

Systemy wentylacyjne

1 Charakterystyka techniczna

1.1 Rodzaje systemów wentylacji

1. Wentylacja naturalna

Wymiana powietrza w pomieszczeniach następująca na skutek oddziaływania na budynek czynników atmosferycznych (różnica temperatur w pomieszczeniu i na zewnątrz i działanie wiatru).

2. Wentylacja mechaniczna

Forma wentylacji, w której do kierowania przepływem powietrza w budynku wykorzystywane są urządzenia mechaniczne - wentylatory elektryczne.

2.1 Wentylacja wywiewna - wyciągowa

Powietrze jest odprowadzane z pomieszczeń wentylowanych przy pomocy wentylatora wytwarzającego podciśnienie.

2.2 Wentylacja nawiewna

Powietrze jest doprowadzane do pomieszczeń wentylowanych przy pomocy wentylatora wytwarzającego nadciśnienie.

2.3 Wentylacja nawiewno-wywiewna

Połączenie systemu wentylacji nawiewnej i wywiewnej. Składa się z zespołu nawiewnego i wywiewnego.

2.4 Wentylacja nawiewno-wywiewna z odzyskiem ciepła

Wentylacja nawiewno-wywiewna rozbudowana dodatkowo w urządzenie do odzysku ciepła z powietrza wywiewanego.

3. Wentylacja hybrydowa

System wentylowania pomieszczeń pracujący jako wentylacja grawitacyjna lub mechaniczna - w zależności od warunków zewnętrznych .

1.2 Zalety i wady systemów wentylacji

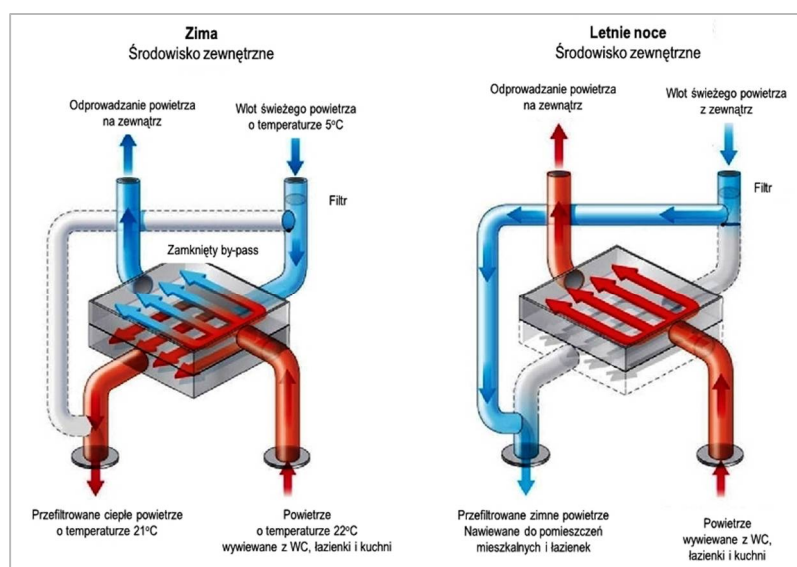
Rodzaj systemu	Zalety	Wady
Wentylacja naturalna	<ul style="list-style-type: none"> Niskie koszty eksploatacyjne i inwestycyjne (działanie wentylacji grawitacyjnej nie wymaga energii elektrycznej). Sprawdza się w pomieszczeniach, w których znajdują się kotły z otwartą komorą spalania lub kominki. Oszczędność miejsca - wymaga jedynie kanałów wywiewnych. 	<ul style="list-style-type: none"> Brak możliwości regulacji i kontroli nad procesem wentylacji. Brak możliwości oczyszczania - filtracji powietrza. Bardzo niska wydajność wentylacji latem. Duże straty ciepła zimą. Brak możliwości odzysku ciepła z wywiewanego powietrza. Powstawanie przeciągów. Często niedostateczna wymiana powietrza, co ma bezpośredni wpływ na samopoczucie mieszkańców.

Wentylacja mechaniczna	<ul style="list-style-type: none"> • Zapewnia stałą wymianę powietrza niezależnie od zewnętrznych warunków pogodowych. • Możliwość zaprogramowania sposobu i intensywności wymiany powietrza, która dostosowuje się do temperatury wewnętrznej i zewnętrznej. • Możliwy odzysk ciepła z powietrza wywiewanego, co przyczynia się do znacznych oszczędności energii. • Brak konieczności otwierania okien (brak przeciągów i hałasów zewnętrznych). • Brak konieczności budowy kominów wymaganych przy wentylacji grawitacyjnej (uniknięcie ciągu wstecznego występującego w kanałach). 	<ul style="list-style-type: none"> • Wyższe niż w przypadku wentylacji grawitacyjnej nakłady inwestycyjne • Konieczność rozprowadzenia kanałów wentylacyjnych w budynku • Wymaga zasilania energią elektryczną (brak zasilania powoduje wyłączenie wentylacji). • Dodatkowe koszty regularnej wymiany filtrów. • Dodatkowe koszty cyklicznego czyszczenia kanałów wentylacyjnych
-------------------------------	---	---

2 Systemy odzysku ciepła z powietrza wywiewanego

2.1 Funkcje ogólne systemów odzysku ciepła

System odzysku ciepła pozwala zminimalizować straty energii na podgrzanie powietrza wentylacyjnego. W przypadku stosowania systemów wentylacyjnych ze zintegrowanym odzyskiem ciepła możliwe jest nie tylko wstępne ogrzewanie, ale także chłodzenie powietrza w pomieszczeniach latem. Dodatkowo można filtrować kurz i pyłki, co również poprawia jakość powietrza w pomieszczeniach.



Sytuacje sezonowe

- **Zima**
Zimne powietrze zewnętrzne jest wstępnie podgrzewane przez ciepłe powietrze wywiewane z pomieszczeń i filtrowane.
- **Letnie noce**
Chłodne powietrze zewnętrzne kierowane jest do pomieszczenia przez obejście.

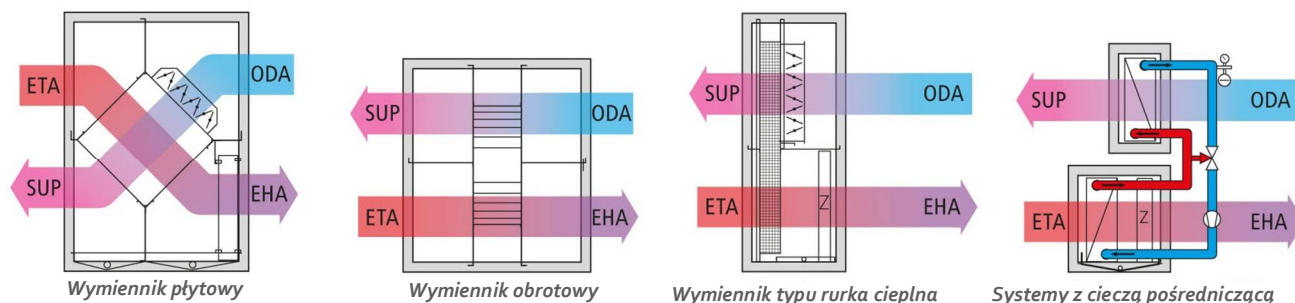
Rys. 1:
Funkcje sezonowe systemów odzysku ciepła.
Źródło: Atlantics Australasia [1]

2.2 Rodzaje systemów odzysku ciepła

- **Rekuperacyjny odzysk ciepła**
Ciepło jest przekazywane bezpośrednio z jednego strumienia powietrza do drugiego poprzez cienkie płyty wymiennika (np. wymiennik płytowy).

• Regeneracyjny odzysk ciepła

Ciepło jest przekazywane do stałego lub płynnego medium pośredniego, które przenosi ciepło do zimnego powietrza zewnętrznego (np. obrotowe wymienniki ciepła, wymiennik typu rurka ciepła, układy z cieczą pośredniczącą).



Rys. 2: Systemy odzysku ciepła. Źródło: KLAISS GmbH Apuso Lüftungstechnik [2]

ODA (Outdoor air) – powietrze zewnętrzne
 SUP (Supply air) – powietrze nawiewne

ETA (Extract air) – powietrze wyciągowe
 EHA (Exhaust air) – powietrze wywiewne

3 Inne przykłady odzysku ciepła z powietrza wentylacyjnego

1. Odzysk ciepła i pompy ciepła

• **Pompa ciepła do przygotowania ciepłej wody**

Ciepłe powietrze odprowadzane z budynku jest wykorzystywane do podgrzewania wody pitnej. Wymagane jest podłączenie do systemu magazynowania wody.

• **Wykorzystanie pompy ciepła do ogrzewania powietrznego**

Pompa ciepła odbiera ciepło z powietrza wywiewanego, a następnie podgrzewa powietrze świeże dostarczane do budynku.

2. Wentylacyjne pompy ciepła

Ciepło zawarte w powietrzu wentylacyjnym wykorzystywane jest do ogrzewania budynków i przygotowania c.w.u. Zamiana energii zawartej w powietrzu wentylacyjnym na energię grzewczą odbywa się w trzech różnych obiegach (rys. 3).

▪ **Obieg powietrza wentylacyjnego**

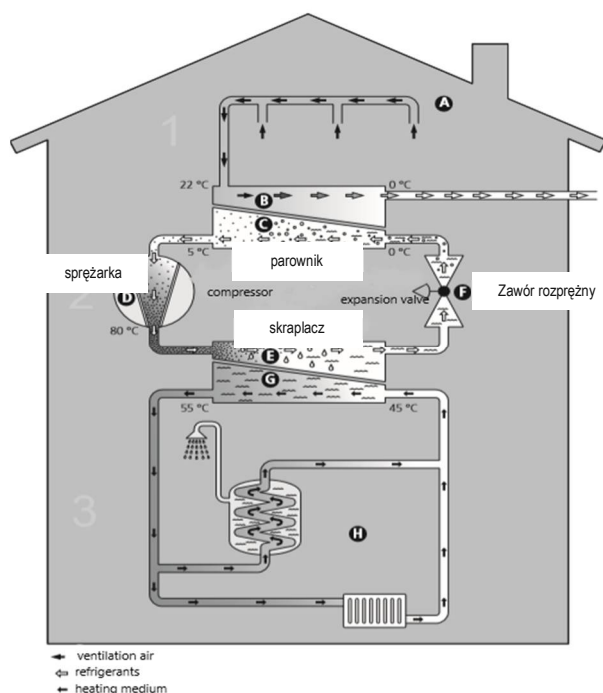
Ciepłe powietrze odprowadzane z budynku kierowane jest do parownika pompy ciepła, gdzie oddaje energię cieplną i jego temperatura gwałtownie spada. Zimne powietrze odprowadzane jest na zewnątrz.

▪ **Obieg chłodniczy**

Czynnik chłodniczy w parowniku odbiera ciepło z powietrza wentylacyjnego i odparowuje, a następnie kierowany jest do sprężarki napędzanej elektrycznie. Podczas sprężania gazu jego ciśnienie i temperatura znacznie wzrastają (od ok. 5 do 100°C). Ze sprężarki gaz jest tłoczony do skraplacza, gdzie ulega schłodzeniu i kondensacji. Następnie poprzez zawór rozprężny kierowany jest ponownie do parownika.

▪ **Obieg grzewczy**

Energia cieplna oddawana przez czynnik chłodniczy w skraplaczu przekazywana jest do czynnika grzewczego (medium – woda). Czynnik grzewczy o temperaturze ok. 55°C kierowany jest do zasobnika, gdzie podgrzewa ciepłą wodę, oraz do instalacji wewnętrznej centralnego ogrzewania.



Rys. 3: Przykład zastosowania wentylacyjnej pompy ciepła.
Źródło: Better Planet [3]

4 Systemy wentylacji z gruntowym wymiennikiem ciepła (GWC)

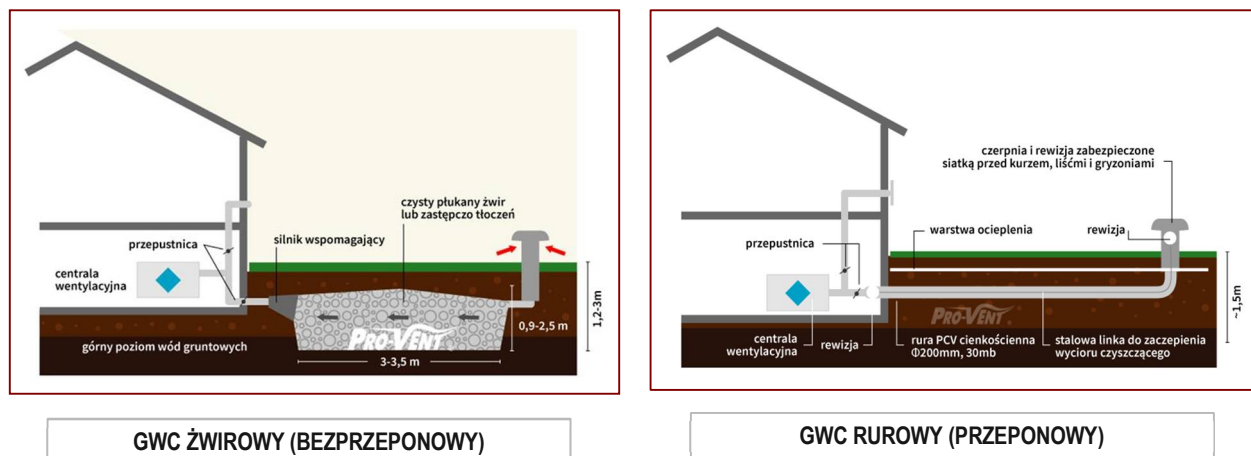
Temperatura panująca na głębokości ok. 1,5 metra pod powierzchnią ziemi jest stała przez cały rok i wynosi około 4-7 °C. Zostało to wykorzystane w technologii GWC.

Instalacja na bazie gruntowego wymiennika ciepła służy do wstępnego ogrzewania (w zimie) lub chłodzenia (w lecie) powietrza wprowadzanego do budynków.

Największe zyski energetyczne daje instalacja zanurzona na głębokość około 4-5 m w gruncie. Minimalna głębokość wynosi 20 centymetrów poniżej głębokości przemarzania gruntu.

W zależności od sposobu wymiany ciepła GWC można podzielić na:

- **Bezprzeponowe GWC**
Przepływające powietrze ma bezpośredni kontakt z odpowiednio przygotowaną warstwą gruntu (wymenniki żwirowe i płytowe). Powietrze jest wstępnie podgrzewane lub schładzane dzięki stałej temperaturze gruntu.
- **Przeponowe GWC**
Istnieje warstwa oddzielająca (przepona) media, między którymi następuje wymiana ciepła (wymenniki rurowe). Medium jest wstępnie podgrzewane dzięki stałej temperaturze gruntu. Ciepło jest przekazywane od medium do zimnego powietrza zewnętrznego. Odwrotny mechanizm działa w chłodne letnie noce (schładzanie wstępne).

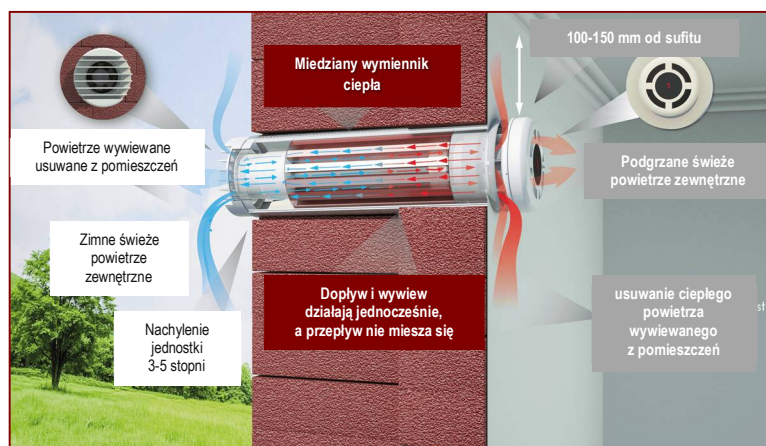


Rys. 4: Systemy z gruntowym wymiennikiem ciepła. Źródło: PRO-VENT [4]

5 Zdecentralizowana wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła

Przykłady rozwiązań praktycznych:

1. Zdecentralizowana wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła – systemy typu PRANA (rys. 5)
 Dwa strumienie powietrza przechodzą przez miedziany przeciwprądowy wymiennik ciepła (rekupe-
 rator) umieszczony wewnątrz modułu roboczego.
 Drogi powietrza są oddzielone od siebie, zarówno wewnątrz modułu roboczego, jak i w strefach
 „wejście-wyjście”.
 Brak filtrów (miedziany wymiennik zapewnia dezynfekcję powietrza) – zerowe koszty konserwacji.
 Kompaktowe wymiary (cały moduł schowany w ścianie), łatwy i szybki montaż .
 Deklarowany współczynnik odzysku ciepła do 91%.



Rys. 5:
 Zdecentralizowany system wentylacyjny
 PRANA z odzyskiem ciepła.
 Źródło: Ecostream [5]

2. Zdecentralizowana wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła – systemy typu inVENTer (rys. 6)
 Systemy składają się z central wentylacyjnych ułożonych parami, które działają w trybie push-pull i
 automatycznie przełączają się między trybem powietrza wywiewanego i nawiewanego.
 Komponenty:
 ceramiczny akumulator ciepła, wentylator cofania, podwójne deflektory powietrza do prostowania

przepływu powietrza, filtry, zamykany panel wewnętrzny, kaptur chroniący przed deszczem i innymi warunkami atmosferycznymi.

Wentylator centrali wentylacyjnej obraca się w jednym kierunku przez 70 sekund i transportuje zużyte powietrze na zewnątrz. Podczas tego procesu wewnętrzny rdzeń ceramiczny odbiera i magazynuje ciepło z powietrza usuwanego z wnętrza.

Następnie zmienia się kierunek obrotów. Świeże powietrze z zewnątrz jest pobierane, podgrzewane w ceramicznym akumulatorze ciepła i doprowadzane do pomieszczenia.



Rys. 6: Zdecentralizowany system wentylacji z odzyskiem ciepła inVENTer.

Źródło : inVENTer GmbH [6]

3. Zdecentralizowane systemy wentylacyjne z odzyskiem ciepła do ościeży okiennych (rys. 7)

Systemy przeznaczone do montażu w ościeżach okiennych zarówno nowych, jak i istniejących budynków (np. w przypadku ścian z izolacją termiczną).

Otwór w ścianie musi znajdować się w bezpośrednim sąsiedztwie okna, ponieważ wlot i wylot powietrza odbywa się przez kratkę wentylacyjną w ościeży okna.

Kanał płaski układany jest wewnątrz izolacji w kierunku ościeża okiennego.

Deklarowany odzysk ciepła: 87-94%.



Rys. 7: Zdecentralizowany system wentylacji do ościeży okiennych.

Źródło: inVENTer GmbH [7]

6 Wnioski

1. Skuteczny system wentylacyjny stanowi jeden z kluczowych elementów każdego budynku - bez względu na jego przeznaczenie.
Udział strat ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego (stanowiący około 30% wszystkich strat występujących w budynkach starszych wiekowo - niepoddanych termomodernizacji) wzrasta do poziomu powyżej 60% w budynkach nowych oraz termomodernizowanych charakteryzujących się wysoką izolacyjnością przegród budowlanych.
2. Systemy wentylacji mechanicznej zapewniają stałą i kontrolowaną wymianę powietrza niezależnie od zewnętrznych warunków pogodowych oraz możliwość realizacji odzysku ciepła z powietrza wywiewanego.
3. Nowoczesne układy wentylacji charakteryzują się wysoką sprawnością odzysku ciepła z powietrza wywiewanego (graniczne sprawności wymienników kształtują się na poziomie nawet powyżej 90%), co przyczynia się do znacznych oszczędności energii oraz oszczędności kosztów ponoszonych na podgrzewanie powietrza wentylacyjnego.
4. Stosowane systemy odzysku ciepła z powietrza wentylacyjnego posiadają zarówno zalety i wady, zaś ich zastosowanie wymaga przeprowadzenia szczegółowej analizy w każdym indywidualnym przypadku.

7 Źródła

- [1] Atlantics Australasia. <https://atlantics.com.au/optimocosity-ventilation/>
- [2] KLAISS GmbH Apuso Lüftungstechnik. <https://www.apuso.de/lueftungstechnik/waermerueckgewinnung/>
- [3] Better Planet. Exhaust air heat pumps. <https://www.betterplanet.co.uk/exhaust-air-heat-pumps>
- [4] PRO-VENT. Wymiennik gruntowy rurowy czy płytowy. <https://www.pro-vent.pl/gwc-co-to-jest-gruntowy-wymiennik-ciepla/>
- [5] Ecostream. The working principle of "Prana" recuperator. <https://ecostream.org.uk/decentralised-mechanical-ventilation-with-heat-recovery-dmvhr/>
- [6] inVENTer GmbH. <https://www.inventer.de/produkte/lueftungsgeraete/inventer-iv14r/>
- [7] inVENTer GmbH. <https://www.inventer.de/produkte/lueftungsgeraete/inventer-iv14r-corner/>