



fot. Systemair

CIEPŁO Z ODZYSKU

Rosnące ceny energii elektrycznej i ciepłej oraz dążenie właścicieli budynków do ograniczania kosztów użytkowania budynku powodują wzrost zainteresowania odzyskiwaniem ciepła w instalacjach wentylacyjnych.

Tomasz Pabur

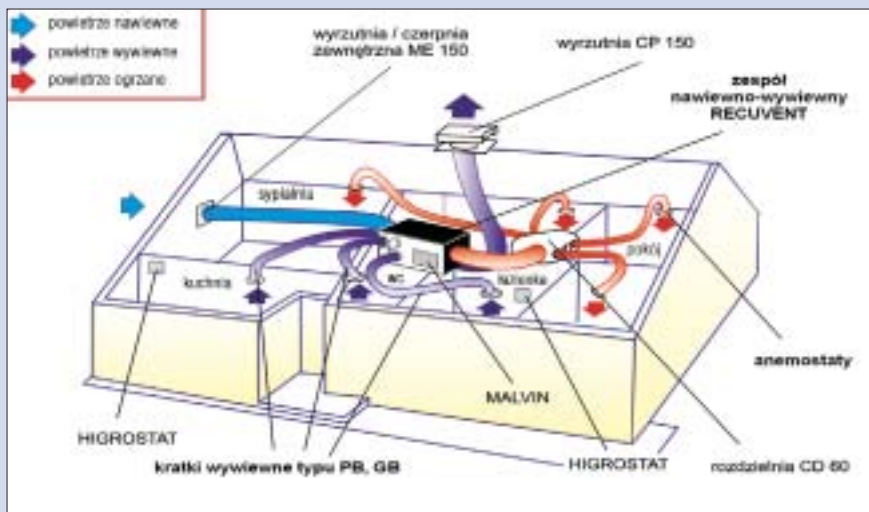
Obecnie budowane domy charakteryzują się wysoką energooszczędnością wynikającą z lepszej jakości stosowanych materiałów, z dbałości o odpowiednią termoizolację budynku i ze szczelności nowoczesnej stolarki budowlanej. Jednak w tak zbudowanych budynkach pojawiły się problemy z zapewnieniem odpowiedniej jakości powietrza wewnętrznego. Zbyt mała ilość napływającego z zewnątrz powietrza świeżego jest przyczyną złego samopoczucia osób w nich przebywających. Jedynym rozwiązaniem jest stosowanie systemów wentylacyjnych. Dostarczenie powietrza w ilościach wymaganych przepisami powoduje, że największy udział w bilansie cieplnym budynku ma ciepło potrzebne do ogrzania pobieranego powietrza świeżego zewnętrznego. W poprzednich artykułach omówiono systemy wentylacji grawitacyjnej i mechanicznej, jednak problem oszczędzania energii pozostawiono do omówienia w niniejszym artykule. W systemach wentylacji grawitacyjnej i mechanicznej indywidualnej nie ma możliwości odzyskiwania ciepła

z powietrza usuwanego z budynku. Taką możliwość dają jedynie systemy scentralizowanej wentylacji. W systemie takim wszystkie przewody wentylacji zarówno nawiewnej jak i wywiewnej łączą się w jednym przewodzie zbiorczym. To pozwala na podłączenie ich do centrali wentylacyjnej z **wymiennikiem ciepła**. Dzięki niemu możemy odzyskiwać ciepło z powietrza usuwanego i przekazywać je do powietrza pobieranego z zewnątrz.

Jak działa system?

Schemat działania systemu pokazany jest na rys. **1**. Powietrze jest pobierane przez czerpnię i za pośrednictwem kanału trafia do centrali wentylacyjnej. Następnie przez filtr powietrza jest kierowane na wymiennik ciepła. Zimą zostaje w nim podgrzane **2**, latem – ochłodzone **3**. Jego przepływ odbywa się pod działaniem wentylatora wbudowanego w centralę.

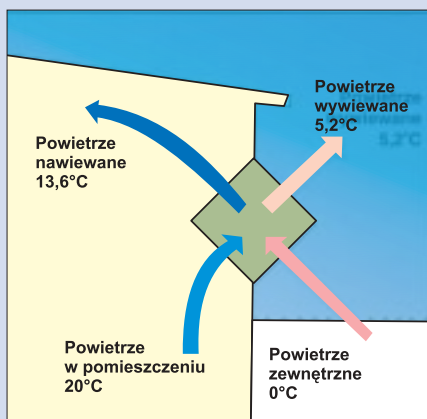
Po wyjściu z centrali wentylacyjnej powietrze jest siecią przewodów rozprowadzane po budynku. Kanały rozprowadzające powietrze powinny być zaizolowane



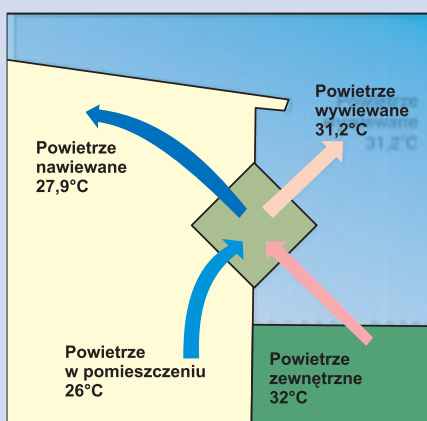
1 Zasada działania systemu wentylacyjnego (rys. Bursa)

wane termicznie i posiadać odpowiednie przekroje. Do pomieszczeń powietrze świeże wpływa za pośrednictwem nawiewników. Następnie kratki wywiewne wyciągają powietrze zużyte z pomieszczenia i poprzez sieć kanałów wywiewnych przesyłają z powrotem do centrali. Tam

2 Praca rekuperatora w sezonie zimowym



3 Praca rekuperatora w sezonie letnim



wentylator wyciągowy kieruje powietrze poprzez filtr do wymiennika. Z centrali jest kierowane do wyrzutni powietrza, umieszczonej na dachu. Powinna być od czerpni oddalona o co najmniej 15 m, aby nie dochodziło do zanieczyszczania powietrza pobieranego przez system wentylacji.

Centrala wentylacyjna

Budowę typowej centrali z odzyskiem ciepła zbudowanej w oparciu o wymiennik krzyżowy przedstawia fot. 4. W skład typowej centrali wchodzi następujące elementy:

- **wentylator nawiewny** – wymusza przepływ powietrza w sieci kanałów nawiewnych,
- **wentylator wywiewny** – wymusza przepływ powietrza w sieci kanałów wywiewnych,
- **wymiennik ciepła** – ciepło z powietrza usuwanego jest w nim przekazywane do

powietrza nawiewanego; powinien być wyposażony w pojemnik na skropliny, powstające w czasie jego pracy,

- **filtry** – oczyszczają powietrze z zanieczyszczeń, które by się osadzały w wymienniku, co mogłoby doprowadzić do jego zatkania,
- **nagrzewnica elektryczna** – dogrzewa powietrze po wstępnym ogrzaniu w wymienniku ciepła,
- **system rozmrozeniowy** – zapobiega szronieniu wymiennika przy ujemnej temperaturze powietrza zewnętrznego,
- **automatyka sterująca** – steruje pracą centrali wentylacyjnej, utrzymuje wymaganą temperaturę i ilość powietrza,

Wyposażenie dodatkowe mogą stanowić:

- **filtry dokładne** – montowane za wymiennikiem ciepła, służą do dokładnego oczyszczenia powietrza z zanieczyszczeń; zaleca się je stosować w domach osób cierpiących na alergię i choroby dróg oddechowych lub w budynkach znajdujących się na terenach przemysłowych o wysokim zanieczyszczeniu powietrza,
- **nawilżacz parowy** – stosowany w okresie zimowym, w celu nawilżenia suchego powietrza nawiewanego.

Rodzaje wymienników ciepła

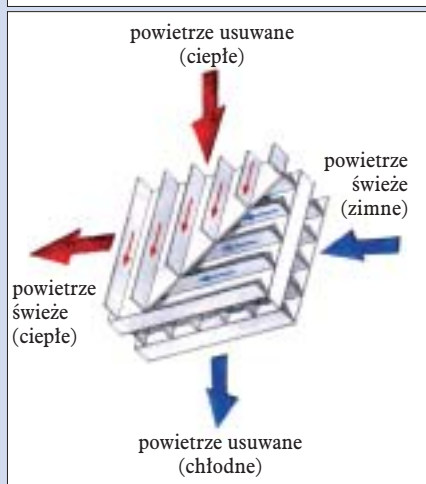
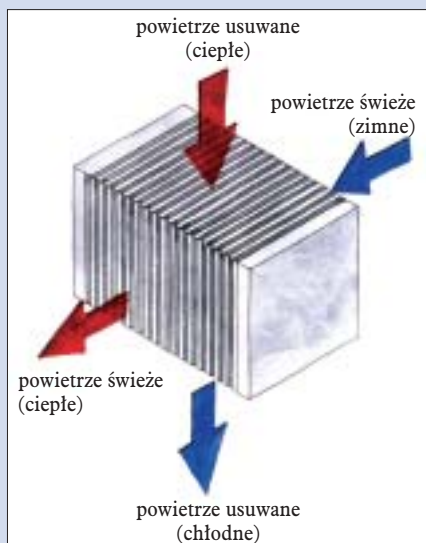
Podstawowym elementem każdej centrali z odzyskiem ciepła jest wymiennik. Poniżej zostały omówione ich rodzaje.

Wymienniki krzyżowe

Obecnie najczęściej się stosuje rekuperatory z wymiennikami płytowymi krzyżowymi 4. Powietrze zewnętrzne i usuwane przepływają w nich naprzemiennie między płytami. Schemat ta-

4 Centrala z wymiennikiem krzyżowym (fot. Elektra)





5 Schemat wymiennika płytowego krzyżowego

kiego wymiennika przedstawia rys 5. Zaletą stosowania rekuperatorów z wymiennikami płytowymi są niskie koszty ich produkcji oraz brak konieczności doprowadzania energii zewnętrznej do pracy urządzenia. Dodatkową zaletą tego rozwiązania jest rozdzielenie strumieni powietrza nawiewanego i usuwanego. Jednak wadą jest podatność na szronienie już przy temperaturze -5°C . Proces szronienia może doprowadzić do zupełnego braku przepływu przez wymiennik powietrza usuwanego z budynku. Aby tego uniknąć, stosuje się obejście (by-pass), pozwalające na zmniejszenie ilości świeżego powietrza przepływającego przez wymiennik. Alternatywnie może być również zastosowana nagrzewnica wstępna powietrza świeżego. **Sprawność odzysku ciepła w rekuperatorach dochodzi do 60%**. Łącząc szeregowo dwa wymienniki można uzyskać jej zwiększenie do ponad 80% 6.

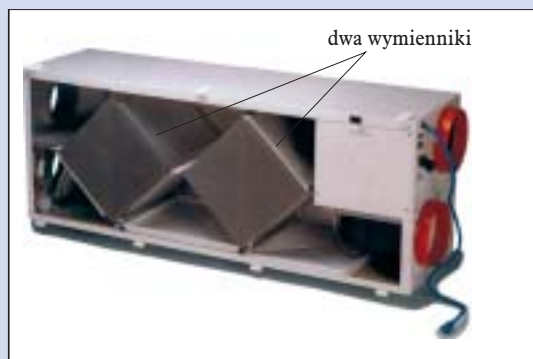
Wymienniki przeciwpądowe

W wymiennikach przeciwpądowych, stosowanych coraz częściej w domach jednorodzinnych, strumienie powietrza płyną równolegle w przeciwnych kierunkach 7. Sprawność odzysku dochodzi do 85%. Zaletą tego wymiennika w stosunku do krzyżowego jest wyeliminowanie zjawiska szronienia.

Wymienniki obrotowe

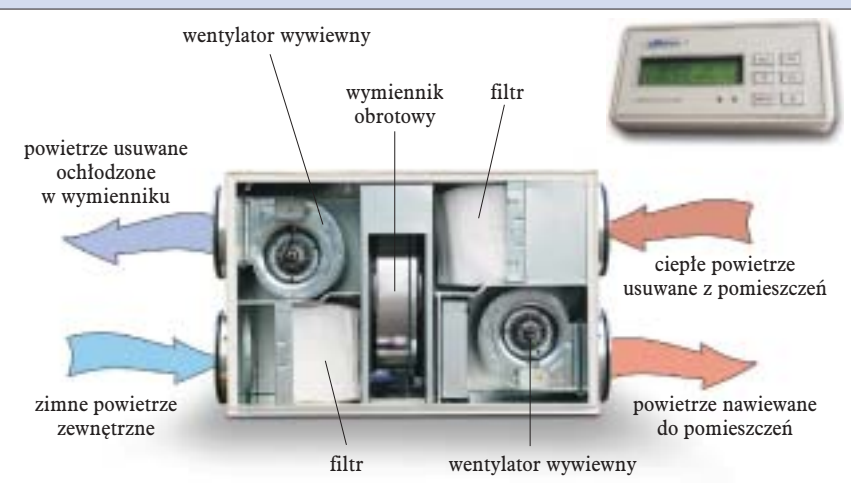
Droższym rozwiązaniem (raczej nie dla domów jednorodzinnych) jest wykorzystanie do odzysku ciepła obrotowego wymiennika ciepła 8. Składa się on z obudowy, wewnątrz której obraca się wirnik z masą akumulującą ciepło. Masę akumulacyjną stanowią płyty miliporowe i folia aluminiowa, tworzące sieć kanałków do przepływu powietrza. Wirnik obraca się z prędkością 10-20 obrotów na minutę. Stały kierunek obrotu pozwala na ogrzanie każdego kanałka najpierw powietrzem usuwanym, a następnie schłodzenie powietrzem pobieranym. Schemat działania wymiennika jest pokazany na rys 9. Jego zaletą stanowi wysoka sprawność odzysku ciepła, dochodząca do

8 Centrala z wymiennikiem obrotowym (fot. Centrum Klimy)

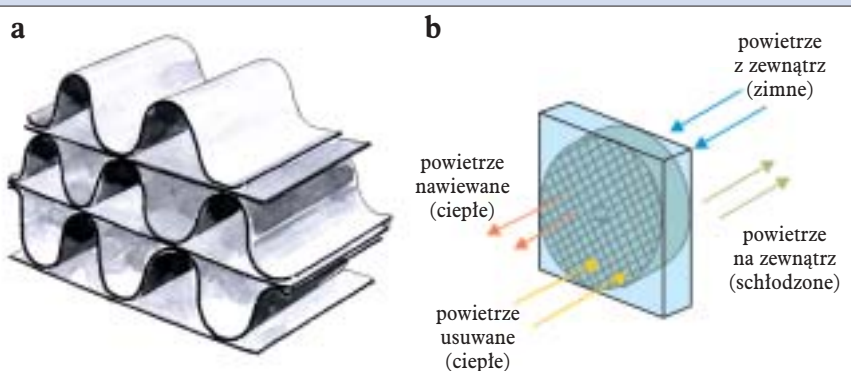


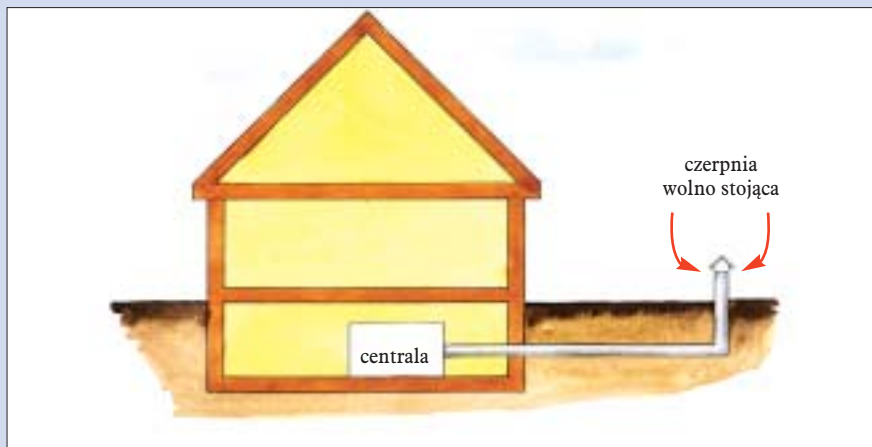
6 Centrala z dwoma wymiennikami krzyżowymi (fot. Ecotherm)

7 Centrala z wymiennikiem przeciwpądowym (fot. Systemair)



9 a – budowa wymiennika obrotowego, b – schemat działania wymiennika obrotowego





10 Czerpnia wolno stojąca

90%. Konstrukcja pozwala na odzysk nie tylko ciepła, ale także wilgoci. Gdy wymiennik zostanie pokryty substancją higroskopijną, to w okresie zimowym będzie ona odbierała wilgoć z powietrza usuwanego i przekazywała ją powietrzu świeżemu. Ponieważ powietrze świeże w okresie zimowym jest po podgrzaniu przesuszone, wymiennik będzie je nawilżał, poprawiając jakość powietrza w pomieszczeniu. Regulując prędkość obrotową można zmieniać wydajność i uniknąć wymrażania wilgoci na powierzchni wymiennika.

Inne urządzenia do odzysku ciepła

Dostępne są również urządzenia wykorzystujące rurki ciepła do odzysku ciepła z powietrza usuwanego i przekazywania go nawiewanemu. Można również wykorzystać pompę ciepła pośredniczącą w wymianie ciepła między powietrzem nawiewanym a wywiewanym. Jednak oba przytoczone rozwiązania w chwili obecnej są mało popularne z uwagi na ich bardzo wysoką cenę.

W okresie letnim, w systemie z wymiennikiem gruntowym, zalecane jest wykonanie obejścia rekuperatora, gdyż przyjemne chłodne powietrze wypływające z wymiennika gruntowego podgrzewalibyśmy niepotrzebnie cieplejszym powietrzem wywiewanym z budynku

Elementy instalacji Czerpnia

Pierwszym elementem służącym do pobierania powietrza z otoczenia na potrzeby wentylacji jest czerpnia powietrza. Najczęściej się ją umieszcza w zewnętrznej ścianie budynku, z dala od kominów i wywiewek pionów kanalizacyjnych, aby zapobiec pobieraniu powietrza zanieczyszczonego. Umieszczenie czepni na południowej ścianie budynku zapewnia pobieranie cieplejszego powietrza zewnętrznego niż przy innej jej lokalizacji. Jest to korzystne w okresie zimowym, lecz niekorzystne w letnim. Z odwrotną sytuacją mamy do czynienia przy umieszczeniu czepni w ścianie północnej. Chłodniejsze powietrze jest dostępne zarówno latem jak i zimą. Tej sprzeczności można

uniknąć, wykonując dwie czepnie – północną i południową. Na kanałach, łączących je z centralą, powinny się znajdować przepustnice, umożliwiające przełączanie miejsca pobierania powietrza odpowiednio do pory roku.

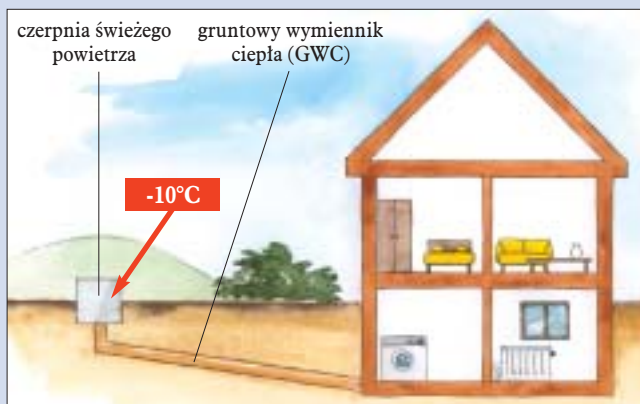
Dobrym rozwiązaniem jest zbudowanie czepni wolno stojącej w przydomowym ogródku, na wysokości metra nad ziemią **10**. Kanał wentylacyjny, odchodzący od czepni do centrali, jest zakopany w ziemi poniżej głębokości zamarzania gruntu i spełnia rolę wymiennika gruntowego, dogrzewającego **11** lub ochładzającego

czego **12** powietrze w zależności od pory roku. Dostępne są całe systemy rur **13** do wykonania wymiennika wraz z czerpnią w

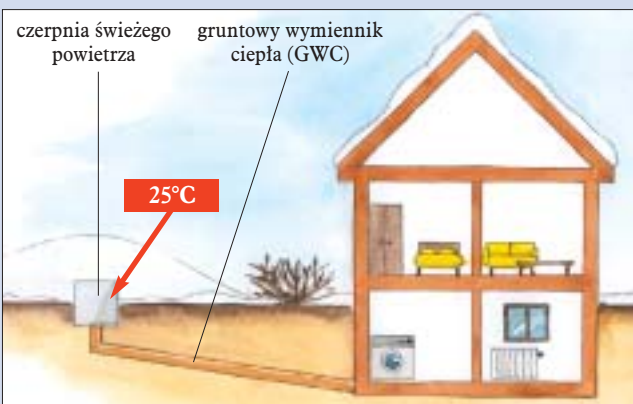
13 System rur z czerpnią powietrza (fot. Rehau)

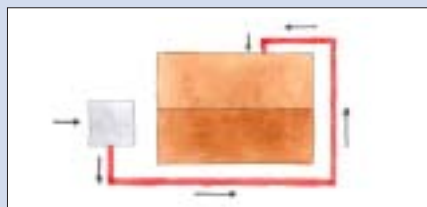


11 Dogrzewanie powietrza zimą (wg rys. Rehau)



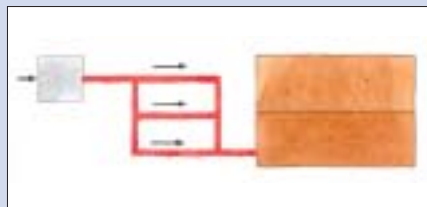
12 Ochładzanie powietrza latem (wg rys. Rehau)





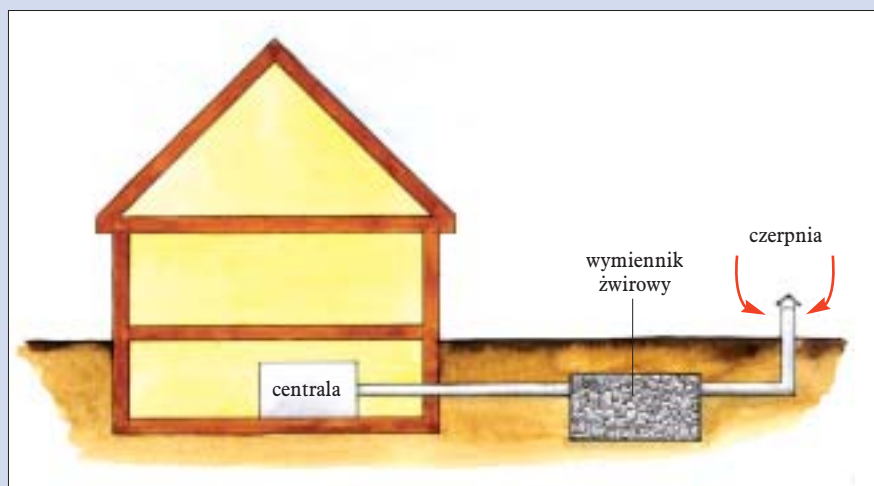
14 Instalacja blokowa w układzie Tichelmann'a (wg rys. Rehau)

15 Instalacja pierścieniowa (wg rys. Rehau)



wersji instalacji blokowej w układzie Tichelmann'a **14** i pierścieniowej **15**. Cechą szczególną tych rur jest posiadanie dodatkowej specjalnej warstwy wewnętrznej o właściwościach przeciwbakteryjnych. Możliwe jest również zbudowanie wymiennika gruntowego w postaci komory wypełnionej kamieniami i żwirem **16**. Temperatura ścianek wymiennika jest zbliżona do temperatury gruntu, wynoszącej $+8^{\circ}\text{C}$. Zimą powietrze przepływając przez komorę i omywając kamienie ulega wstępnemu ogrzaniu, natomiast latem jest wychładzane. W okresach przejściowych (wiosna i jesień) wymienniki gruntowe powodują niekorzystne wychładzanie powietrza świeżego. Dlatego w tym okresie zalecane jest wykorzystywanie czepni ściennych. Jednak należy zwrócić uwagę, że **wymienniki gruntowe możemy stosować tylko na działkach o niskim poziomie wód gruntowych**. Przy wysokim poziomie będą one zalewane wodą i nie spełnią swojej funkcji.

16 Żwirowy wymiennik gruntowy



Sieć kanałów

W systemie wentylacji z odzyskiem ciepła bardzo istotną rolę odgrywają kanały wentylacyjne. **Projektując dom, należy przewidzieć trasy prowadzenia przewodów**, gdyż ich wymiary wahają się od 80 do 250 mm. Z reguły centralę wentylacyjną lokalizuje się na poddaszu lub w piwnicy, centralnie względem obrysu budynku. Pozwala to na minimalizację poziomych odcinków kanałów i w miarę symetryczne układy kanałów rozprowadzających powietrze do pomieszczeń. Również połączenie z czepnią i wyrzutnią nie nastręcza kłopotów, a powstający w czasie pracy hałas nie przeszkadza osobom przebywającym w innych pomieszczeniach. Kanały wentylacyjne z reguły wykonuje się z rur *spiro* **17** z uwagi na ich niską cenę i prosty montaż. Należy zwrócić uwagę, aby średnice kanałów nie były zbyt małe, bo powoduje to wzrost oporów przepływu. Zbyt małe średnice przewodów są ponadto dodatkowym źródłem hałasu w instalacji. Nawiewniki z przewodami *spiro* łączy się przy użyciu przewodów elastycznych **18**. Zaleca się, aby posiadały one izolację termiczno-akustyczną. Przewody elastyczne z taką izolacją mają od

17 Kanały spiro (fot. Lindab)



18 Przewody elastyczne (fot. Centrum Klimy)

wewnętrznej strony perforację, natomiast przewody z izolacją jedynie termiczną nie mają perforacji. Zastosowanie izolacji termiczno-akustycznej pozwala z jednej strony zabezpieczyć się przed wykraplaniem wilgoci w przewodach, z drugiej – wytłumić hałas powstający w instalacji.

Nawiewniki

Najczęściej stosuje się anemostaty lub kratki nawiewne **19**. Lepiej, żeby były z metalu. Plastikowe ulegają silnemu naelektryzowaniu i przyciągają kurz. Nawiewniki metalowe prawie się nie elektryzują. O wiele rzadziej zatem trzeba je czyścić.

Automatyka

Zastosowanie sterowników i programatorów **20** pozwala na optymalne sterowanie ilością i temperaturą powietrza nawiewanego, odpowiednio do pory dnia. Z reguły można zaprogramować kilka cykli pracy centrali. W systemie znajdują się czujniki temperatury powietrza, wilgotności, zawartości dwutlenku węgla. Automatyka może informować o uszkodzeniach i koniecznych pracach serwisowych.

Źródła hałasu

Podstawowym źródłem hałasu w instalacjach są wentylatory. W centrali znajdują się dwa: nawiewny i wywiewny. Oprócz nich źródłem hałasu są wymienniki ciepła. Okazuje się, że im wyższa sprawność wymiennika, tym bardziej on hałasuje. Aby ten hałas zmniejszyć, stosuje się tłumiki, montowane na kanałe zarówno nawiewnym, jak i wyciągowym. W dobrej klasy centralach znajdują się ciche wentylatory i dobrze wytłumiona obudowa.

REKLAMA



19 Anemostaty i nawiewniki (fot. archiwum, CWK)

Na co zwrócić uwagę przy zakupie

Podstawowym parametrem, jakim się należy kierować przy wyborze centrali, jest poziom emitowanego przez nią hałasu. Dlatego warto wybrać urządzenie droższe, ale pozwalające spokojnie spać w nocy. Dobrej klasy centrale, wykonane z wysokiej jakości podzespołów, są podczas pracy prawie niesłyszalne.

Drugim bardzo ważnym parametrem jest stopień odzysku ciepła. Wielu producentów podaje teoretyczną spraw-

ność centrali w warunkach idealnych. Ale nasza będzie pracować w warunkach rzeczywistych. Dlatego warto zwrócić uwagę na wartość odzysku ciepła przy różnych trybach pracy. Wymienniki o wysokiej sprawności mają większe opory przepływu i wymagają większego zużycia energii elektrycznej przez wentylatory. Powoduje to, że zastosowanie wysoko-sprawnej centrali może być ekonomicznie mniej korzystne niż mniej sprawnej,

za to o mniejszych oporach w wymienniku.

Trzecim parametrem jest spręż wentylatorów. Powinien on być dobrany do oporów instalacji. Przy zbyt małym sprężu powietrze nie dotrze do najbardziej oddalonych nawiewników.

Czwartym parametrem są koszty wymiany filtrów. Z reguły należy je wymieniać co kwartał.

Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - rekuperatory **EKOZEFIR**

Oferujemy elementy systemów wentylacyjnych (kanały, kształtki, tłumiki, kratki wentylacyjne), klimatyzatory, nagrzewnice powietrza, kurtyny powietrzne, wentylatory

EKO KLIMAX - PROJEKT sp. J.
Klimatyzacja - Wentylacja - Ogrzewanie

ul. Podolska 13
85-055 Bydgoszcz
tel./faks (52) 321 24 53, 349 51 35
www.ekoklimax.com.pl
e-mail: biuro@ekoklimax.com.pl



20 Sterowniki i programatory (fot. Elektra)



Info Rynek

Firmy:

BARTOSZ
(85) 745 57 12 www.bartosz.com.pl

BURSA
(58) 622 14 44 www.bursa.pl

CENTRUM KLIMA
(22) 868 25 28 www.centrumklima.pl

CWK (kratki, nawiewniki)
(42) 671 32 99 www.cwk.com.pl

DAIKIN AIRCONDITIONING POLAND
(22) 846 44 64 www.daikin.pl

DORSYSTEM
(75) 641 22 36 www.rekuperator.com.pl

DOSPTEL
(34) 365 98 43 www.dospel.com

ECOTHERM
(22) 607 98 43 www.versatech.pl

EKO KLIMAX-PROJEKT
(52) 321 24 53 www.ekoklimax.com.pl

ELEKTRA
(22) 843 32 82 www.elektra.pl

EMKA
(22) 646 59 31 www.rekuperatory.pl

FLOP SYSTEM
(71) 325 14 20 www.flopsystem.pl

ISTPOL
(22) 663 48 15 www.istpol.pl

KLIMAWENT
(58) 629 64 80 www.klimawent.com.pl

KOSS
(22) 729 84 14 www.koss.pl

LINDAB (przewody wentylacyjne)
(22) 751 88 90 www.lindab.pl

MASA-THERM POLSKA
(22) 863 30 94 www.masatherm.pl

OSSMET
(61) 815 82 80 www.ossmet.com.pl

PRO-VENT SYSTEMY WENTYLACYJNE
(77) 441 12 56 www.pro-vent.com.pl

REMAU (gruntowy wymiennik ciepła)
(61) 849 84 00 www.remau.pl

SYSTEMAIR
(22) 703 50 00 www.systemair.pl

WENT-DOM
(22) 840 46 74 www.went-dom.pl

VENTURE INDUSTRIES
(22) 751 95 50 www.venture.pl

Co, za ile:

Koszt centrali wentylacyjnej z odzyskiem ciepła o wydajności 250 m³/h wynosi 3000-6000 zł. Rozpiętość cen nie zależy od rodzaju zastosowanego wymiennika, czyli od tego czy jest to wymiennik krzyżowy, przeciwprądowy lub obrotowy, ale od producenta, wyposażenia dodatkowego centrali (np. w grzałkę elektryczną), automatyki, rodzaju wentylatora i rodzaju zabezpieczenia przed mrozem.

Koszt materiałów potrzebnych do wykonania instalacji:
- rura stalowa ocynkowana spiro średnicy 100 mm – ok. 7 zł/m;

- sztywne przewody prostokątne z tworzywa sztucznego o wymiarach 120x60 mm – 16 zł/m;

- nawiewniki i kratki wywiewne – ok. 30 zł/szt.

Łączny koszt instalacji nawiewno-wywiewnej, składającej się z rekuperatora, przewodów, nawiewników i krutek wywiewnych, tłumiku hałasu wraz z montażem wraz z jej wykonaniem wynosi 5000-10 000 zł.