

# Wytyczne dla instalacji wentylacyjnej z odzyskiem ciepła (systemu rekuperacji) w domach jednorodzinnych

Grzegorz Grygier  
Paweł Szyperski

Autorzy:  
**mgr Grzegorz Grygier**  
**mgr inż. Paweł Szyperski**

Materiał został opracowany we współpracy z członkami  
Grupy Technicznej „Wentylacja w domach jednorodzinnych”  
działającej w Stowarzyszeniu Polska Wentylacja

*Materiał jest objęty prawem autorskim.*

*Przedruk i kopiowanie w części lub całości w jakikolwiek sposób bez pisemnej zgody wydawcy są zabronione.*

*Wydawca dołożył wszelkiej staranności, aby publikacja nie zawierała błędów,  
przy czym wydawca nie ponosi odpowiedzialności za skutki popełnionych, niezamierzonych błędów.*

Wydawca:



**Stowarzyszenie  
Polska  
Wentylacja**

ul. Wiśniowa 40B lok.6, 02-520 Warszawa  
tel./fax: 22 542 43 14  
spw@wentylacja.org.pl  
www.wentylacja.org.pl

Wydanie I

ISBN 978-83-934941-1-8

Przygotowanie do druku:  
dtpress@hot.pl | 501 725 926

## SŁOWO WSTĘPNE

Wytyczne dla instalacji wentylacyjnej z odzyskiem ciepła w domach jednorodzinnych zostały przygotowane w ramach działań Grupy Technicznej „Wentylacja w domach jednorodzinnych” działającej w Stowarzyszeniu Polska Wentylacja.

Wytyczne opracowano na podstawie uregulowań prawnych i długoletniego praktycznego doświadczenia firm zaangażowanych w te prace. W niektórych wypadkach rekomendujemy rozwiązania przekraczające minimalne wymagane przez przepisy prawa, mając na uwadze przede wszystkim większy komfort użytkownika budynków przez ich przyszłych mieszkańców.

Wytyczne zostały przygotowywane przede wszystkim z myślą o dwóch grupach odbiorców: instalatorach zajmujących się montażem instalacji wentylacyjnych w domach jednorodzinnych oraz inwestorach.

Stanowią rodzaj wspólnej platformy porozumienia pomiędzy instalatorami i inwestorami, z jednej strony ukierunkowując wykonawców na określone cele, z drugiej dając inwestorom wiedzę, czego bezwzględnie powinni wymagać od instalatorów, by ich system był w pełni efektywny, a środki przeznaczone na jego zakup dobrze zainwestowane.

Tworząc ideę wytycznych, nie wzorowaliśmy się na innych krajach. Jest to pomysł autorski dostosowany do wymagań i specyfiki polskiego rynku. Jako szef grupy technicznej nie uważam, że opracowane przez nas wytyczne będą panaceum na wszystkie problemy branży wentylacyjnej, ale na pewno mogą coś zmienić na lepsze.

Co i na ile – to już zależy od Państwa.

*Grzegorz Grygier*

## SPIS TREŚCI

<b>I. Założenia ogólne – informacje podstawowe</b> .....	6
1.1. Rola wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła.....	6
1.2. Zasada działania wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła.....	6
1.3. Podstawowe elementy systemu wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła .....	7
1.3.1. Centrala wentylacyjna z odzyskiem ciepła (potocznie zwana rekuperatorem) .....	7
1.3.1.1. Wymiennik ciepła .....	8
1.3.1.2. Wentylatory .....	9
1.3.1.3. By-pass .....	9
1.3.1.4. Sterowniki .....	10
1.3.1.5. Filtry .....	10
1.3.1.6. Układ antyzamrozeniowy .....	10
1.3.2. Przewody wentylacyjne .....	11
1.3.3. Elementy nawiewne .....	12
1.3.4. Elementy wywiewne .....	12
1.3.5. Czerpnia .....	12
1.3.6. Wyrzutnia .....	12
1.4. Dodatkowe elementy systemu wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła.....	12
1.4.1. Gruntowy wymiennik ciepła (GWC).....	13
1.4.2. Elementy grzewcze .....	13
1.4.3. Elementy chłodzące .....	13
1.4.4. Pompy ciepła jako element grzewczy lub chłodzący powietrze wentylacyjne .....	13
<b>2. Projektowanie systemu wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła</b> .....	15
2.1. Projekt .....	15
2.2. Zalecana intensywność wymiany powietrza .....	15
2.3. Lokalizacja centrali wentylacyjnej.....	18
2.4. Regulacja systemu wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła.....	18
2.5. Prowadzenie instalacji.....	18
2.6. Rozmieszczenie nawiewników .....	18
2.7. Lokalizacja czerpni i wyrzutni .....	20
2.8. Izolacja termiczna przewodów wentylacyjnych .....	20
2.9. Prowadzenie przewodów wentylacyjnych i ich inspekcja .....	21
2.10. Rozmieszczenie klap rewizyjnych.....	21

<b>3. Wykonanie systemu wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła</b> .....	22
3.1. Projekt .....	22
3.2. Zalecenia materiałowe .....	22
3.3. Mocowanie do przegród .....	22
3.4. Zaślepienie kanałów .....	23
3.5. Łączenie elementów wentylacyjnych i uszczelnianie połączeń .....	23
3.6. Dodatkowe zabezpieczenia .....	23
3.7. Dostęp do elementów instalacji .....	23
3.8. Dostęp do centrali wentylacyjnej .....	23
3.9. Odpyływ skroplin .....	23
3.10. Stolarka wewnętrzna – wymagania .....	24
<b>4. Centrala wentylacyjna z odzyskiem ciepła (rekuperator)</b> .....	25
4.1. Wymagana dokumentacja techniczna .....	25
4.2. Podstawowe wymagania dla centrali wentylacyjnej z odzyskiem ciepła .....	26
4.3. Sterowanie .....	26
4.4. Uruchomienie i odbiór .....	27
4.5. Eksploatacja .....	28
<b>5. Inne urządzenia w domu a wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna z odzyskiem ciepła</b> .....	29
5.1. Kominiek .....	29
5.2. DGP – system Dystrybucji Gorącego Powietrza .....	30
5.3. Kotły .....	30
5.4. Okap kuchenny .....	30
5.5. Odkurzacz centralny .....	31
<b>Lista sprawdzająca</b> .....	32
<b>Protokół regulacji/skuteczności instalacji nawiewno-wywiewnej budynku</b> .....	34
<b>Protokół odbioru końcowego instalacji nawiewno-wywiewnej w budynku</b> .....	36
<b>Słownik pojęć</b> .....	38

# I. ZAŁOŻENIA OGÓLNE – INFORMACJE PODSTAWOWE

## I.1 Rola wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła

Rolą wentylacji mechanicznej jest dostarczanie optymalnej ilości świeżego powietrza do budynku i usuwanie z niego powietrza zanieczyszczonego. W odróżnieniu od wentylacji grawitacyjnej wentylacja mechaniczna charakteryzuje się możliwością regulacji ilości powietrza dostarczanego do budynku niezależnie od warunków atmosferycznych, a wpływ na jej intensywność ma użytkownik systemu. Zaletą systemu wentylacji mechanicznej jest dodatkowo możliwość zastosowania odzysku ciepła (i opcjonalnie wilgoci), co pozwala zmniejszyć koszty ogrzewania i zdecydowanie poprawić jakość powietrza i komfort życia.

Urządzenia wentylacji mechanicznej powinny pracować w sposób ciągły (również podczas nieobecności użytkownika). Instalacja powinna obsługiwać wszystkie pomieszczenia w budynku, zapewniając optymalną wymianę powietrza ze względu na wymagania higieniczne, usuwanie zanieczyszczeń i wilgoci.

Brak prawidłowo działającej wentylacji może powodować złe samopoczucie, problemy zdrowotne, a także zawilgocenie, a w skrajnych przypadkach zagrzybienie ścian i innych przegród zewnętrznych.

## I.2 Zasada działania wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła

Świeże powietrze jest pobierane z zewnątrz budynku za pomocą czepni i dostarczane przez przewód wentylacyjny do centrali wentylacyjnej (rekuperatora<sup>1</sup>). W centrali wentylacyjnej powietrze przechodzi przez wymiennik, gdzie wymienia ciepło z powietrzem wyciąganym z pomieszczeń. Po przejściu przez centralę wentylacyjną powietrze jest dostarczane przez sieć przewodów nawiewnych do pomieszczeń użytkowych<sup>2</sup>, takich jak: salon, sypialnie, pokoje dzienne, gabinety. Przepływ powietrza w instalacji jest wymuszany przez wentylatory centrali wentylacyjnej.

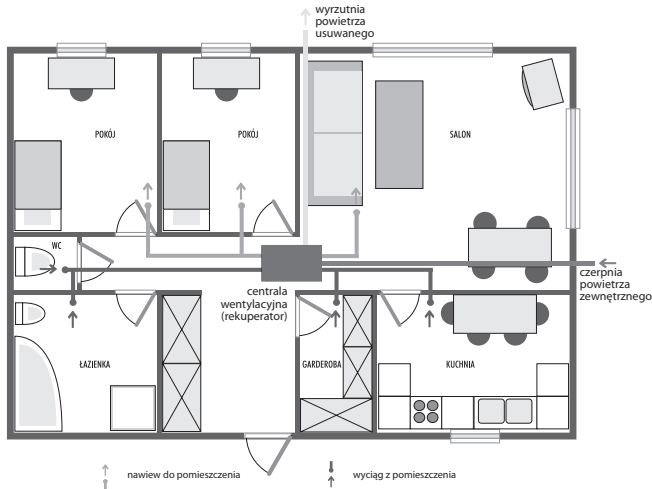
W typowych budynkach jednorodzinnych o małej powierzchni najczęściej stosuje się wyciągi z pomieszczeń sanitarnych i pomocniczych, takich jak łazienka, kuchnia, toaleta, garderoba, spiżarnia, pomieszczenie gospodarcze itp. W domach jednorodzinnych o dużej powierzchni stosuje się również wyciągi z pomieszczeń mieszkalnych, nie zapominając o priorytecie zapewnienia usuwania wilgoci i zanieczyszczeń z pomieszczeń higieniczno-sanitarnych i pomocniczych. Z takim przypadkiem możemy mieć do czynienia, gdy pokoje mają dużą powierzchnię i kubaturę lub kiedy liczba

---

<sup>1</sup> W podstawowym swoim znaczeniu „rekuperator” oznacza wymiennik ciepła, którym odzyskuje się ciepło w instalacji wentylacyjnej. Potocznie jednak słowem „rekuperator” określa się centralkę wentylacyjną wyposażoną w wentylatory, filtry, układ sterowania oraz wymiennik ciepła umożliwiający odzysk ciepła z powietrza wentylacyjnego.

<sup>2</sup> Poradnik adresowany jest głównie do inwestorów, projektantów i użytkowników budynków mieszkalnych, dlatego nie wymienia się w tym miejscu innych pomieszczeń znajdujących się w tzw. budynkach użyteczności publicznej, czyli biur, sal konferencyjnych itp.

pomieszczeń mieszkalnych znacząco przewyższa liczbę pomieszczeń higieniczno-sanitarnych i pomocniczych, np. w rezydencjach.



Schemat ideowy instalacji wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła

Świeże powietrze przepływa między pomieszczeniami przez szczelinę pod drzwiami, kratkę lub otwór w dolnej części drzwi. Z pomieszczeń sanitarnych i pomocniczych zużyte powietrze jest usuwane za pomocą elementów wyciągowych. Przez wyciągowe przewody wentylacyjne dociera ono do rekuperatora, gdzie w wymienniku ciepła oddaje swoją energię cieplną świeżemu, czerpanemu powietrzu. Następnie przez przewody wentylacyjne i wyrzutnię jest usuwane na zewnątrz budynku.

UWAGA: Należy wziąć pod uwagę, że w niektórych rozwiązaniach central wentylacyjnych wyposażonych w regeneracyjny wymiennik ciepła, może dochodzić do kilkuprocentowej recyrkulacji (tzw. „przecieków”) powietrza wywiewanego do powietrza świeżego dostarczanego do pomieszczeń.

### 1.3 Podstawowe elementy systemu wentylacji z odzyskiem ciepła (rekuperacji)

- ◆ centrala wentylacyjna z odzyskiem ciepła (potocznie zwana rekuperatorem),
- ◆ przewody wentylacyjne,
- ◆ elementy nawiewne i wywiewne (zawory, anemostaty, kratki, inne),
- ◆ czerpnia,
- ◆ wyrzutnia.

#### 1.3.1. Centrala wentylacyjna z odzyskiem ciepła (rekuperator)

Urządzenie służące do wymiany powietrza w budynku pełniące dodatkowo funkcję odzysku ciepła (w zaawansowanych centralach również odzysku wilgoci) i filtracji powietrza.

Elementami centrali wentylacyjnej z odzyskiem ciepła są:

### 1.3.1.1. Wymiennik ciepła

Element centrali wentylacyjnej decydujący o efektywności odzysku ciepła. Najczęściej zbudowany z tworzywa lub aluminium. Zasada działania wymiennika polega na przepływie ciepłego i zimnego powietrza wąskimi przylegającymi do siebie kanalikami, dzięki czemu dochodzi do wymiany energii cieplnej pomiędzy obydwooma strumieniami powietrza. Najczęściej stosowane w domowych centralach wentylacyjnych rodzaje wymienników ciepła różnią się od siebie konstrukcją i efektywnością odzysku ciepła (zwaną często sprawnością rekuperatora):

- ♦ płytowe wymienniki krzyżowe – zbudowane z naprzemiennie ułożonych kanalików, w których poszczególne strumienie powietrza przepływają prostopadle do siebie, czyli w układzie krzyżowym. Najczęściej spotykany zakres efektywności (zwykle nazywanej sprawnością) odzysku ciepła dla tych konstrukcji to 50-70%. W poprawnie skonstruowanych rekuperatorach konstrukcja ta zapewnia pełne odseparowanie obydwu strumieni powietrza (minimalny przeciek). UWAGA: W ostatnim okresie pojawiły się na rynku konstrukcje wymiennika płytowo krzyżowego, w których ścianka wymiennika jest zbudowana ze specjalnego tworzywa umożliwiającego dodatkowo przekazywanie wilgoci pomiędzy obydwooma strumieniami powietrza. Jednak konstrukcja ta wymaga bardzo wysokiego poziomu czystości powietrza wywiewanego oraz skutecznej filtracji powietrza czerpanego,
- ♦ płytowe wymienniki przeciwpądowe – konstrukcja podobna jak w wymiennikach krzyżowych, ale kanaliki ułożone są równolegle do siebie, a powietrze przepływa w nich w przeciwnych kierunkach. Dzięki temu oraz zwiększonej powierzchni wymiany ciepła, wymienniki przeciwpądowe uzyskują wyższą efektywność niż krzyżowe, nawet do wartości około 90%. Występują one również w wersji z odzyskiem wilgoci,
- ♦ wymienniki obrotowe (których bardziej poprawna nazwa powinna brzmieć „regeneracyjny wymiennik obrotowy” – wymiana ciepła pomiędzy dwoma strumieniami powietrza polega na tym, że obracający się walec (wirnik), skonstruowany z kanalików utworzonych z cienkiej blachy (lub innego materiału), przez które przepływa powietrze, obraca się z niewielką prędkością obrotową, kontaktując się okresowo z ciepłym i zimnym strumieniem powietrza. W czasie kontaktu ze strumieniem ciepłego powietrza ciepło jest przekazywane i akumulowane w masie materiału regeneratora, aby po pewnym czasie (gdy znajdzie się on w strumieniu zimnego powietrza) oddać je do tego powietrza odpowiednio je podgrzewając. Ze względu na opisaną powyżej konstrukcję wymiennika, niewielka część powietrza wyciąganego miesza się z powietrzem nawiewanym. Najczęściej spotykane wartości efektywności tego rodzaju konstrukcji to 75-90%. Standardową funkcją wymiennika obrotowego jest również odzysk wilgoci. Zastosowanie dodatkowej warstwy higroskopijnej umożliwia zwiększenie odzysku wilgoci. UWAGA: Odpowiednio dobrany układ regulacji i sterowania umożliwia uniknięcie niepożądanego efektu szronienia wymiennika w czasie jego eksploatacji w okresie zimowym.



- ♦ regeneracyjne, periodyczne (rewersyjne) wymienniki ciepła. Proces wymiany ciepła jest analogiczny do procesu zachodzącego w wymienniku obrotowym. Różnica polega na tym, że masa akumulacyjna w wymienniku rotacyjnym jest ruchoma i przemieszcza się pomiędzy strumieniami powietrza. W przypadku wymiennika periodycznego masa akumulacyjna pozostaje nieruchoma a odpowiedni zespół przepustnic kieruje naprzemiennie odpowiednio strumień powietrza usuwanego z pomieszczenia i świeżego do regeneratora. W przypadku wymiennika obrotowego układ automatyki steruje prędkością obrotową wirnika, w przypadku zaś wymiennika periodycznego zespołem przepustnic odpowiedzialnych za odpowiedni rozdział strumieni powietrza. Z uwagi na opisaną powyżej konstrukcję wymiennika, niewielka część powietrza wywiewanego miesza się w nim z powietrzem nawiewanym. Wymienniki tego typu charakteryzują się efektywnością odzysku ciepła na poziomie 80-95% oraz wilgoci 75-85%. Czas przełączenia wymiennika powinien być uzależniony od warunków temperaturowych, w których działa urządzenia i jest on ustalany przez odpowiedni układ automatyki. Zapewnia to między innymi możliwość uniknięcia efektu szronienia wymiennika w całym okresie eksploatacji w strefie klimatycznej, w której leży Polska.

Ze względu na osiągnięte wartości współczynników efektywności, wymienniki ciepła można podzielić na: standardowe (efektywność w granicach 40-60%), o średniej efektywności (efektywność w granicach 60-80%) i wysokoefektywne (efektywność powyżej 80%).

Zastosowanie wymienników ciepła o wysokiej sprawności znacząco obniża koszty ogrzewania budynków.

### *1.3.1.2. Wentylatory*

Urządzenia służące do wymuszenia ruchu powietrza w instalacji wentylacyjnej. Można wyróżnić dwa typy wentylatorów ze względu na sposób ich zasilania:

- ♦ stałoprądowe – umożliwiają ciągłą regulację wydajności układu wentylacyjnego w zakresie od 15 do 100%, przy jednoczesnym ograniczeniu zużycia energii elektrycznej, szczególnie dla silników elektronicznie komutowanych (EC),
- ♦ zmiennoprądowe – mają fabrycznie ustawione stałe parametry wydajności na poszczególnych biegach (regulacja wielostopniowa). Możliwa jest również regulacja ciągła poprzez zastosowanie dodatkowych regulatorów, co jednak nie wpływa znacząco na ograniczenie zużycia energii elektrycznej.

Zaleca się, by w domach jednorodzinnych stosować centrale wentylacyjne z silnikami stałoprądowymi, co pozwala na dopasowanie wydajności systemu do aktualnych potrzeb użytkownika oraz znacząco obniża koszty jego użytkowania.

### *1.3.1.3. By-pass*

Element centrali wentylacyjnej, stanowiący specjalne obejście powietrza nawiewanego, stosowany w centralach z płytowymi wymiennikami ciepła. Działanie by-passu polega na przepływie

powietrza przez centralę z pominięciem wymiennika ciepła. Stosuje się go w okresie letnim w celu schłodzenia budynku, gdy temperatura zewnątrz jest niższa niż wewnątrz budynku. W takiej sytuacji by-pass otwiera się, powodując przejście powietrza nawiewanego poza wymiennikiem ciepła, co powoduje nawiew chłodniejszego, powietrza z zewnątrz.

W okresie zimowym automatyczny by-pass może stanowić zabezpieczenie wymiennika ciepła przed zamarzaniem (szronieniem).

Wyróżniamy dwa typy by-passów:

- ♦ automatyczny – otwarcie lub zamknięcie kłapy następuje bez ingerencji użytkownika, przy czym ma on możliwość ustawienia parametrów pracy urządzenia,
- ♦ ręczny – regulacja następuje poprzez zdjęcie kłapy serwisowej centrali wentylacyjnej i ręczne zastąpienie wymiennika ciepła tzw. kasetą letnią.

Największą efektywność i wygodę zapewni zastosowanie by-passu automatycznego.

#### *1.3.1.4. Sterowniki*

Ich zadaniem jest regulacja strumienia powietrza w zależności od zapotrzebowania budynku.

Sterowanie wydajnością systemu centrali wentylacyjnej może się odbywać w sposób:

- ♦ ręczny – sterowniki stopniowe pozwalają ręcznie ustawić wydajność wentylatorów (strumienie powietrza nawiewanego i wywiewanego z pomieszczeń),
- ♦ automatyczny – rozbudowane układy sterowania, które w zależności od wersji, pozwalają na regulację strumieni powietrza zgodnie z programem czasowym lub w wersjach zawansowanych, umożliwiając regulację strumieni powietrza oraz bieżących wartości parametrów powietrza w pomieszczeniach (np. wilgotność powietrza oraz zawartość CO<sub>2</sub>).

Zaleca się stosowanie sterowania automatycznego. Sterowanie ręczne, wymagające kilkukrotnej zmiany parametrów, jest niepraktyczne i w przypadku braku zmiany ustawień może powodować zbyt intensywną wentylację zimą lub zbyt małą intensywność wymiany powietrza latem.

#### *1.3.1.5. Filtry*

Zamontowane są w centrali wentylacyjnej i służą do filtracji powietrza nawiewanego i wywiewanego. Służą one nie tylko do oczyszczania powietrza, lecz także chronią wymiennik ciepła przed zabrudzeniem i zwiększają jego żywotność (okres eksploatacji).

#### *1.3.1.6. Układ antyzamrozeniowy*

Służy zabezpieczeniu płytowego wymiennika ciepła przed zamarzaniem (szronieniem) i gromadzeniem się lodu (szronu) na jego powierzchni.

UWAGA: Wymienniki obrotowe oraz regeneratory rewersyjne użytkowane w typowych warunkach wilgotnościowych dla domów jednorodzinnych nie wymagają układu antyzamrozeniowego.

Rodzaje układów antyzamrozeniowych stosowane w centralach wentylacyjnych z wymiennikami płytowymi:

- a) zastosowanie elektrycznej nagrzewnicy wstępnej – zadaniem tej nagrzewnicy jest wstępne podgrzewanie powietrza zewnętrznego do temperatury, przy której szronienie już nie występuje. UWAGA: Energooszczędne rozwiązania central wentylacyjnych dodatkowo sterują nagrzewnicą w funkcji stopniominut, czyli nagrzewnica załącza się i wyłącza po określonym czasie uzależnionym od temperatury powietrza zewnętrznego; takie rozwiązanie podyktowane jest faktem, iż szronienie jest procesem rozłożonym w czasie i włączanie nagrzewnicy od razu po uchwyceniu niskiej temperatury nie jest uzasadnione,
- b) zastosowanie automatycznego by-passu – część powietrza nawiewanego omija wymiennik ciepła, dzięki czemu ogrzane powietrze wywiewane zapobiega zamarzaniu wymiennika; UWAGA: Należy zwrócić uwagę, że w tym okresie powietrze świeże wypływa z centrali wentylacyjnej niepodgrzane, w związku z tym wymagane jest zastosowanie w takim przypadku dodatkowej nagrzewnicy wtórnej,
- c) automatyczne zwalnianie obrotów wentylatora nawiewnego – zmiana proporcji strumienia ogrzanego powietrza wywiewanego do strumienia powietrza nawiewanego zapobiega zamarzaniu wymiennika,
- d) wyłączenie wentylatora nawiewnego – skierowanie na wymiennik ciepła wyłącznie ogrzanego powietrza wywiewanego zapobiega zamarzaniu wymiennika ciepła; UWAGA: W tym przypadku zaleca się uwzględnienie dodatkowej wydajności grzewczej w systemie C.O. na podgrzanie powietrza wentylacyjnego w tym okresie.
- e) zastosowanie recyrkulacji – mieszanie powietrza zewnętrznego z ogrzanym powietrzem wywiewanym, powoduje zwiększenie temperatury powietrza na wlocie do wymiennika ciepła i zapobiega jego zamarzaniu. UWAGA: W tym przypadku powietrze recyrkulacyjne nie może pochodzić z pomieszczeń sanitarnych i pomocniczych.

Poza przypadkami a) i b) wszystkie pozostałe sposoby ograniczają strumień powietrza świeżego (wentylacyjnego) dostarczanego do pomieszczeń w okresie trwania cyklu odszraniania.

Dodatkową ochroną wymiennika ciepła przed zamarzaniem jest zastosowanie gruntowego wymiennika ciepła jako elementu wstępnie podgrzewającego powietrze zewnętrzne, stanowiącego uzupełnienie dla instalacji wentylacyjnej (patrz pkt. 1.4.1).

### 1.3.2. Przewody wentylacyjne

Wykonane są najczęściej ze stalowych rur zwijanych lub innych sztywnych materiałów. Służą do transportowania powietrza. W instalacji wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła wyróżniamy cztery typy kanałów:

- ♦ przewód czerpny – łączy czerpnię powietrza z centralą wentylacyjną, transportuje powietrze zewnętrzne do centrali, gdzie jest ono poddawane obróbce termicznej i jakościowej,
- ♦ przewody nawiewne – prowadzą od centrali wentylacyjnej do elementów nawiewnych w po-

mieszkańcach mieszkalnych, transportują powietrze, które zostało już poddane obróbce termicznej i jakościowej,

- ♦ przewody wywiewne – prowadzą od elementów wywiewnych zlokalizowanych w pomieszczeniach sanitarnych i pomocniczych do centrali wentylacyjnej, transportują powietrze niosące ze sobą wilgoć i zanieczyszczenia,
- ♦ przewód wyrzutowy – zlokalizowany pomiędzy centralą wentylacyjną a wyrzutnią zlokalizowaną w dachu budynku lub na ścianie, transportuje powietrze, które oddało już swoją energię w centrali wentylacyjnej, na zewnątrz budynku.

### 1.3.3. Elementy nawiewne

Elementy końcowe instalacji wentylacyjnej służące do wprowadzania powietrza świeżego do budynku. Ich konstrukcja powinna umożliwiać regulację lub zawierać elementy dodatkowe, które pozwolą na osiągnięcie założonych wartości przepływów powietrza, oraz kształt zapewniający w danych warunkach prawidłowy napływ powietrza do pomieszczenia w danych warunkach. Ma to duże znaczenie w prawidłowym ulokowaniu konkretnych typów nawiewników.

### 1.3.4. Elementy wywiewne

Elementy końcowe instalacji wentylacyjnej służące do wyprowadzania powietrza z pomieszczeń. Ich konstrukcja powinna umożliwiać regulację lub zawierać elementy dodatkowe, które pozwolą na osiągnięcie założonych wartości przepływów powietrza. Powinny być zawsze zlokalizowane w możliwie najwyższym punkcie pomieszczenia.

### 1.3.5. Czerpnia

Element początkowy instalacji umieszczony w ścianie, w dachu lub w sąsiedztwie budynku, którego zadaniem jest pobieranie świeżego powietrza o możliwie najwyższej czystości. Musi być właściwie zabezpieczony przed przedostawaniem się do niego jakichkolwiek niepożądanych elementów z zewnątrz.

### 1.3.6. Wyrzutnia

Element końcowy instalacji w ścianie budynku, na dachu lub na terenie przylegającym (wyrzutnia terenowa), którego zadaniem jest odprowadzanie zużytego powietrza. Musi być właściwie zabezpieczony przed przedostawaniem się do niego jakichkolwiek niepożądanych elementów z zewnątrz.

## 1.4 Dodatkowe elementy systemu wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła

- ♦ gruntowy wymiennik ciepła,
- ♦ elementy grzewcze (nagrzewnice wtórne),
- ♦ elementy chłodzące (chłodnice),
- ♦ pompy ciepła jako element grzewczy lub chłodzący powietrze wentylacyjne.

#### 1.4.1. Gruntowy wymiennik ciepła (GWC)

Instalacja wspomagająca i uzupełniająca instalację wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła. Świeże powietrze czerpane z zewnątrz, zanim dotrze do instalacji wentylacyjnej wewnątrz budynku, przepływa przez GWC umieszczony na odpowiedniej głębokości w gruncie sąsiadującym z budynkiem. Wymiennik gruntowy wykorzystuje energię cieplną zmagazynowaną w gruncie, którego temperatura na głębokości ok. 1,5 m poniżej rzędnej terenu oscyluje na poziomie ok. 8°C. Zimą GWC służy do wstępnego podgrzewania powietrza (działa jako dodatkowy system antyzamrożeniowy), a latem schładza powietrze nawiewane do pomieszczeń.

Wśród dostępnych na rynku rozwiązań GWC można wymienić wymienniki powietrzne:

- rurowe (transport powietrza odbywa się specjalną rurą),
- płytowe (transport powietrza odbywa się przez strukturę płytową),
- żwirowe (transport powietrza odbywa się przez warstwę żwiru).

Powietrze pełni funkcję medium dla energii cieplnej przekazywanej przez wymiennik. Spotyka się także wymienniki glikolowe (takie same jak stosuje się do pomp ciepła), gdzie ciepło z gruntu przekazywane jest najpierw do zamkniętego układu glikolowego, a potem do powietrza.

GWC najlepiej przewidzieć w momencie sporządzania projektu budynku. Wynika to przede wszystkim z konieczności określenia przestrzeni wymaganej do ułożenia GWC w gruncie, wskazania miejsca wejścia wymiennika do budynku oraz usytuowania czerpni powietrza. W projekcie należy określić moc grzewczą i chłodniczą wymiennika.

UWAGA: Gruntowy wymiennik ciepła nie pełni funkcji klimatyzacji budynku.

#### 1.4.2. Elementy grzewcze

Dodatkowe wtórne nagrzewnice powietrza (wodne lub elektryczne) instalowane najczęściej w przewodzie nawiewnym (poza centralą), służące do podgrzania powietrza dostarczanego do pomieszczeń. Pełnią funkcję poprawiającą warunki komfortu.

#### 1.4.3. Elementy chłodzące

Dodatkowe chłodnice powietrza instalowane najczęściej w przewodzie nawiewnym (poza centralą), służące do schłodzenia powietrza wentylacyjnego jako elementy wspomagające wentylację mechaniczną.

UWAGA: Z uwagi na wielkość strumieni powietrza nie pełnią one funkcji klimatyzacji budynku jedynie mogą pełnić funkcję wspomagającą jego chłodzenie.

#### 1.4.4. Pompy ciepła jako element grzewczy lub chłodzący powietrze wentylacyjne

Pełnią one te same funkcje, co wymienione powyżej elementy grzewcze lub chłodzące, przy dużo wyższej efektywności.

Należy zaznaczyć, że zarówno sama centrala wentylacyjna z odzyskiem ciepła, jak również wyposażenie jej w opisane powyżej elementy dodatkowe, stanowią tylko ewentualne uzupełnienie systemu grzewczo-klimatyzacyjnego budynku.

## 2. PROJEKTOWANIE SYSTEMU WENTYLACJI MECHANICZNEJ Z ODZYSKIEM CIEPŁA

### 2.1 Projekt

System wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła powinien zostać wykonany na podstawie projektu budowlanego domu. Projekt instalacji wentylacyjnej powinien zawierać co najmniej: obliczenia bilansu powietrza, sposób prowadzenia i średnice kanałów wentylacyjnych, umiejscowienie centrali wentylacyjnej, czerpni, wyrzutni, elementów nawiewnych i wywiewnych, parametry centrali wentylacyjnej, wskazanie możliwych do usunięcia kanałów wentylacji grawitacyjnej. W opisie technicznym powinien się znaleźć sposób i zasada działania systemu wentylacji mechanicznej, rodzaj i typ projektowanych materiałów, dane techniczne urządzeń.

Brak projektu uniemożliwia zbudowanie dobrze działającej instalacji i zachowanie parametrów takich jak: ilość wymienianego powietrza, prędkość przepływu powietrza, głośność pracy instalacji.

### 2.2 Zalecana intensywność wymiany powietrza

Strumienie powietrza wentylacyjnego powinny być zgodne z Dziennikiem Ustaw nr 75 Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r., w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z późniejszymi zmianami oraz z PN-83/B-03430/Az3 Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania. Instalacja wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła powinna być tak zaprojektowana, by umożliwić osiągnięcie w każdych warunkach i w okresie całego roku przynajmniej wartości, które podane są w wyżej wymienionym dokumencie. Umożliwi to dopasowanie wydajności systemu do bieżących potrzeb użytkownika. Zalecane wymiany powietrza dla poszczególnych pomieszczeń podaje poniższa tabela, która uwzględni polskie normy i wieloletnie doświadczenie firm instalacyjnych.

UWAGA: Z powodu zróżnicowania poczucia komfortu różnych użytkowników zaleca się projektowanie systemów wentylacji wg wartości zamieszczonych w poniższej tabeli w kolumnie „WARTOŚCI ZALECANE”

Lp.	Rodzaj pomieszczenia i przeznaczenie	WARTOŚCI NORMOWE (minimalne)		WARTOŚCI ZALECANE
		Strumień powietrza nawiewanego	Strumień powietrza wywiewanego	Krotność wymiany lub strumień powietrza
		A		B
		Należy stosować wartość większą z kolumn A lub B		
		[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /h]	[l/h]
I	Kuchnia zamknięta, wyposażona w kuchenkę gazową	70	70	2

2	Kuchnia otwarta, wyposażona w kuchenkę gazową	-	70	2
3	Kuchnia otwarta, wyposażona w kuchenkę elektryczną	-	50	2
4	Łazienka	-	50	2-3
5	WC (bez wanny lub kabiny prysznicowej)	-	30	2-3
6	Pomieszczenia typu wiatrołap oraz pom. pomocnicze typu garderoba, spiżarnia	-	15	1
7	Klatka schodowa/hol	-	-	minimum 50 m <sup>3</sup> /h
8	Pralnia/suszarnia/ pomieszczenia rekreacyjne	-	-	2
9	Pomieszczenia mieszkalne: pokój, salon, sypialnia, gabinet	20 / os.	20 / os.	1
10	Strych (w przypadku, kiedy nie jest jasno określone jego przeznaczenie)	-	-	1
11	Garaż, kotłownia, pom. techniczne, pom. gospodarcze	wentylacja grawitacyjna lub inna zgodnie z szczegółowymi przepisami		

Dla wszystkich pomieszczeń kryterium doboru ilości powietrza powinna być wartość większa z kolumny A i B, np. dla kuchni o kubaturze 60 m<sup>3</sup> projektowana wydajność wentylacji powinna wynosić 120 m<sup>3</sup>/h (dwie wymiany na godzinę).

Dla pomieszczeń mieszkalnych (pokoje, salony, sypialnie) minimalna wydajność wentylacji to 20 m<sup>3</sup>/h/osobę. Np. dla małej sypialni przewidzianej dla dwóch osób o kubaturze 30 m<sup>3</sup>/h wydajność powinna wynosić nie mniej niż 40 m<sup>3</sup>/h.

Kuchnia powinna mieć możliwość okresowego podnoszenia wydajności wentylacji w chwili przygotowania posiłków do 120 m<sup>3</sup>/h. Wydajność tę można uzyskać przez system wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła lub system wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła i pracujący równolegle okap kuchenny.

Aby zapewnić odpowiednią ilość powietrza we wszystkich pomieszczeniach, wielkość centrali wentylacyjnej należy dobierać do większej sumy nawiewu lub sumy wyciągu przy zachowaniu wartości zbilansowanej (nawiew = wywiew).

Zaprojektowanie systemu wentylacji o zbyt małej wydajności powietrza może powodować uczucie dyskomfortu, szczególnie w okresach podwyższonej wilgotności powietrza

Dla zobrazowania zasad doboru przedstawiono poniżej dwa przykłady:



## Przykład 1

Nr pom.	Nazwa pom.	Powierzchnia pom. [m <sup>2</sup> ]	Kubatura pom. [m <sup>3</sup> ]	Nawiew m <sup>3</sup> /h	Wywiew m <sup>3</sup> /h	Krotność
1	Salon	36,0	99	100	-	1,0
2	Gabinet	12,0	33	40	-	1,2
3	Kuchnia	15,0	41	-	90	2,1
4	Spizarnia	3,0	8	-	15	1,8
5	WC	3,0	8	-	30	3,6
6	Pokój	16,0	44	50	-	1,1
<b>Suma</b>		<b>85,0</b>	<b>233</b>	<b>190</b>	<b>135</b>	

Powyższy przykład obrazuje, że spełnione są wszystkie wymagania dla poszczególnych pomieszczeń, jednak strumień powietrza nawiewanego jest o 55 m<sup>3</sup>/h większy od strumienia powietrza wywiewanego, w związku z tym dla optymalnego spełnienia wymagań komfortu w pokojach należy podnieść strumień powietrza wywiewanego z pomieszczeń.

Jedną z kilku możliwych propozycji zbilansowania systemu wygląda tak:

Nr pom.	Nazwa pom.	Powierzchnia pom. [m <sup>2</sup> ]	Kubatura pom. [m <sup>3</sup> ]	Nawiew m <sup>3</sup> /h	Wywiew m <sup>3</sup> /h	Krotność
1	Salon	36,0	99	100	-	1,0
2	Gabinet	12,0	33	40	-	1,2
3	Kuchnia	15,0	41	-	120	2,9
4	Spizarnia	3,0	8	-	20	2,4
5	WC	3,0	8	-	50	6,1
6	Pokój	16,0	44	50	-	1,1
<b>Suma</b>		<b>85,0</b>	<b>233</b>	<b>190</b>	<b>190</b>	

## Przykład 2

Nr pom.	Nazwa pom.	Powierzchnia pom. [m <sup>2</sup> ]	Kubatura pom. [m <sup>3</sup> ]	Nawiew m <sup>3</sup> /h	Wywiew m <sup>3</sup> /h	Krotność
1	Salon	25,0	69	70	-	1,0
2	Gabinet	10,0	28	40	-	1,5
3	Kuchnia	14,0	41	-	80	2,1
4	Spizarnia	3,0	8	-	15	1,8
5	WC	3,0	8	-	30	3,6
6	Garderoba	4,0	11	-	15	1,4
<b>Suma</b>		<b>59,0</b>	<b>165</b>	<b>110</b>	<b>140</b>	

W przykładzie 2 również mamy prawidłowe ilości w poszczególnych pomieszczeniach, ale strumień powietrza nawiewanego jest mniejszy o 30 m<sup>3</sup>/h od strumienia powietrza wywiewanego. Aby zapewnić wszędzie wartości minimalne, a jednocześnie zapewnić efekt zrównoważonego ciśnienia w budynku, należy zwiększyć strumień powietrza nawiewanego.

Nr pom.	Nazwa pom.	Powierzchnia pom. [m <sup>2</sup> ]	Kubatura pom. [m <sup>3</sup> ]	Nawiew m <sup>3</sup> /h	Wywiew m <sup>3</sup> /h	Krotność
1	Salon	25,0	69	100	-	1,5
2	Gabinet	10,0	28	40	-	1,5
3	Kuchnia	14,0	41	-	80	2,1
4	Spizarnia	3,0	8	-	15	1,8
5	WC	3,0	8	-	30	3,6
6	Garderoba	4,0	11	-	15	1,4
<b>Suma</b>		<b>59,0</b>	<b>165</b>	<b>140</b>	<b>140</b>	

### 2.3 Lokalizacja centrali wentylacyjnej

Zaleca się lokalizowanie urządzeń w pomieszczeniach ogrzewanych lub dobrze izolowanych o dodatniej temperaturze wewnętrznej w ciągu całego roku.

Ma to wpływ na efektywność pracy systemu zarówno w okresie zimowym, jak i letnim. Chroni powietrze nawiewane przed nadmiernym wychładzaniem zimą i nagrzewaniem latem.

Dopuszczalne jest montowanie urządzeń w pomieszczeniach o ujemnej temperaturze pod warunkiem, że producent dopuszcza takie zastosowanie (odpowiednia warstwa izolacji cieplnej w obudowie). W takim wypadku odpływ skroplin z centrali należy zabezpieczyć kablem grzejnym.

### 2.4 Regulacja systemu wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła

System wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła powinien umożliwiać regulację wielkości strumienia powietrza wentylacyjnego w zależności od bieżącego zapotrzebowania (przynajmniej regulacja trójstopniowa). Brak możliwości regulacji centrali wentylacyjnej będzie powodował niepotrzebne zużycie energii w czasie nieużytkowania budynku. W okresie zimowym może dochodzić do nadmiernych strat ciepła związanych ze zbyt intensywną, w stosunku do potrzeb, wymianą powietrza w budynku.

### 2.5 Prowadzenie instalacji

Przewody wentylacyjne powinny być prowadzone w miarę możliwości przez pomieszczenia ogrzewane lub przez pomieszczenia izolowane o temperaturze różniącej się od temperatury powietrza przesyłanego o nie więcej niż o 12°C. Dopuszcza się prowadzenie instalacji wentylacyjnej przez pomieszczenia o znacznie niższej lub znacznie wyższej temperaturze pod warunkiem odpowiednio grubej izolacji (pkt. 2.8.). Trasa prowadzenia przewodów powinna pozwolić na wykonanie zabudowy i powinna zostać uzgodniona z innymi instalacjami.

Każde prowadzenie instalacji przez pomieszczenia o znacznie niższej/wyższej temperaturze niż powietrze przetłaczane powoduje straty temperatury.

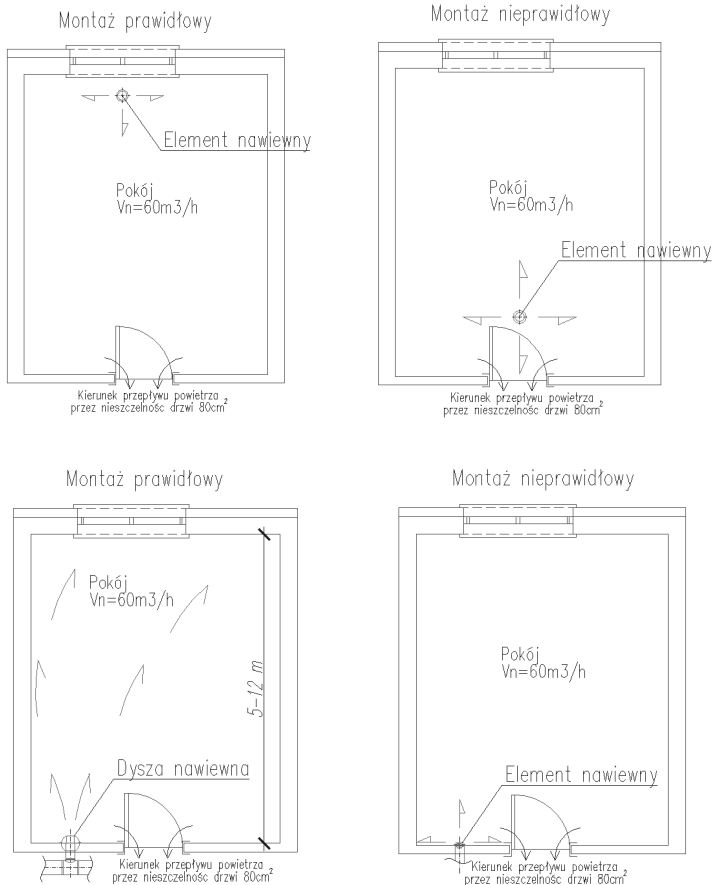
### 2.6 Rozmieszczenie nawiewników

Rozmieszczenie nawiewników powinno pozwolić na wentylację pomieszczeń w całej ich kuba-

turze poprzez odpowiednie ich usytuowanie i dobór, np. anemostaty i kratki nawiewne powinno się montować możliwie najdalej od drzwi wejściowych do pomieszczenia (wyjątek stanowią dysze nawiewne). Nawiew powietrza może być realizowany z poziomu podłogi, sufitu lub ze ściany. Najbardziej efektywne jest stosowanie nawiewu w górnej strefie pomieszczenia. Wywiewy również powinny być umieszczone zawsze w górnej strefie pomieszczeń (ściana, sufit). Takie umiejscowienie elementów nawiewnych i wywiewnych powoduje prawidłową cyrkulację powietrza w pomieszczeniu. W przypadku pomieszczeń o różnej wysokości (np. skosy na poddaszach) zaleca się montowanie elementów wywiewnych w najwyższym punkcie.

W przypadku pomieszczeń o wysokości większej niż 3 m elementy nawiewne należy lokalizować w strefie przebywania ludzi, czyli do wysokości 3 m.

### Przykłady



Nieprawidłowa lokalizacja lub zastosowanie nieprawidłowych elementów nawiewnych i wywiewnych może spowodować brak odpowiedniego przepływu powietrza w pomieszczeniach wentylowanych.

## 2.7 Lokalizacja czerpni i wyrzutni

Lokalizacja czerpni i wyrzutni powinna być zgodna z Dz.U. Nr 75 *Rozporządzenie ministra infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie* z dnia 12.02.2002 z późniejszymi zmianami w Dz. U. nr 56 z dnia 12 marca 2009 rozdział 6 *Wentylacja i klimatyzacja*.

Czerpnie powietrza w instalacjach wentylacji i klimatyzacji powinny być zabezpieczone przed opadami atmosferycznymi i działaniem wiatru oraz być zlokalizowane w sposób umożliwiający pobieranie w danych warunkach jak najczystsze i, w okresie letnim, najchłodniejsze powietrza. Czerpni powietrza nie należy lokalizować w miejscach, w których istnieje niebezpieczeństwo napływu powietrza wywiewanego z wyrzutni.

Czerpnie powietrza sytuowane na poziomie terenu lub na ścianie dwóch najniższych kondygnacji nadziemnych budynku powinny znajdować się w odległości co najmniej 8 m w rzucie poziomym od ulic i zgrupowania miejsc postojowych dla więcej niż 20 samochodów, miejsc gromadzenia odpadów stałych, wywiewek kanalizacyjnych oraz innych źródeł zanieczyszczenia powietrza. Odległość dolnej krawędzi otworu wlotowego czerpni od poziomu terenu powinna wynosić co najmniej 2 m. Dopuszcza się sytuowanie wyrzutni powietrza w ścianie budynku, pod warunkiem, że powietrze wywiewane nie zawiera uciążliwych zapachów oraz zanieczyszczeń szkodliwych dla zdrowia. Dodatkowo przeciwległa ściana sąsiedniego budynku z oknami znajduje się w odległości co najmniej 10 m lub bez okien w odległości co najmniej 8 m, okna znajdujące się w tej samej ścianie są oddalone w poziomie od wyrzutni co najmniej 3 m, a poniżej lub powyżej wyrzutni – co najmniej 2 m. Czerpnia powietrza, usytuowana w tej samej ścianie budynku, znajduje się poniżej lub na tym samym poziomie co wyrzutnia, w odległości co najmniej 1,5 m.

## 2.8 Izolacja termiczna przewodów wentylacyjnych

System wentylacji z odzyskiem ciepła w domu jednorodzinny to nie tylko sposób na prawidłowe wentylowanie pomieszczeń, lecz także spore oszczędności energetyczne. Istotna i niezbędna jest izolacja termiczna wszystkich przewodów, która chroni przed kondensacją pary wodnej zarówno na ich powierzchni wewnętrznej, jak i zewnętrznej. Zalecaną grubość izolacji termicznej dla poszczególnych przewodów oraz dla różnej temperatury obrazuje tabela:

	Temperatura otoczenia rury		
	od +20°C do 15°C	od 14°C do 1°C	od 0°C do -20°C
	grubość izolacji dla danego przedziału temperatury		
Przewody:	[mm]	[mm]	[mm]
nawiewne	20	50	20+(200)*

wywiewne	20	50	20+(200)*
czerpni	50	50	20
wyrzutni	20 – 30	20	20+(200)*

\* izolacja wełną mineralną grubości 20 mm, pokrytą jednostronnie folią aluminiową + minimum 200 mm wełny mineralnej jako obłożenie lub obudowanie przewodów układanych na poddaszu nieizolowanym termicznie.

W przypadku przewodów między centralą wentylacyjną i wywiewem dopuszcza się nieizolowanie tych odcinków. Jest to jednak dopuszczalne tylko wtedy, kiedy różnica temperatury między powietrzem przesyłanym a powietrzem otaczającym przewód wentylacyjny nigdy nie przekroczy 4°C. Minimalna grubość zastosowanej izolacji z wełny mineralnej powinna wynosić 20 mm. Dbałość o izolację instalacji przekłada się na wyższy stopień efektywności energetycznej układu jako całości i na niektórych odcinkach zabezpiecza system przed powstawaniem wilgoci na powierzchni instalacji.

## 2.9 Prowadzenie przewodów wentylacyjnych i ich inspekcja

System wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła powinien zostać zaprojektowany i wykonany tak, aby możliwa była jego późniejsza inspekcja i czyszczenie. Powierzchnia wewnętrzna kanałów wentylacyjnych powinna być gładka, bez załamań i wgnieceń.

## 2.10 Rozmieszczenie klap rewizyjnych

Rozmieszczenie klap rewizyjnych należy projektować, biorąc pod uwagę możliwość czyszczenia i inspekcji TV instalacji wentylacyjnej. Liczba klap rewizyjnych jest uzależniona od długości instalacji, przy czym należy je projektować w taki sposób, by zachować dostęp do każdego fragmentu instalacji z uwzględnieniem zastosowanych trójników i elementów regulacyjnych. Najczęściej spotykana długość elementów czyszczących wynosi 15-20 m.

### 3. WYKONANIE SYSTEMU WENTYLACJI MECHANICZNEJ Z ODZYSKIEM CIEPŁA

#### 3.1 Projekt

Bezwzględnie całą instalację systemu wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła należy wykonać zgodnie z uprzednio wykonanym projektem.

#### 3.2 Zalecenia materiałowe

Zaleca się stosowanie przewodów wentylacyjnych wykonanych ze sztywnych elementów, które nie zmieniają przekroju pod wpływem nacisków mechanicznych. Zalecane są stalowe okrągłe kształtki i zwijane rury spiro lub przewody o przekroju okrągłym lub owalnym wykonane z tworzyw sztucznych z założeniem ich odpowiedniej sztywności i niezmienności przekroju.

Nie zaleca się projektowania instalacji z kanałów elastycznych (tzw. fleksów) zarówno izolowanych, jak i nieizolowanych wykonanych zarówno z aluminium, jak i tworzyw sztucznych.

Dopuszcza się stosowanie przewodów elastycznych jedynie na podejściach pod elementy nawiewne i wyciągowe, jednak nie dłuższych niż 1,5 m. Nie jest to jednak rozwiązanie zalecane.

Dla każdej instalacji powinna być zapewniona możliwość wyczyszczenia jej w dowolnym momencie funkcjonowania. Nie zapewnią tego instalacja wykonana z przewodów elastycznych.

Do budowy instalacji wentylacyjnej zaleca się stosowanie kształtek wentylacyjnych i rur tego samego producenta, którego produkty mają certyfikat szczelności minimum klasy B.

Stosowanie zamienników i innych niedopasowanych elementów powoduje nieszczelności, zwiększone straty ciśnienia i zabrudzenia.

#### 3.3 Mocowanie do przegród

Mocowanie przewodów do przegród budowlanych powinno być wykonywane za pomocą obejm lub systemów przeznaczonych do danego typu instalacji. Zaleca się stosowanie obejm z gumową uszczelką antywibracyjną w ilości co najmniej 2 szt. na 3-metrowy odcinek przewodu wentylacyjnego. Obejmy zaleca się montować do konstrukcji budynku za pomocą kołków rozporowych i szpilek.

#### 3.4 Zaślepienie kanałów

W okresie pomiędzy zakończeniem montażu instalacji a podłączeniem centrali wentylacyjnej i uruchomieniem całego systemu zaleca się zaślepienie końcówek przewodów wentylacyjnych za pomocą szczelnych korków, taśmy lub innego materiału uszczelniającego.

Brak zaślepienia końcówek instalacji na etapie budowy domu powoduje dostawanie się do wnętrza instalacji zanieczyszczeń (pyłu budowlanego, kurzu), co będzie skutkowało znaczącym zabrudzeniem wnętrza przewodów i może spowodować uszkodzenie centrali wentylacyjnej.

### 3.5 Łączenie elementów wentylacyjnych i uszczelnianie połączeń

Na łączeniach kształtek i rur stalowych klasy niższej niż D (bez uszczelek) zaleca się stosowanie uszczelnienia w formie taśmy aluminiowej lub taśmy z tworzywa przeznaczonego do wentylacji. Zaleca się łączenie przewodów i kształtek za pomocą nypli lub muf oraz wzmacnianie połączeń co najmniej trzema blachowkrętami na każdym połączeniu oraz uszczelnianie aluminiową taśmą klejącą. Połączenia w okolicy elementów nawiewnych i wywiewnych oraz centrali wentylacyjnej należy wykonać w sposób umożliwiający łatwy demontaż w celach konserwacyjnych.

Należy zachowywać ciągłość izolacji cieplnej w miejscach przewidzianych do izolowania. Szczególną uwagę należy zwrócić na izolowanie kształtek wentylacyjnych. Brak izolacji lub jej fragmentów generuje straty ciepła i powoduje ryzyko wykraplania się pary wodnej na zewnątrz lub wewnątrz instalacji.

Brak uszczelnień może powodować utratę powietrza oraz infiltrację zanieczyszczeń do instalacji oraz ogólne zaburzenia w pracy systemu.

### 3.6 Dodatkowe zabezpieczenia

Zaleca się stosowanie opasek zaciskowych na izolacji przewodów lub innego systemu pozwalającego na dodatkowe zabezpieczenie stabilności izolacji i jej dobre przyleganie do izolowanych elementów. Zalecana liczba opasek na 1 m długości kanałów wynosi 3 szt.

### 3.7 Dostęp do elementów instalacji

Montując system wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła, należy pamiętać o pozostawieniu dostępu do elementów regulacyjnych, sterujących i mogących ulec uszkodzeniu. Brak dostępu może uniemożliwić wyregulowanie instalacji lub jej serwis.

Nie należy również zabudowywać, maskować ani zastawiać montowanych elementów nawiewnych i wywiewnych. Ich zasłanianie przez zabudowę i elementy maskujące znacząco utrudnia lub uniemożliwia pomiary i regulację oraz zaburza przepływ powietrza.

### 3.8 Dostęp do centrali wentylacyjnej

Lokalizacja centrali wentylacyjnej oraz urządzeń towarzyszących powinna pozwolić na bezproblemowy dostęp w celu konserwacji i ewentualnych napraw.

### 3.9 Odptyw skroplin

Centrala wentylacyjna powinna być podłączona do instalacji kanalizacyjnej przez syfon umożliwiający prawidłowy odpływ skroplin. Zaleca się stosowanie kabli grzejnych na odprowadzeniu skroplin w pomieszczeniach, w których może wystąpić okresowo spadek temperatury poniżej 0°C.

**UWAGA:** Należy zwrócić uwagę, aby syfon lub kratka ściekowa służąca do odprowadzenia skroplin z rekuperatora były przez cały rok napełnione wodą (z powodu braku skroplin w okresie letnim wyschnięty syfon może powodować przedostawanie się odorów z kanalizacji do budynku!).

### **3.10 Stolarka wewnętrzna – wymagania**

W celu zapewnienia należytego przepływu powietrza z pomieszczeń mieszkalnych do korytarza, pomieszczeń sanitarnych i pomocniczych zaleca się wyposażenie wszystkich drzwi wewnętrznych w szczelinę umieszczoną w ich dolnej części. Powierzchnia szczeliny w drzwiach pomieszczeń mieszkalnych i pomocniczych powinna wynosić co najmniej  $80 \text{ cm}^2$  (przy szerokości drzwi  $80 \text{ cm}$  należy wykonać podcięcie  $1 \text{ cm}$ ). Stosując w drzwiach otwory (tuleje), należy zastosować taką ich liczbę, by zapewnić wymaganą średnicę otworu (przy standardowych tulejach o średnicy otworu  $4 \text{ cm}$  należy stosować  $7 \text{ szt.}$ ). Wielkość szczeliny wentylacyjnej w drzwiach pomieszczeń sanitarnych powinna wynosić  $200 \text{ cm}^2$  (drzwi szerokości  $80 \text{ cm}$  wymagają  $2,5 \text{ cm}$  podcięcia lub kratki o równoważnej powierzchni otworu). W przypadku otworów okrągłych (tulei) ich łączna powierzchnia musi być równa lub większa od powierzchni wymaganej ( $17 \text{ szt.}$  tulei o średnicy  $4 \text{ cm}$ ).



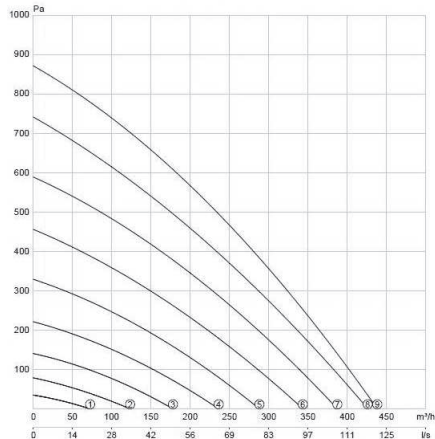
## 4. CENTRALA WENTYLACYJNA Z ODZYSKIEM CIEPŁA (REKUPERATOR)

### 4.1 Wymagana dokumentacja techniczna

Każda centrala wentylacyjna powinna mieć dokumentację techniczną, w której podana jest jej charakterystyka zawierająca:

- ♦ wykres zależności sprężu dyspozycyjnego i wydajności strumieni powietrza,
- ♦ pobór mocy i prądu dla poszczególnych biegów wentylatorów,
- ♦ poziom hałasu (w postaci poziomu mocy akustycznej najlepiej z rozbiem na hałas emitowany do każdego z przewodów oraz wokół obudowy),
- ♦ efektywność (zwana potocznie sprawnością) odzysku ciepła,  
UWAGA: Podawana przez producenta efektywność powinna być liczona dla określonych i zrównoważonych strumieni powietrza nawiewanego i wywiewanego (bez uwzględnienia dodatkowych elementów dogrzewających, takich jak nagrzewnice wstępne) oraz, co ważne, przy podanych parametrach powietrza wewnętrznego i zewnętrznego
- ♦ wymiary, masę,
- ♦ szczegółową instrukcję montażu i użytkowania wraz z podaniem niezbędnych warunków bezpieczeństwa jej użytkowania.

Przykład charakterystyki wentylatorów centrali



UWAGA: Porównując wydajności poszczególnych central wentylacyjnych należy zwrócić uwagę, czy podawane są one dla tych samych wartości sprężu dyspozycyjnego, np. wydajność centrali wentylacyjnej 350 m<sup>3</sup>/h przy 100 Pa nie jest równoważna wydajności 350 m<sup>3</sup>/h przy 200 Pa.

## 4.2 Podstawowe wymagania dla centrali wentylacyjnej z odzyskiem ciepła

Zaleca się, aby centrala wentylacyjna cechowała się:

- ♦ możliwością automatycznego, czasowego wyłączenia funkcji odzysku ciepła realizowaną poprzez by-pass (wymienniki krzyżowe i przeciwprądowe) lub zatrzymanie wymiennika obrotowego w centralach wentylacyjnych wyposażonych w ten typ wymiennika,
- ♦ możliwie jak najwyższą sprawnością (80% lub więcej); przy wysokiej sprawności urządzenia uzyskuje się największe oszczędności wynikające z odzysku ciepła,
- ♦ automatycznym systemem antyzamroziowym, nie powodującym powstawania podciśnienia w budynku,
- ♦ energooszczędnymi wentylatorami prądu stałego,
- ♦ izolacją akustyczną oraz izolacją termiczną z materiałów nietoksycznych i zapewniających wysoką efektywność – brak izolacji powoduje utratę sprawności oraz wzmożony hałas centrali wentylacyjnej,
- ♦ możliwością łatwego demontażu wymiennika ciepła w celu jego wyczyszczenia. Pomimo zastosowania filtrów nawet o wysokiej klasie filtracji, nie można całkowicie uchronić wymiennika ciepła przed zanieczyszczeniem; brak możliwości czyszczenia może powodować w dalszej perspektywie nieprawidłową pracę systemu oraz generować zagrożenia dla zdrowia użytkowników.

## 4.3 Sterowanie

Sterowanie wydajnością pracy układu wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła może odbywać się ręcznie lub automatycznie. Sterowniki mają za zadanie regulację ilości powietrza w zależności od zapotrzebowania budynku.

Rodzaje sterowników:

- ♦ automatyczne – umożliwiają zaprogramowanie pracy systemu w cyklu dobowym i tygodniowym w oparciu o poniższe zalecenia.

Każda centrala wentylacyjna powinna pozwalać na regulację pracy wentylatorów; najczęściej stosowane są trzy stopnie regulacji (w urządzeniach bardziej zaawansowanych występuje większa liczba biegów lub regulacja ciągła):

- bieg 1: zaleca się jego zaprogramowanie na czas nieobecności użytkowników oraz w godzinach nocnych,
- bieg 2: najczęściej zaleca się jego zaprogramowanie podczas dziennej obecności użytkowników,
- bieg 3: czasowe przewietrzanie pomieszczeń lub normalna praca dzienna przy wysokiej wilgotności powietrza wewnętrznego oraz przy zwiększonej liczbie osób.

UWAGA: Należy pamiętać, że intensywność wentylacji zależna jest od indywidualnego poczucia komfortu użytkownika systemu wentylacji.

Całkowite wyłączenie centrali wentylacyjnej następuje poprzez wyłącznik zasilania lub wyłączenie wtyczki z gniazda elektrycznego i dopuszczalne jest wyłącznie w czasie wymiany filtrów i prac konserwacyjnych.

- ♦ ręczne – wytyczne identyczne jak dla sterowników automatycznych, jednak sterowanie odbywa się bezpośrednio przez użytkownika.

Zaleca się stosowanie sterowania automatycznego. Sterowanie ręczne wymagające kilkukrotnej zmiany parametrów jest niepraktyczne i w przypadku braku zmiany ustawień może powodować zbyt intensywną wentylację zimą lub zbyt małą intensywność wymiany powietrza latem.

- ♦ inne – należą do nich sterowniki regulujące pracę systemu wentylacyjnego w uzależnieniu od parametrów powietrza wewnętrznego, takich jak wilgotność lub zawartość CO<sub>2</sub> w pomieszczeniach. Na przykład przekroczenie zadanego parametru wilgotności wprowadzonej do centrali wentylacyjnej powinno zwiększać intensywność wentylacji celem usunięcia nadmiaru wilgoci. Podobnie odbywa się sterowanie intensywnością przewietrzania w stosunku do zawartości dwutlenku węgla w pomieszczeniu – zwiększenie poziomu wykrytego przez czujnik CO<sub>2</sub> powyżej zadanej wartości powoduje zwiększenie wydajności centrali wentylacyjnej do chwili usunięcia nadmiaru CO<sub>2</sub> z budynku.

Zaleca się stosowanie czujników wilgotności w pomieszczeniach sanitarnych, a czujników stężenia CO<sub>2</sub> w pomieszczeniach mieszkalnych.

#### 4.4 Uruchomienie i odbiór

Podczas uruchamiania systemu wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła należy wykonać poniższe czynności:

- ♦ sprawdzenie poprawności podłączeń elektrycznych (zasilanie i sterowanie),
- ♦ sprawdzenie poprawności działania wszystkich dostępnych funkcji w centrali wentylacyjnej (jeżeli centrala wentylacyjna ma funkcję auto-testu, wykonuje się to za jej pomocą),
- ♦ przeprowadzenie kontroli odpływu skroplin przez zalanie wodą tacy ociekowej w centrali wentylacyjnej (dotyczy urządzeń z wymaganym odpływem skroplin),
- ♦ uruchomienie urządzenia i sprawdzenie poprawności podłączonych kanałów powietrznych – sprawdzenie kierunków przepływu powietrza,
- ♦ ustawienie wszystkich parametrów w centrali wentylacyjnej i włączenie zaprojektowanych funkcji,
- ♦ dokonanie pierwszego pomiaru instalacji za pomocą urządzeń mierniczych, np. anemometrów,
- ♦ dokonanie pierwszej korekty ilości powietrza na obrotach wentylatorów (jeżeli urządzenie jest wyposażone w wentylatory z możliwością regulacji obrotów),
- ♦ dokonanie drugiego pomiaru z regulacją na elementach regulacyjnych, pomiar powinien zakończyć się protokołem regulacji, w którym podane jest zestawienie wartości projektowanych z osiągniętymi wartościami zmierzonymi.

Projektowane wartości przepływów powinny zostać osiągnięte przy ustawieniu centrali wentylacyjnej na najwyższym biegu. W przypadku central wentylacyjnych z silnikami na prąd stały, które umożliwiają dopasowanie wydajności wentylatora do każdego biegu, należy ustawić taką minimalną wydajność pracy na najwyższym biegu, która zapewni zaprojektowane wartości wymiany powietrza. Niższe biegi należy zaprogramować proporcjonalnie.

Z powodu niewielkich (poniżej 1000 m<sup>3</sup>/h) przepływów powietrza w systemach wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła w domach jednorodzinnych zaleca się mniejszą tolerancję przy regulacji systemu niż zaleca to COBRTI Instal:

- ♦ dla pojedynczego pomieszczenia zaleca się tolerancję 10% (COBRTI Instal 20%),
- ♦ dla całego systemu wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła zaleca się tolerancję 5% (COBRTI Instal 15%).

Im dokładniej zbilansowane zostały sumaryczne przepływy powietrza, tym większe oszczędności energii i kosztów eksploatacyjnych udaje się osiągnąć.

## 4.5 Eksploatacja

W trakcie eksploatacji systemu zaleca się użytkownikom regularne wykonywanie:

- ♦ kontroli i wymiany filtrów w centrali wentylacyjnej w zależności od stopnia zanieczyszczenia powietrza w okolicy domu; zalecana wymiana nie rzadziej jak raz na 3-6 miesięcy. Brak wymiany filtrów skutkuje osłabieniem wydajności instalacji i może doprowadzić do uszkodzenia lub skrócenia żywotności centrali wentylacyjnej;
- ♦ czyszczenia czepni i wyrzutni powietrza przynajmniej raz w roku.

Podczas pracy brud (pył, kurz) osiada na czepni i wyrzutni, co może ograniczać przepływ powietrza.

W trakcie eksploatacji systemu wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła zaleca się regularne coroczne zlecenie firmom serwisującym:

- ♦ wyczyszczenia wnętrza centrali wentylacyjnej wraz z wymiennikiem,
- ♦ sprawdzenie parametrów pracy centrali wentylacyjnej (m.in. wydajności wentylatorów, temperatury, ustawień systemu antyzamrozeniowego, by-passów i innych),
- ♦ kontrolę regulacji układu systemu wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła. Podczas użytkowania, czyszczenia elementów nawiewnych lub wyciągowych może dojść do rozregulowania systemu.
- ♦ raz na 8 lat wykonanie inspekcji instalacji w celu sprawdzenia czystości instalacji i w razie potrzeby wykonanie czyszczenia.

## 5. INNE URZĄDZENIA W DOMU A WENTYLACJA MECHANICZNA NAWIEWNO-WYWIEWNA Z ODZYSKIEM CIEPŁA

### 5.1 Kominek

W przypadku zastosowania systemu wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła kominek powinien być wyposażony w zamkniętą komorę spalania z niezależnym doprowadzeniem powietrza z zewnątrz. Wówczas praca kominka nie ma wpływu na poprawne działanie systemu wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła.

Pomieszczeń z kominkiem, w których funkcjonuje system wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła, a kominek pobiera powietrze do spalania z zewnątrz, nie powinno się wyposażać w wentylację grawitacyjną.

Wyciąg z przepisów:

Dziennik Ustaw nr 75 Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie:

§ 132 ust. 3. Kominki opalane drewnem z otwartym paleniskiem lub zamkniętym wkładem kominkowym mogą być instalowane wyłącznie w budynkach jednorodzinnych, mieszkalnych w zabudowie zagrodowej i rekreacji indywidualnej oraz niskich budynkach wielorodzinnych w pomieszczeniach:

- 1) o kubaturze wynikającej ze wskaźnika  $4 \text{ m}^3/\text{kW}$  nominalnej mocy cieplnej kominka, lecz nie mniejszej niż  $30 \text{ m}^3$ ,
- 2) spełniających wymagania dotyczące wentylacji, o których mowa w § 150 ust. 9, (...)
- 4) w których możliwy jest dopływ powietrza do paleniska kominka w ilości:
  - a) co najmniej  $10 \text{ m}^3/\text{h}$  na  $1 \text{ kW}$  nominalnej mocy cieplnej kominka — dla kominków o obudowie zamkniętej, (...)

w § 150 ust. 9 W pomieszczeniu z paleniskami na paliwo stałe, płynne lub z urządzeniami gazowymi pobierającymi powietrze do spalania z pomieszczenia i z grawitacyjnym odprowadzeniem spalin przewodem od urządzenia stosowanie mechanicznej wentylacji wyciągowej jest zabronione.

ust. 10. Przepisu ust. 9 nie stosuje się do pomieszczeń, w których zastosowano wentylację nawiewno-wywiewną zrównoważoną lub nadciśnieniową).

Zgodnie z cytowanym wyżej rozporządzeniem w domach, które wyposażone będą w system wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła, i w których instalowany będzie kominek, nie stosuje się central wentylacyjnych, w których system przeciwwzamrozeniowy działa na zasadzie zwalniania

lub wyłączania wentylatora nawiewnego, co może spowodować wytwarzanie podciśnienia i zasysanie spalin do pomieszczenia. Należy stosować urządzenia wyposażone w system przeciwwzrosteniowy, który uniemożliwia wytworzenie podciśnienia w budynku.

## 5.2 DGP – system Dystrybucji Gorącego Powietrza

W domach, w których planuje się zainstalować system wentylacji z odzyskiem ciepła oraz kominek zaleca się zastosować wkłady kominkowe tradycyjne (powietrzne) bez systemu DGP (Dystrybucja Gorącego Powietrza) lub wkłady z płaszczem wodnym.

## 5.3 Kotły

W kotłowniach z kotłami o otwartych komorach spalania powinna funkcjonować tylko wentylacja grawitacyjna z zapewnieniem nawiewu i wywiewu z kotłowni. Pomieszczenie kotłowni powinno być oddzielone od pozostałej części domu szczelnymi drzwiami.

W kotłowniach gazowych z kotłami z zamkniętą komorą spalania zaleca się zastosowanie nawiewu i wywiewu jako układu zrównoważonego.

Pomieszczenia kotłowni, w których pracuje pompa ciepła lub kocioł elektryczny należy traktować jako pomieszczenia techniczne, z których realizowany jest tylko wywiew systemu wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła.

Wyciąg z przepisów :

Dziennik Ustaw nr 75 Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie:

§ 136 ust. 11. W pomieszczeniu, w którym zainstalowane są kotły na paliwo stałe lub olej opałowy, powinien być zapewniony nawiew niezbędnego strumienia powietrza dla prawidłowej pracy kotłów z mocą cieplną nominalną, a także nawiew i wywiew powietrza dla wentylacji kotłowni.

w § 150 ust. 9, 10 – cytowany powyżej (str. 29).

§ 150 ust. 3 Urządzenia gazowe z zamkniętą komorą spalania, przez co rozumie się urządzenia typu C, mogą być instalowane w pomieszczeniach mieszkalnych, niezależnie od rodzaju występującej w nich wentylacji, pod warunkiem zastosowania koncentrycznych przewodów powietrzno-spalinowych, z zachowaniem wymagań § 175.

## 5.4 Okap kuchenny

Okap kuchenny pracuje niezależnie, wyrzucając powietrze na zewnątrz. Jego obowiązkowym wyposażeniem jest kłapa zwrotna, która zapobiega cofaniu się powietrza. Przy zastosowaniu

okapu trzeba pamiętać o możliwości kompensacji napływu powietrza, np. przez uchylne okno lub inne elementy kompensujące ilość powietrza potrzebną do pracy okapu lub zastosowanie urządzenia wyposażonego w funkcję automatycznej kompensacji podciśnienia wytwarzanego przez okap kuchenny.

Okap pracuje krótkookresowo z dużą wydajnością i transportowane powietrze niesie ze sobą duże ilości zanieczyszczeń (w tym tłuszczów), dlatego jego połączenie z systemem wentylacji z odzyskiem ciepła nie jest zalecane.

### **5.5 Odkurzacz centralny**

Wyrzut powietrza z odkurzacza centralnego może być zlokalizowany w pobliżu czerpni tylko w przypadku, gdy odległości między nimi będzie większa niż 3 m w rzucie poziomym.

Lokalizacja gniazd centralnego odkurzacza nie ma wpływu na prawidłową pracę wentylacji.

## LISTA SPRAWDZAJĄCA

<b>ETAP PROJEKTU</b>		<b>TAK</b>	<b>NIE</b>
Czynności do zweryfikowania zakresu projektu (również do celów ofertowych).			
1.	Czy wykonano obliczenia bilansu powietrza dla budynku		
2.	Czy zaprojektowane ilości powietrza są w stanie zapewnić ilości powietrza podane w tabeli wytycznych SPW		
3.	Czy w projekcie podano dane techniczne centrali wentylacyjnej		
4.	Czy wskazano miejsce montażu centrali wentylacyjnej		
5.	Czy zaplanowano trasę prowadzenia kanałów		
6.	Czy opisano średnice kanałów		
7.	Czy wskazano rodzaj użytych materiałów		
8.	Czy określono lokalizację czepni i wyrzutni		
9.	Czy centralę wentylacyjną zaprojektowano w pomieszczeniu o temperaturze dodatniej		

<b>ETAP WYKONANIA INSTALACJI</b>		<b>TAK</b>	<b>NIE</b>
Elementy instalacji do zweryfikowania pod kątem poprawności wykonania prac montażowych.			
1.	Czy przebieg instalacji jest zgodny z projektem		
2.	Czy lokalizacja punktów nawiewnych i wyciągowych zapewni wentylowanie całości pomieszczeń		
3.	Czy instalacja została przymocowana do konstrukcji budynku w sposób trwały		
4.	Czy kształtki i rury połączone w sposób szczelny i trwały		
5.	Czy zaizolowano termicznie przewody wentylacyjne zgodnie z wytycznymi, zapewniając ciągłość izolacji w miejscach wskazanych przez wytyczne SPW		
6.	Czy dla systemów bezuszczelkowych połączenia zostały uszczelnione zgodnie z zaleceniami producenta		
7.	Czy rodzaj użytych materiałów jest zgodny z projektem		
8.	Czy do uszczelnienia połączeń izolacji z wełny mineralnej użyto taśmy aluminiowej		
9.	Czy instalacja została wyposażona w klapy rewizyjne, umożliwiające jej wyczyszczenie w przyszłości		
10.	Czy zaślepiono w sposób szczelny wszystkie otwarte kanały instalacji, by zabezpieczyć je przed zabrudzeniem podczas dalszych prac budowlanych		

<b>ETAP MONTAŻU URZĄDZENIA (CENTRALI WENTYLACYJNEJ)</b>		<b>TAK</b>	<b>NIE</b>
Sposób montażu centrali wentylacyjnej i wyposażenia budynku do zweryfikowania przed ostatecznym odbiorem, uruchomieniem i przekazaniem instalacji do użytkownika.			
1.	Czy zapewniono dostęp serwisowy do urządzenia		
2.	Czy wymiana filtrów jest możliwa przez użytkownika w łatwy sposób bez szczególnej ingerencji w urządzenie		
3.	Czy jest możliwe wyjęcie wymiennika celem dokonania okresowego czyszczenia		



4.	Czy jest możliwość regulacji pracy urządzenia w cyklu tygodniowym lub inna możliwość regulacji wydajności układu		
5.	Czy są otwory w drzwiach wewnętrznych zapewniające przepływ powietrza między pomieszczeniami (80 cm <sup>2</sup> w pomieszczeniach mieszkalnych i 200 cm <sup>2</sup> w pomieszczeniach higieniczno-sanitarnych)		
6.	Czy klient otrzymał protokół regulacji instalacji wentylacyjnej oraz protokół odbioru		
7.	Czy suma nawiewów i wyciągów dla całego systemu nie przekracza odchyłki maksymalnej podanej w wytycznych SPW		
8.	Czy klient otrzymał dowód zakupu, który jest podstawą ewentualnych roszczeń gwarancyjnych		
9.	Czy klient otrzymał instrukcję obsługi i kartę gwarancyjną		
10.	Czy użytkownik został przeszkolony z obsługi urządzenia – systemu		
11.	Czy został zapewniony dostęp do elementów regulacyjnych i innych elementów ruchomych lub mechanicznych, do których może być potrzebny dostęp w przyszłości		
12.	W przypadku montażu centrali w pomieszczeniu nieogrzewanym lub na zewnątrz budynku, czy urządzenie jest do tego typu montażu przystosowane		
12.	Czy wykonano odprowadzenie skroplin z odpowiednim zasyfonowaniem wg wytycznych producenta. W przypadku montażu centrali w pomieszczeniu nieogrzewanym lub na zewnątrz budynku, czy zabezpieczono instalację odprowadzenia skroplin przed zamarznięciem		

**Uwaga: system wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła jest zgodny z wytycznymi SPW tylko w przypadku spełnienia wszystkich punktów listy sprawdzającej.**

### Szczelność budynku

Pełna kontrola wymiany powietrza w budynku z zastosowaną instalacją wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej jest możliwa, gdy budynek jest szczelny i nie następują niekontrolowane przecieki powietrza przez przegrody zewnętrzne.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z 06.11.2008 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie: „w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego oraz budynkach użyteczności publicznej, a także w budynkach produkcyjnych przegrody zewnętrzne nieprzezroczyste, złącza między przegrodami i częściami przegród oraz połączenia okien z ościeżami należy projektować i wykonywać pod kątem osiągnięcia ich całkowitej szczelności na przenikanie powietrza”.

W celu sprawdzenia szczelności powietrznej budynku możliwe jest wykonanie ciśnieniowego testu szczelności. W budynkach z wentylacją mechaniczną szczelność powinna wynosić  $n_{50} \leq 1,5 \text{ h}^{-1}$ .

## PROTOKÓŁ REGULACJI/SKUTECZNOŚCI INSTALACJI NAWIEWNO-WYWIEWNEJ BUDYNKU

Miejscowość, data .....

Inwestor: .....

Adres: .....

Wykonawca (firma): .....

reprezentowany przez: .....

Nr pom.	Nazwa pomieszczenia (wg projektu)	Strumień nawiewny (wg projektu) [m <sup>3</sup> /h]	Zmierzona wartość nawiewu [m <sup>3</sup> /h]	Strumień wywiewny (wg projektu) [m <sup>3</sup> /h]	Zmierzona wartość wywiewu [m <sup>3</sup> /h]
<b>PARTER</b>					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
<b>PIĘTRO</b>					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
<b>SUMA:</b>					

**Pomiary wykonano przy użyciu przyrządu/ów**

(nazwa producenta, typ, model urządzenia pomiarowego, opis elementów pomiarowych)

.....  
.....**Data ostatniej kalibracji urządzeń** .....**Instalacja została wyregulowana poprawnie****Podpis inwestora:** .....**Podpis wykonującego regulację:** .....**Miejscowość, data** .....

## PROTOKÓŁ ODBIORU KOŃCOWEGO INSTALACJI NAWIEWNO-WYWIEWNEJ W BUDYNKU

(wg umowy nr: ..... z dnia .....)

### Obecni:

1. Inwestor: ..... (tel. ....)

2. Wykonawca: .....  
reprezentowany przez: .....

Adres wykonania zlecenia: .....

Wykonano .....

### Do odbioru wykonawca przedstawia następujące dokumenty:

- |  |         |
|--|---------|
| 1) Instrukcję obsługi rekuperatora,            | TAK/NIE |
| 2) Kartę gwarancyjną centrali,                 | TAK/NIE |
| 3) Protokół regulacji/skuteczności instalacji. | TAK/NIE |

### Potwierdzenie wykonania czynności:

Rodzaj prac, czynności		TAK	NIE
1	Czy przebieg instalacji jest zgodny z projektem		
2	Czy instalacja została przymocowana do konstrukcji budynku w sposób trwały		
3	Czy wykonano izolację termiczną przewodów: czerpnia – centrala wentylacyjna		
4	Czy wykonano izolację termiczną przewodów: wyrzutnia – centrala wentylacyjna		
5	Czy wykonano izolację termiczną przewodów centrala wentylacyjna – elementy nawiewne		
6	Czy wykonano izolację termiczną przewodów: centrala wentylacyjna – elementy wyciągowe (obowiązek tylko dla kanałów prowadzonych w pomieszczeniach i przestrzeniach o temperaturze różniącej się od powietrza tłoczonego o więcej niż 4°C w okresie całego roku)		
7	Czy instalację połączono w sposób szczelny i trwały		
8	Czy dla systemów bezuszczelkowych połączenia zostały uszczelnione zgodnie z zaleceniami producenta,		
9	Czy rodzaj użytych materiałów jest zgodny z projektem: podać rodzaj materiału użytego do budowy instalacji .....		
10	Czy do uszczelnienia izolacji z wełny mineralnej użyto taśmy aluminiowej		
11	Czy instalacja została wyposażona w klapy rewizyjne umożliwiające jej wyczyszczenie w przyszłości		
12	Czy centrala wentylacyjna jest zamontowana w pomieszczeniu o temperaturze dodatniej		
13	W przypadku montażu centrali w pomieszczeniu nieogrzewanym lub na zewnątrz budynku, czy urządzenie jest do tego typu montażu przystosowane		

14	Czy podłączono centralę wentylacyjną do instalacji kanalizacji poprzez syfon (nie ma obowiązku dla rekuperatorów entalpijnych – chyba że producent podaje inaczej)		
15	W przypadku montażu centrali w pomieszczeniu nieogrzewanym lub na zewnątrz budynku, czy zabezpieczono instalację odprowadzenia skroplin przed zamarznięciem		
16	Czy sprawdzono prawidłowe działanie odpływu skroplin		
17	Czy zaślepieno w sposób szczelny otwory po montażu rur a przed montażem rekuperatora		
18	Czy zapewniono dostęp serwisowy do urządzenia		
19	Czy wymiana filtrów może nastąpić bez ingerowania w urządzenie		
20	Czy jest możliwe wyjęcie wymiennika celem dokonania okresowego czyszczenia		
21	Czy zamontowano sterownik regulacji wydajności układu z możliwością programowania lub sterownika pracy manualnej		
22	Czy są otwory w drzwiach wewnętrznych zapewniające przepływ powietrza między pomieszczeniami (80 cm <sup>2</sup> w pomieszczeniach mieszkalnych i 200 cm <sup>2</sup> w pomieszczeniach higieniczno-sanitarnych)		
23	Czy suma nawiewów i wyciągów dla całego systemu nie przekracza odchyłki maksymalnej 5%		
24	Czy klient otrzymał dowód zakupu, który jest podstawą ewentualnych roszczeń gwarancyjnych		
25	Czy został zapewniony dostęp do elementów regulacyjnych i innych elementów ruchomych lub mechanicznych, do których może być potrzebny dostęp w przyszłości		
26	Instalację wykonano zgodnie z zaleceniami SPW nr ..... System wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła jest zgodny z wytycznymi SPW tylko w przypadku spełnienia wszystkich punktów		

Zamontowano wyposażenie dodatkowe TAK/NIE (jakie) .....

.....

.....

Poinstruowano inwestora o zasadach użytkowaniu systemu rekuperacji (obsługa sterownika, wymiana filtrów, konserwacja urządzenia itp.) TAK/NIE .....

Wykonawca oświadcza, że prace zostały wykonane zgodnie z dokumentacją oraz wymaganiami inwestora.

Inwestor oświadcza, że zamontowane elementy instalacji zostały zamontowane prawidłowo, zgodnie z założeniami przedstawionymi przez wykonawcę.

.....

INWESTOR

.....

PRZEDSTAWICIEL INWESTORA

.....

WYKONAWCA

Wzory protokołów dostępne na [www.wentylacja.org.pl](http://www.wentylacja.org.pl)  
oraz w siedzibie Stowarzyszenia Polska Wentylacja.

## SŁOWNIK POJĘĆ

**Anemostat** – element montowany na zakończeniu przewodów wentylacyjnych nawiewnych i wywiewnych w ścianie lub suficie, przez które powietrze jest nawiewane lub wywiewane z pomieszczeń; anemostat umożliwia regulację strumienia powietrza i jego prawidłowe rozprzewodzenie w pomieszczeniach.

**By-pass** – przepustnica lub inny element w rekuperatorze służący do ominięcia wymiennika ciepła pozwalający w okresie letnim na wykorzystanie chłodnego powietrza.

**Centrala wentylacyjna (zwana potocznie rekuperatorem)** – urządzenie służące do wymiany powietrza w pomieszczeniach posiadające wymiennik ciepła, umożliwiający odzysk energii cieplnej. Centrala zapewnia również filtrację powietrza wentylującego budynek.

**Certyfikat szczelności** – certyfikat informujący o szczelności połączeń kanałów z kształtkami i dokładności wykonania rur spiro; informuje o klasie szczelności używanego materiału, najczęściej spotykane to klasa A, B, C, D, A, przy czym A to klasa kanałów o najmniejszej szczelności, klasa D to kanały z uszczelkami o najwyższej szczelności.

**COBRTI INSTAL** – Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Techniki Instalacyjnej INSTAL.

**Czerpnia** – element montowany na zewnątrz budynku, podłączony do przewodów wentylacyjnych, służący do pobierania świeżego powietrza (nawiewanego do pomieszczeń).

**Elementy nawiewne** – różnego rodzaju anemostaty, kratki, dysze i inne nawiewniki wprowadzające powietrze do pomieszczeń.

**Elementy wywiewne** – różnego rodzaju anemostaty i kratki odbierające powietrze z pomieszczeń.

**Gruntowy wymiennik ciepła (GWC)** – instalacja wspomagająca i uzupełniająca instalację wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła, wykorzystująca energię cieplną zmagazynowaną w gruncie do wstępnego podgrzewania zimą, a schładzania latem powietrza nawiewanego do pomieszczeń.

**Filtr** – element zatrzymujący zanieczyszczenia stałe, oczyszczający świeże powietrze na nawiewie, na wywiewie filtr chroni wymiennik przed zanieczyszczeniami.

**Przewód czerpny** – przewód łączący czerpnię z centralą wentylacyjną.

**Przewody wentylacyjne** – najczęściej stalowe elementy (rury) służące do transportowania powietrza.

**Kłapa rewizyjna** – kłapa przykrywająca otwór w przewodzie wentylacyjnym, służąca do wprowadzenia urządzeń czyszczących.

**Kształtki wentylacyjne** – kolana, trójniki i inne elementy służące do budowy instalacji (łączenia, rozgałęziania prostych odcinków przewodów wentylacyjnych).

**Mufa** – element instalacji wentylacyjnej, tuleja metalowa służąca od łączenia dwóch przewodów wentylacyjnych poprzez umieszczenie ich wewnątrz mufy.

**Nagrzewnica wstępna** – najczęściej grzałka lub spirala elektryczna montowana w kanale powietrza nawiewanego lub wewnątrz centrali wentylacyjnej przed wymiennikiem powietrza zapobiegająca zamarzaniu wymiennika ciepła.

**Nagrzewnica wtórna** – najczęściej grzałka lub spirala elektryczna montowana w kanale powietrza nawiewanego za centralą wentylacyjną, najczęściej w pobliżu nawiewu do pomieszczenia w celu podgrzania powietrza nawiewanego do pomieszczenia

**Nawiew** – wprowadzenie powietrza do pomieszczeń.

**Nypel** – element instalacji wentylacyjnej, tuleja metalowa służąca odłączenia dwóch kanałów wentylacyjnych poprzez umieszczenie ich na zewnątrz nypła.

**Pa (Pascal)** – jednostka ciśnienia.

**Pomieszczenia higieniczno-sanitarne** – kuchnia, łazienka, toaleta, pralnia, suszarnia, itp.

**Pomieszczenia mieszkalne** – pokój, sypialnia, salon, itp.

**Pomieszczenia pomocnicze** – garderoba, spiżarnia, pomieszczenia porządkowe, itp.

Rekuperator centrala wentylacyjna) – potoczne określenie centrali wentylacyjnej. Definicja centrali wentylacyjnej – patrz wyżej.

**Rury spiro** – sztywne okrągłe kanały ze zwijanej spiralnie blachy stalowej służące do przesyłu powietrza (często pojęciem tym błędnie określa się inne miękkie przewody wentylacyjne).

**Sprawność rekuperatora**<sup>3</sup> – jest to współczynnik obliczany jako stosunek strumienia ciepła odzyskiwanego w rekuperatorze (przekazanego z powietrza wywiewanego do powietrza świeżego nawiewanego do budynku), do całkowitego zapotrzebowania mocy grzewczej, jakiej trzeba by dostarczyć, aby powietrze zewnętrzne podgrzać do temperatury powietrza wewnętrznego.

UWAGA:

1) Należy zwrócić uwagę, że w przypadku jeżeli określenie „rekuperator” dotyczy całej centrali wraz z wentylatorami, to taka wartość sprawności nie będzie równa sprawności odzysku realizowanego w samym wymienniku ciepła lecz będzie od niej większa o wartość ciepła dostarczonego do powietrza przez wentylator nawiewny, a w przypadkach wymienników regeneracyjnych, również o wartość ciepła odzyskanego na drodze recyrkulacji.

2) Wartość sprawności odzysku zależy głównie od proporcji strumieni powietrza nawiewanego i wywiewanego przez centralę z odzyskiem ciepła. Jeżeli strumień wywiewany jest mniejszy od nawiewanego, to strumień odzyskiwanego ciepła jest niewielki (mała wartość sprawności). Jeżeli natomiast strumień nawiewany jest mniejszy od wywiewanego, to przyrost temperatury powietrza w rekuperatorze będzie nieco większy niż poprzednio, ale niedobór powietrza w budynku stąd wynikający będzie wymuszał jego uzupełnienie o powietrze infiltrujące przez nieszczelności, które trzeba w całości podgrzać. Sumarycznie, w takim przypadku, użytkownik nie zużyje mniej energii na potrzeby wentylacji. Z tego powodu, przy porównaniach różnych rekuperatorów, trzeba posługiwać się wskaźnikami sprawności określonymi dla równych wartości strumieni powietrza nawiewanego i wywiewanego przy zdefiniowanych parametrach zarówno powietrza zewnętrznego, jak i wewnętrznego.

<sup>3</sup> Powyższe określenie definiuje tzw. „sprawność jawną” (nazywaną często „temperaturową”) z pozycji użytkownika systemu wentylacji mechanicznej funkcjonującego w okresie zimowym. Definicja ta nie uwzględnia tzw. ciepła utajonego przekazywanego w wymiennikach, w których dochodzi do odzysku wilgoci.

**Sprawność odzysku wilgoci rekuperatora** – jest to współczynnik obliczany jako stosunek strumienia wilgoci przekazywanego w rekuperatorze z powietrza wywiewanego do powietrza świeżego nawiewanego do budynku, do zawartości wilgoci występującej w powietrzu wywiewanym.

**Spręż dyspozycyjny rekuperatora** – ciśnienie (siła), z jaką rekuperator przetłacza powietrze do kanałów wentylacyjnych, mierzone na jego króćcach; dopiero podanie wydajności razem ze sprężem w wyczerpujący sposób informuje o mocy urządzenia.

**Strumień powietrza wentylacyjnego** – całkowita objętość powietrza wykorzystanego do wentylacji pomieszczenia. Strumień nawiewny – całkowita objętość powietrza nawiewanego do pomieszczenia (lub budynku). Strumień wywiewny – całkowita objętość powietrza usuwanego z pomieszczenia (lub budynku).

**Szpilka** – pręt gwintowany, który służy do podwieszenia przewodów wentylacyjnych.

**Wydajność rekuperatora** – ilość powietrza, którą przetłacza rekuperator, zazwyczaj podawana równoległe ze sprężem dyspozycyjnym.

**Wymiennik ciepła** – urządzenie w rekuperatorze zbudowane z odpowiednio ukierunkowanych małych kanałków, pozwalających na przekazywanie energii z powietrza wywiewanego do powietrza nawiewanego lub odwrotnie.

**Wymiennik entalpijny** – wymiennik, w którym zachodzi zarówno odzysk ciepła (jawnego), jak i wilgoci (bez mieszania obydwu strumieni powietrza).

UWAGA:

1) W takim wymienniku dochodzi do odzysku zarówno ciepła jawnego (którego „wskaźnikiem” jest temperatura), jak i ciepła utajonego (związanego z przekazywaniem wilgoci). Suma ciepła jawnego i utajonego stanowi ciepło całkowite, którego potencjał określa „entalpia właściwa powietrza wilgotnego”.

2) W takich przypadkach należy posługiwać się definicją „sprawności całkowitej”, w której odzyskany strumień ciepła całkowitego (stanowiącego sumę jawnego i utajonego przekazywanego z wilgocią) jest odnoszony do sumarycznego zapotrzebowania ciepła całkowitego na potrzeby wentylacji.

**Wyrzutnia** – element montowany na elewacji podłączony do przewodów wentylacyjnych, służący do wyrzucenia powietrza zużytego (wyciąganego z pomieszczeń).

**Wywiew** – odbiór powietrza z pomieszczeń.

**Zbilansowany przepływ powietrza** – przepływ, w którym ilość powietrza nawiewanego i wywiewanego jest równa (z zachowaniem dopuszczalnych odchyień podanych w tekście).





**Stowarzyszenie Polska Wentylacja jest zrzeszeniem osób związanych z branżą wentylacyjną.**

Zostało założone w Warszawie 27.09.2001 r. Wśród założycieli są przedstawiciele uczelni technicznych, instytutów naukowych, inżynierowie i przedsiębiorcy.

Działania Stowarzyszenia są prowadzone wielotorowo. Głównym celem jest sprzyjanie rozwojowi branży wentylacyjnej. Jest on realizowany poprzez działania w zakresie:

- monitoringu prawa oraz stałej współpracy z urzędami i instytucjami odpowiedzialnymi za jego stanowienie,
- popularyzacji wiedzy z zakresu wentylacji.

Działania edukacyjne i szkoleniowe są skierowane zarówno do osób nie związanych zawodowo z branżą wentylacyjną, jak i do specjalistów branżowych.

Stowarzyszenie prowadzi działania popularyzujące wiedzę o wentylacji:

- publikuje w prasie artykuły na temat wentylacji
- wydaje czasopismo branżowe CYRKULACJE
- wydaje książki branżowe
- przygotowuje ulotki i broszury informacyjne
- organizuje seminaria i szkolenia
- organizuje wystawę branży wentylacyjno-klimatyzacyjnej  
FORUM WENTYLACJA – SALON KLIMATYZACJA

Stowarzyszenie zbiera informacje i wymienia doświadczenia w dziedzinie wentylacji w budownictwie mieszkaniowym jedno- i wielorodzinnym, użyteczności publicznej, biurowym, komercyjnym i przemysłowym.

Celem Stowarzyszenia jest również szerzenie postaw moralnych w środowisku branży wentylacyjnej.



**Stowarzyszenie  
Polska  
Wentylacja**

ul. Wiśniowa 40B lok.6, 02-520 Warszawa  
tel./fax: 22 542 43 14  
spw@wentylacja.org.pl

[www.wentylacja.org.pl](http://www.wentylacja.org.pl)