyskiem ciepła może zmniejszyć się nawet o 25–50%; w domu o powierzchni 150 m² oznacza to roczne oszczędności na ogrzewaniu wynoszące minimum 1000 zł.

Jakie zalety ma wentylacja z odzyskiem ciepła?

- praca systemu wentylacyjnego nie zależy od warunków zewnętrznych: temperatury i wilgotności powietrza, siły wiatru;
- rekuperatory najnowszej generacji umożliwiają odzyskanie nawet 90% ciepła,
- dobrze wykonany system pozwala na obniżenie kosztów ogrzewania o 25–50% w porównaniu z identycznym budynkiem wyposażonym w wentylację grawitacyjną (aby poznać oszczędności w konkretnym budynku, warto wykonać jego audyt energetyczny),
- w domu wyposażonym w taki rodzaj wentylacji można zrezygnować z niektórych elementów niezbędnych do wentylacji grawitacyjnej, takich jak: komin wentylacyjny, nawiewniki lub okucia do mikrowentylacji w oknach; znaczna część okien w takim domu może być nieotwierana, a więc tańsza;
- system grzewczy w domu z rekuperatorem jest tańszy (wystarczy tańszy kocioł o mniejszej mocy).

Jak zbudowana jest centrala wentylacyjna z rekuperatorem?

Urządzenie to składa się z wymiennika ciepła oraz dwóch wentylatorów – nawiewnego i wywiewnego. Świeże, zimne powietrze zasysane z zewnątrz przechodzi przez wymiennik ciepła, ogrzewając się od takiej samej ilości zużytego powietrza usuwanego z wnętrza budynku na zewnątrz, również przepływającego przez ten wymiennik. Kiedy na dworze jest chłodniej niż w domu, ciepłe powietrze usuwane z pomieszczeń ogrzewa chłodniejsze – napływające z zewnątrz. W ten sposób

można odzyskać nawet 80% ciepła traconego w innych systemach wentylacyjnych. Do rekuperatora podłącza się cztery przewody rurowe – dwa wlotowe i dwa wylotowe. Wlot zużytego powietrza łączy się z rurami poprowadzonymi z kuchni, łazienki i toalety, a wylot świeżego, ogrzanego już powietrza podłącza się do przewodów wentylacyjnych prowadzących do anemostatów (regulowanych nawiewników), umieszczonych w salonie, korytarzu i sypialniach.

Gdzie powinno się zamontować centralę wentylacyjną z rekuperatorem?

Miejsce na centralę wentylacyjną powinno spełniać następujące warunki:

- nie należy umieszczać centrali wentylacyjnej blisko sypialni aby szумы związane z pracą wentylatorów centrali nie docierały do pomieszczeń, w których się odpoczywa lub słucha muzyki;
 - w pomieszczeniu, w którym ma być zamontowana centrala, powinno być czysto, a temperatura nie powinna spadać poniżej zera,
 - nośność elementów, na których ma być oparta czy zawieszona centrala, musi być wystarczająca do przeniesienia jej ciężaru, co powinien sprawdzić projektant wentylacji,
 - usytuowanie centrali powinno zapewniać niezakłócony odpływ kondensatu oraz swobodny dostęp do urządzenia, aby można było je przeglądać i ewentualnie naprawiać, dlatego najlepiej je umieścić na podwyższeniu,
 - przewód wentylacyjny, którym wypływa świeże powietrze z rekuperatora, powinien być idealnie prosty na odcinku min. 80 cm – dopiero dalej może być załamany przez zastosowanie kolana;
 - do miejsca wybranego na centralę powinno się doprowadzić zasilanie elektryczne.
- W domach jednorodzinnych centralę umieszcza się najczęściej:

- **na poddaszu użytkowym** (najlepiej nad holem, klatką schodową lub łazienką),
- **w garażu lub w kotłowni na paliwa gazowe lub płynne** (z wyjątkiem kotłowni z kotłem na paliwa stałe, bo w pomieszczeniu takim jest zwykle zbyt brudno),
- **w garderobie, w spiżarni, w schowku pod schodami lub w szafie w przedpokoju.**



Centralę wentylacyjną można zamontować np. w garażu, tuż obok odkurzacza centralnego

foto: www.rekuperatory.pl

Jakie rodzaje rekuperatorów stosuje się w domach jednorodzinnych?

W Polsce najpopularniejsze są rekuperatory z wymiennikiem **płytowym** o krzyżowym przepływie powietrza. Zasada ich działania polega na tym, że powietrze z zewnątrz i powietrze usuwane z pomieszczeń przepływają na przemian pomiędzy równoległe ułożonymi, oddzielającymi je płytami wymiennika. Strumienie powietrza nawiewanego i usuwanego są całkowicie rozdzielone i nie mieszają się, przekazują sobie ciepło. Ciepło przenika przez płyty, ale dla wszelkich zanieczyszczeń i niepożądanych zapachów są one bardzo skuteczną barierą. Sprawność odzysku ciepła w rekuperatorach z wymiennikiem krzyżowym dochodzi do 60%. Można podnieść sprawność takiego układu nawet do 80%, łącząc dwa wymienniki szeregowo ze sobą. Coraz większą popularnością cieszą się wymienniki **przeciwprądowe**.

Zbudowane są podobnie jak krzyżowe. Różnica polega na sposobie przepływu powietrza. W wymiennikach przeciwprądowych strumienie powietrza płyną równoległe w przeciwnych kierunkach. Dzięki temu sprawność odzysku ciepła dochodzi do 90%.

Niekiedy stosuje się wymienniki **rurowe**, jednak ze względu na duże wymiary ich zastosowanie jest ograniczone, mimo dość wysokiej sprawności (nawet powyżej 90%). W sprzedaży są także wymienniki **obrotowe**. Są one również bardzo wydajne (sprawność 80–90%), ale mogą powodować mieszanie się świeżego i zużytego powietrza, co może być przyczyną rozchodzenia się w domu niepożądanych zapachów. Ich zaletą jest częściowy odzysk wilgoci zawartej w usuwanym powietrzu.

Czy im centrala ma większą moc, tym więcej energii ciepłej może odzyskiwać?

Zależność ilości odzyskanej energii od mocy centrali z rekuperatorem nie jest niestety taka prosta. Instalacja o mocy rekuperatora większej niż wynika to z obliczeń (dostosowanej do większego przepływu powietrza) jest znacznie droższa (większa centrala i wentylatory, większe średnice kanałów wentylacyjnych), większe też są koszty jej eksploatacji, a sprawność odzysku ciepła i tak nie będzie większa. Raczej okaże się, że zbyt duża wymiana powietrza w pomieszczeniach spowoduje przesuszenie go, co odbije się negatywnie na naszym samopoczuciu. Urządzenie pracuje najwydajniej jeśli nie jest zbyt obciążone, wówczas funkcjonuje na małych obrotach, na niskim biegu i zużywa najmniej energii. Optymalnie dobrany rekuperator powinien zapewniać skuteczną wentylację, pracując na jednym z niższych biegów.

Czy wentylacja z rekuperatorem hałasuje?

Jeżeli jest dobrze zaprojektowana, centrala – umieszczona z dala od sypialni, a kanały – dobrze zaizolowane, emituje hałas nie większy niż domowa chłodziarka.

Gdzie umieszcza się czerpnię i wyrzutnie powietrza?

Czerpnię umieszcza się w ścianie domu, podbitce dachowej lub w ogrodzie – wtedy zazwyczaj łączy się ją z wymiennikiem gruntowym.

Wyrzutnię montuje się na dachu lub w ścianie szczytowej budynku.

Jeśli czerpnia ma być zamontowana na ścianie, nie może się znaleźć od strony ruchliwej ulicy, bo powodowałoby to napływanie do domu spalin.

Między czerpnią a wyrzutnią należy zachować następujące odległości:

- 8 m – jeśli są na jednej ścianie budynku,
- 5 m – jeśli znajdują się na sąsiednich ścianach,
- 5 m – jeśli znajdują się na ścianie i dachu.

Wyrzutni powietrza nie należy montować w miejscu, z którego często wiejący wiatr wciskałby wywiewane powietrze z powrotem do instalacji.



Wyrzutnia powietrza zamontowana w ścianie szczytowej



Czerpnia powietrza umieszczona pod okapem

Z jakich rur powinny być wykonane przewody wentylacyjne?

Wiele firm oferuje swoim klientom tanie przewody nieizolowane niewielkiej średnicy lub słabej jakości przewody elastyczne z izolacją. Zastosowanie nieizolowanych przewodów wielokrotnie zwiększa ryzyko powstania skroplin, które mogą zawilgacać osłaniające je ścianki gipsowe i powodować ich butwienie od środka, wskutek czego dom będzie wymagał remontu już po dwóch latach od zamieszkania.

Zastosowanie przewodów izolowanych nie tylko eliminuje takie zagrożenia, ale też skutecznie tłumi szумы charakterystyczne dla przepływów powietrza w instalacji wentylacyjnej.

Rzetelne firmy nie stosują już do wentylacji rur karbowanych, tzw. fleksów (wygodnych w montażu, bo elastycznych i niewymagających takiej precyzji w łączeniu jak rury gładkie), tylko gładkie, metalowe rury spiro – droższe, ale bardziej trwałe i mniej hałasujące, gdyż powietrze porusza się w nich ze znacznie mniejszymi oporami.

Rury elastyczne są chętnie stosowane, bo są tanie i łatwo się je układa, ponieważ dostosowują się do wymiarów i kształtu miejsca, ale powodują zwiększenie oporów przepływu powietrza, nie da się ich czyścić, bo mają nierówną powierzchnię i są zbyt delikatne. Zdarza się, że pękają w trakcie eksploatacji, a jeśli są zabudowane, zlokalizowanie nieszczelności i naprawa przewodów jest kłopotliwa. Dlatego też przewody elastyczne można stosować tylko na krótkich odcinkach: na końcowych podłączeniach do anemostatów i kratki wentylacyjnych.

Należy zwrócić uwagę na średnice przewodów: powinna być taka jak w projekcie. Zastosowanie przewodów o mniejszym przekroju niż założył projektant spowoduje na pewno zwiększenie oporów instalacji, a to może oznaczać zakłócenia jej działania oraz znaczne zwiększenie poziomu szumów; które mogą się potęgować u wylotu zbyt wąskiego anemostatu na końcu takiego przewodu



foto: www.rekuperatory.pl

Czy kanały wentylacyjne przechodzące przez nieogrzewane poddasze muszą być ocieplone?

Tak, ocieplenie kanałów jest konieczne, aby prowadzone przez nie powietrze nie wychładzało się nadmiernie, a na ich powierzchniach nie wkraplała się woda.

Czego powinniśmy oczekiwać od projektanta instalacji wentylacyjnej z rekuperatorem?

Projektant instalacji powinien:

- **zaplanować trasy kanałów wentylacyjnych** z gładkich przewodów, przez które powietrze przepływa prawie bez szumów: może zaproponować ukrycie ich nad sufitem podwieszanym, na poddaszu, w ściankach kolankowych lub odpowiednich szachtach instalacyjnych,

- **dobrać średnicę przewodów i przepustnic regulacyjnych** oraz rekuperator o odpowiedniej mocy i parametrach: z płynną lub wielostopniową regulacją prędkości wentylatorów (im większe możliwości regulacji, tym większe oszczędności energii),

- **zaplanować doprowadzenie do każdego z pomieszczeń budynku co najmniej jednego przewodu wentylacyjnego,**

- **rozmieścić kanały wentylacyjne** tak, by powietrze wywiewane było z łazienek, toalet i kuchni, a nawiewane do sypialni, pokoi dziennych, salonu i gabinetu,

- **zapewnić swobodną wymianę powietrza** pomiędzy pomieszczeniami, a więc zaznaczyć w opisie projektu, jakie podcięcia lub otwory wentylacyjne należy zapewnić w drzwiach,

- **zaplanować ocieplenie kanałów** przechodzących przez pomieszczenia nieogrzewane (piwnicę, poddasze).

Jakie błędy najczęściej popełniają wykonawcy?

- **Instalacja bez projektu.** Skutkiem nieprecyzyjnych obliczeń lub budowania instalacji w ogóle bez projektu może być dobranie rekuperatora o niewłaściwej mocy. Jeśli moc będzie za mała, wymiana powietrza będzie niewystarczająca, a jeśli zbyt duża – urządzenie będzie droższe i będzie zużywało więcej energii elektrycznej.
- **Montaż niezgodny z projektem.** Zmiany średnic i sposobu rozprowadzenia przewodów mogą spowodować zwiększenie oporów przepływu powietrza, a to może sprawić, że dobrany przez projektanta rekuperator okaże się nieodpowiedni.
- **Niestaranne wykonanie i nieszczelne połączenie elementów przewodów wentylacyjnych.** Szczególnie łatwo ulegają uszkodzeniom elastyczne przewody z folii aluminiowej, dlatego zalecane jest stosowanie sztywnych przewodów z blach stalowych lub twardego styropianu będącego zarazem izolacją termiczną.
- **Użycie elastycznych przewodów w całej instalacji.** Opory przepływu są w takich przewodach większe niż w sztywnych rurach o gładkiej powierzchni wewnętrznej i mogą przez to powodować nawet kilkakrotny spadek wydajności pracy rekuperatora.
- **Brak izolacji termicznej przewodów.** Brak ocieplenia przewodów wentylacyjnych może powodować zmniejszenie sprawności odzysku ciepła oraz wykraplanie się w przewodach pary wodnej pochodzącej z ochłodzonego powietrza. Jeśli kondensat ten nie będzie mógł odpływać z przewodów, będzie się w nich gromadził, utrudniając przepływ powietrza albo będzie wyciekał w miejscach łączenia przewodów i w ten sposób utworzy zacieki lub zaleje pomieszczenie.
- **Niezapewnienie swobodnego przepływu powietrza między pomieszczeniami.** Powietrze powinno swobodnie przepływać do wszystkich pomieszczeń, zatem drzwi wewnętrzne nie mogą być szczelne: we wszystkich wskazanych przez projektanta powinno się wykonać odpowiednie otwory lub zamontować kratki wentylacyjne.

Na czym polega właściwa konserwacja instalacji wentylacyjnej z rekuperatorem?

Warunkiem prawidłowego, bezgłośnego funkcjonowania wentylacji z odzyskiem ciepła jest nie tylko profesjonalny projekt i fachowy montaż, ale też właściwa eksploatacja i konserwacja.

Źle wykonana lub zakurzona instalacja wentylacyjna może bowiem powodować:

- zanieczyszczenie powietrza włączanego do budynku,
- zły przepływ powietrza, trudności w utrzymaniu właściwej jego temperatury i mniejsze oszczędności w kosztach ogrzewania,
- wyższe koszty zużycia energii,
- zagrożenie pożarowe,
- obniżenie komfortu klimatycznego pomieszczeń.



foto: Venture

Wszystkie prace konserwacyjne, w tym wymianę filtrów, należy powierzyć serwisantom z doświadczeniem

Aby temu zapobiec, niezbędna jest systematyczna konserwacja zarówno samego rekuperatora, jak i całej instalacji, polegająca na następujących czynnościach:

- **czyszczeniu kanałów wentylacyjnych;** sztywnych – przy użyciu obracającej się szczotki, elastycznych – miękką szczotką lub specjalnym odkurzaczem; raz na 5–6 lat,
- **wymianie filtrów powietrza w rekuperatorze** – co 2–4 miesiące,
- **kontroli instalacji odprowadzania skroplin** – raz w roku, najlepiej przed sezonem grzewczym,
- **czyszczeniu instalacji odprowadzania skroplin** – co 2 lata.

Ile kosztuje wyposażenie domu w wentylację nawiewno-wywiewną z rekuperatorem?

Łączny koszt to wydatek od 15 do 30 tys. zł (zależnie od jakości użytych materiałów i rodzaju rekuperatora). Najdroższym elementem instalacji jest rekuperator: kosztuje minimum 6 tys. zł, za urządzenie dobrej klasy trzeba zapłacić ponad 10 tys. zł. Chociaż łączne koszty instalacji są niemałe, wydatek może zwrócić się już po ok. 10 latach dzięki zmniejszeniu kosztów ogrzewania. Zaoszczędzone dzięki temu pieniądze zrekompensują koszt inwestycji.

Jeśli uwzględnić obecne ceny oleju opałowego, gazu płynnego czy energii elektrycznej, oszczędności mogą wynieść min. tysiąc złotych rocznie w domu o powierzchni 150 m². Zważywszy, że ceny energii stale rosną, wentylacja z odzyskiem ciepła będzie powodować coraz większe oszczędności.

Czy w instalacji wentylacyjnej można wykorzystywać naturalne ciepło gruntu?

Jeśli świeże powietrze – zanim zostanie zassane do wnętrza domu – przepłynie przez gruntowy wymiennik ciepła (w skrócie GWC), w systemie wentylacji może być wykorzystane naturalne ciepło zakumulowane w gruncie. Na głębokości 1,5 m jego temperatura jest prawie stała niezależnie od pory roku, dlatego zimą grunt może być źródłem ciepła do wstępnego podgrzewania powietrza wentylacyjnego, a latem to powietrze chłodzić. Efektywność wymiany ciepła zależy od powierzchni wymiennika, jego typu, jakości użytych materiałów, a także od intensywności przepływu powietrza.

Jak zapobiec przegrzewaniu się poddasza podczas upałów?

Dobrze działająca wentylacja mechaniczna z rekuperatorem skutecznie wymienia powietrze na poddaszu (również tu umieszcza się anemostaty nawiewne i wywiewne), ale nie zatrzyma promieni słonecznych wpadających przez okna dachowe, dlatego jej skuteczność podczas upalnej pogody może się wydawać niesatysfakcjonująca. Z tego względu powinno się ograniczać nasłonecznienie pomieszczeń poddasza.

Im bardziej dom jest energooszczędny i nastawiony na pozyskiwanie energii słonecznej zimą, tym bardziej narażony jest na przegrzewanie latem. Dlatego we wszystkich oknach (szczególnie na poddaszu) warto zamontować rolety lub żaluzje, a na elewacji elementy zacinające, np. markizy



foto: Fakro



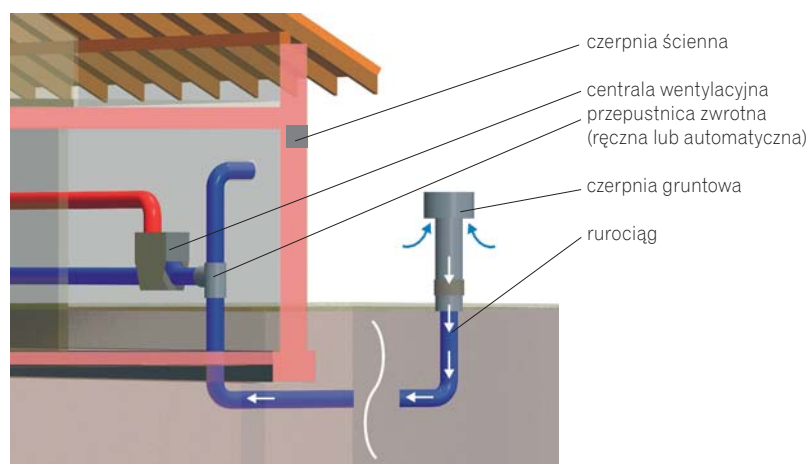
Jak działa gruntowy wymiennik ciepła?

Gruntowy wymiennik ciepła to najczęściej system rur ułożonych w gruncie w pętłę na głębokości 1,5 m lub złożu żwirowe – dużo rzadziej wykonywane głównie ze względu na zbyt duże opory przepływu i możliwość pojawienia się w domu nieprzyjemnych zapachów. Powietrze przechodzące przez wymiennik pobierane jest przez czerpnię powietrza umieszczoną w ogrodzie.

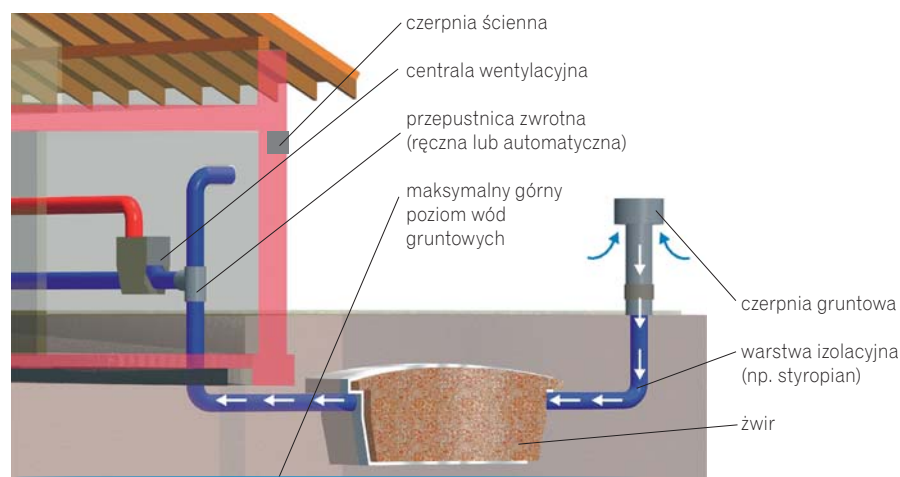
Zimą, podczas dużych mrozów taki wymiennik umożliwia ogrzanie powietrza wchodzącego do budynku nawet o kilkanaście stopni, bowiem temperatura gruntu na jakiej jest umieszczony wynosi zwykle 4–8°C. Wykorzystanie chłodzenia powietrza wentylacyjnego w wymienniku gruntowym może pełnić funkcję klimatyzacji w okresie upałów.

Gruntowy wymiennik ciepła pracuje tylko wtedy, gdy jest gorąco lub gdy jest bardzo zimno. W okresach przejściowych należy go wyłączać i pobierać powietrze zewnętrzne z czerpni umieszczonej na ścianie budynku.

Prawidłowo wykonany GWC jest również najskuteczniejszym i najbardziej ekonomicznym zabezpieczeniem rekuperatora przed zamarzaniem.



Wymiennik rurowy to rurociąg o średnicy 20–40 cm lub więcej i długości 45–60 m. Układa się go pod ziemią, w linii prostej albo w kształt litery U lub S. Rurociąg kończy się czerpnią powietrza wyposażoną w siatkę zabezpieczającą przed insektami i gryzoniami oraz w filtr. Im wilgotniejszy jest grunt, tym lepiej przewodzi ciepło, w związku z tym rurociąg może być krótszy, a więc tańszy



Wymiennik żwirowy to ułożona w gruncie na głębokości 1,2–3 m warstwa czystego żwiru płukanego o uziarnieniu 50–90 mm lub tuczni. Przepływające przezeń powietrze jest filtrowane z kurzu i alergenów, zimą nawilżane, a latem osuszane, co poprawia mikroklimat w domu

Koszt wykonania GWC w Polsce dla domu o powierzchni 150 m² to 4–6 tys. zł (dla przepływu powietrza 200 m³/h), a koszty jego eksploatacji to jedynie energia, jaką zużywa wentylator wymuszający przepływ powietrza przez złożo.

Co wpływa na skuteczną pracę GWC?

Poza materiałem, z jakiego wykonany jest sam GWC, olbrzymi wpływ mają trzy czynniki:

- **miejsce ułożenia** – jednym z najczęstszych błędów jest umieszczanie GWC pod budynkiem. Najlepszym rozwiązaniem jest umieszczenie go poza budynkiem (w ogrodzie), nie tylko ze względów serwisowych (dostęp do rur, np. w celu ich wyczyszczenia, bez konieczności rozbierania budynku), ale także z powodu możliwości osiągnięcia maksymalnej sprawności urządzenia;

- **rodzaj gruntu** – wymiennik ułożony w gruncie gliniastym i wilgotnym zawsze będzie miał większą sprawność i dłuższą żywotność bez konieczności regeneracji niż wymiennik umieszczony w gruncie piaszczystym. Rodzaj gruntu powinien zostać uwzględniony już przy projektowaniu wymiennika oraz współpracującej z nim instalacji wentylacyjnej;

- **głębokość ułożenia** – jeśli GWC umieszczony będzie za płytko, czyli powyżej tzw.

strefy przemarzania gruntu, zimą rura będzie zamarzać i tracić sprawność, zatem skuteczność wymiennika spadnie ze względu na ogrzewanie się gruntu wokół niego. Z drugiej strony bowiem przesadza-

nie z głębokością wkopywania GWC poza zwiększeniem kosztów wykonania wykopu nie na wiele się zda – zarówno 2 czy 4 metry pod powierzchnią gruntu panuje taka sama temperatura.



fol. www.rekuperatory.pl

Czy GWC może zastąpić klimatyzację?

GWC nie jest urządzeniem klimatyzacyjnym i nie ma możliwości utrzymywania ustalonej temperatury. Na pewno zapewni jednak utrzymanie stosunkowo stałej, przyjemnej temperatury w budynku w okresie upałów, pod warunkiem że nie dopuścimy do wcześniejszego przegrzania wnętrza budynku przez np. częste otwieranie okien czy drzwi balkonowych.

Dobrze działający system wentylacyjny wyposażony w GWC zapewni nawiew świeżego powietrza o temperaturze 21–25°C stopni przy upałach na zewnątrz 28–32°C.

Uwaga! Przy minimalnym przepływie powietrza schłodzenie odczuwalne będzie jedynie w pobliżu anemostatu. Bowiem nawiewane powietrze szybko miesza się z powietrzem wewnątrz pomieszczenia, więc z anemostatu nigdy nie popłynie silny strumień chłodu, jak ma to miejsce w przypadku klimatyzatora, który niejednokrotnie nawiewa silny strumień powietrza o temperaturze zaledwie kilkunastu stopni. Aby uzyskać skuteczniejsze chłodzenie przez GWC, należy zwiększyć ilość powietrza nawiewanego do budynku, czyli ustawić pracę rekuperatora na średni lub maksymalny tryb pracy.

O czym warto pamiętać, korzystając z GWC latem?

- **Rozsądne korzystanie.** Intensywna praca GWC powinna odbywać się w godzinach, gdy skwar na zewnątrz nie osiągnął swych maksymalnych wartości. Łatwiej bowiem schłodzić powietrze o temperaturze 25–29°C niż 32–35°C. W okresie największych upałów należy do minimum ograniczyć korzystanie z systemu wentylacyjnego. Uzyskamy dzięki temu dłuższą żywotność pracy wymiennika i jego skuteczniejszą pracę.

- **Niezbędna regeneracja.** W ciągu nocy, gdy temperatura powietrza spada, należy korzystać z czerpni ściennej, aby pozwolić na regenerację wymiennika, czyli odzyskanie temperatury otaczającego gruntu. Regeneracja polega na przełączeniu przepustnicy (ręcznie lub automatycznie) z pozycji czerpanie powietrza z GWC na pozycję czerpanie powietrza z czerpni ściennej. Brak czerpni ściennej lub innej czerpni powietrza pozwalającej na ominięcie GWC w celu jego zregenerowania jest jednym z najczęściej spotykanych błędów wykonawczych.

- **Ograniczenie ilości słońca wpadającego do wnętrza.** Jeśli przez okna wpadać będzie duża ilość energii słonecznej, ogrzewać się nią będą wszelkie przedmioty znajdujące się w pomieszczeniu: meble, dywany, ściany itp. Rozgrzana plama słoneczna na dywanie jest odczuwana przez człowieka porównywalnie z dobrze rozgrzanym grzejnikiem zimą! W takim wypadku nie pomoże ani GWC, ani nawet najmocniejszy klimatyzator!