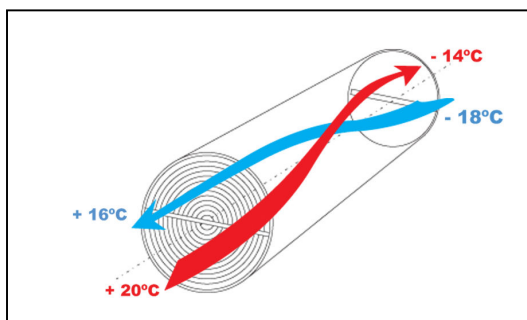


## REKUPERATORY – CENTRALE WENTYLACYJNE Z ODZYSKIEM CIEPŁA, – ALE JAKIE?



Stale wzrastające koszty energii, rosnące koszty korzystania ze środowiska zmuszają do poszukiwania oszczędności. Okazało się, że nie wystarcza dobra izolacja termiczna i szczelność budynku. Obecnie znaczna część energii, nawet do 50% wykorzystywana

jest do ogrzania dopływającego z zewnątrz powietrza wentylacyjnego. Z tego powodu, aby zmniejszyć wydatki na ogrzewanie koniecznością stało się stosowanie wentylacji z odzyskiem ciepła. Naturalną konsekwencją tego jest, więc dążenie do skonstruowania wymiennika umożliwiającego odzysk z jak największą sprawnością, ale za rozsądną cenę.

Wyborowi dobrego rekuperator, czyli serca całego systemu wentylacji mechanicznej warto poświęcić sporo uwagi. Ważną sprawą jest przede wszystkim jego wydajność, która powinna zapewnić od 0,5 do 1 wymiany powietrza na godzinę. Oznacza to, że urządzenie pracując z maksymalną wydajnością powinno zapewnić całkowitą wymianę powietrza w budynku w ciągu godziny. Równie ważną sprawą jest sprawność wymiennika, czyli ile ciepła jest on w stanie odzyskać z powietrza usuwanego.

### WYMIENNIKI KRZYŻOWE

Najczęściej stosowany jest rekuperator z wymiennikiem płytowo-krzyżowym. Nie mają wprawdzie najlepszych parametrów pracy, ale są najtańsze. Świeże powietrze z zewnątrz i powietrze usuwane z pomieszczeń przepływają na przemian pomiędzy oddzielającymi je płytami. Strumienie powietrza nawiewanego i usuwanego są całkowicie rozdzielone. Ciepło przenika przez płyty, ale dla wszelkich zanieczyszczeń i niepożądanych zapachów są one bardzo skuteczną barierą. Wadą wymienników krzyżowych jest podatność na szronienie się już w temperaturze niewiele niższej niż  $-5^{\circ}\text{C}$ . Proces szronienia wymiennika może doprowadzić do zupełnego zatkania i braku przepływu przez wymiennik. Do ochrony przed tym zjawiskiem wykonuje się tzw. obejście pozwalające na zmniejszenie ilości świeżego powietrza przepływającego przez wymiennik. Zamiast obejścia można stosować wstępną nagrzewnicę świeżego powietrza, która powoduje podgrzanie go do temperatury przynajmniej  $-5^{\circ}\text{C}$ . Rozwiązanie takie zmniejsza odzysk ciepła z powietrza usuwanego.

Sprawność odzysku ciepła w rekuperatorach z wymiennikiem krzyżowym dochodzi do 60%. Można podnieść sprawność takiego układu do 80% łącząc dwa wymienniki szeregowo ze sobą.

## WYMIENNIKI OBROTOWE

Droższym rozwiązaniem jest wykorzystanie do odzysku ciepła obrotowego wymiennika ciepła. Mają one postać bębna (rotora) wykonanego z azurowej masy akumulującej ciepło, którą stanowią płyty miliporowe i folia aluminiowa tworzące sieć kanalików do przepływu powietrza. Wymiennik podzielony jest na połowy i przez jedną połowę przepływa ciepłe powietrze usuwane z pomieszczeń, a przez drugą powietrze świeże, które ma być ogrzane. Wirnik z wymiennika obraca się z prędkością 10 – 20 obrotów na minutę. Stały kierunek obrotów pozwala na ogrzanie każdego kanalika najpierw powietrzem usuwanym, a następnie schłodzenie powietrzem pobieranym. Dużą zaletą wymienników obrotowych jest ich sprawność dochodząca do 80% a nawet więcej. Konstrukcja pozwala na odzysk nie tylko ciepła, ale także wilgoci. Zimą, kiedy powietrze po podgrzaniu jest nadmiernie wysuszone to poprzez pokrycie wymiennika substancją higroskopijną można w sposób odczuwalny poprawić jakość powietrza bez stosowania dodatkowych nawilżaczy. W wymienniku obrotowym strumienie powietrza podobnie jak w krzyżowym nie mieszają się ze sobą, ale ponieważ tą samą część bębna opływa na zmianę jeden i drugi strumień powietrza może dojść do przenikania niektórych zanieczyszczeń i zapachów z powietrza usuwanego do świeżego wchodzącego do pomieszczeń. Regulując prędkość obrotową wymiennika można zmieniać wydajność i unikać szronienia się powierzchni wymiennika. Wymienniki te wymagają podczas pracy doprowadzenia energii zewnętrznej do obrotu. Zastosowanie części ruchomych natomiast powoduje możliwość wystąpienia awarii i zwiększenia poziomu hałasu.

## WYMIENNIKI PRZECIWPŁĄDOWE

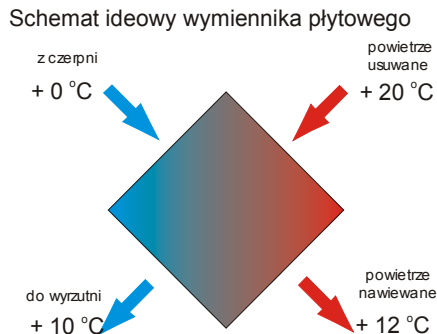
Wymienniki te są coraz częściej stosowane w budownictwie jednorodzinnych. Zbudowane są podobnie do wymienników krzyżowych. Różnica polega na sposobie przepływu powietrza. W wymiennikach przeciwprądowych strumienie powietrza płyną równolegle w przeciwnych kierunkach. Dzięki temu sprawność odzysku ciepła dochodzi do 90%. Zaletą tego wymiennika w stosunku do krzyżowego jest wyeliminowanie zjawiska szronienia.

Najnowsza konstrukcją wymienników przeciwprądowych są wymienniki spiralno-przeciwprądowe. Jest to znacznie ulepszona konstrukcja wymienników przeciwprądowych. Ulepszenie to polega na dodatkowym, spiralnym skręceniu blach aluminiowych tworzących szczeliny, przez które przepływa powietrze, co znacznie wydłuża drogę przepływu tym samym zwiększając sprawność wymiennika.

Centrale wentylacyjne produkowane przez firmę **BARTOSZ** bazują na spiralnym-przeciwprądowym wymienniku ciepła typu powietrze-powietrze zbudowanym w formie walca. Wymiennik wykonany jest ze specjalnego stopu aluminium, a konstrukcja jego jest zastrzeżona w Urzędzie Patentowym.

## Porównanie możliwości wymienników różnej konstrukcji

### (rys. schemat wymiennika płytowego)



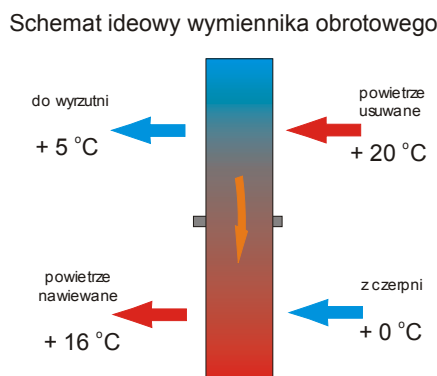
#### Zalety:

- prosta konstrukcja
- wymiennik nie wymaga doprowadzenia dodatkowej energii spoza układu
- pewność działania związana między innymi z brakiem części ruchomych
- istnieje możliwość regulacji stopnia odzysku ciepła wymiennika z wykorzystaniem obejścia wymiennika
- stopień odzysku - 57%

#### Wady:

- możliwość występowania szronienia już przy temperaturze około  $-5^{\circ}\text{C}$
- wymiennik jest szczelny na początku eksploatacji, z upływem czasu może jednak dochodzić do pewnych przedmuchów powietrza, co jest związane ze zużywaniem się uszczelek.

### (rys. schemat wymiennika obrotowego)



#### Zalety:

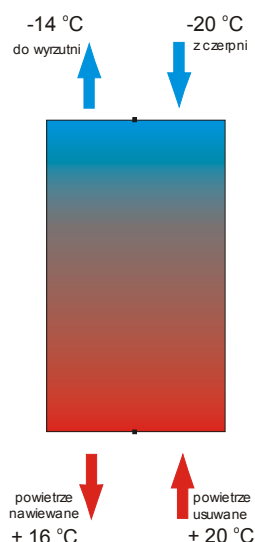
- prosta konstrukcja
- możliwość uzyskania płynnej lub skokowej regulacji stopnia odzysku wymiennika w zależności od jego rozwiązania konstrukcyjnego
- odzysk ciepła do 80%

#### Wady:

- możliwość występowania szronienia już przy temperaturze około  $-5^{\circ}\text{C}$
- wymiennik ten wymaga podczas pracy doprowadzenia energii zewnętrznej
- istnieje w nim możliwość przedmuchów powietrza wywiewanego do nawiewanego lub odwrotnie, zależnie od aktualnej różnicy ciśnień. Pociąga to za sobą występowanie w tym wymienniku między innymi zjawiska przenikania zapachów
- obecność części ruchomych stwarza większą możliwość wystąpienia awarii.

### (rys. schemat wymiennika BARTOSZ)

Schemat ideowy wymiennika BARTOSZ



#### Zalety:

- średni stopień odzysku 85%.
- wymiennik odznacza się prostą konstrukcją
- nie wymaga doprowadzenia dodatkowej energii spoza układu
- pewność działania związana między innymi z brakiem części ruchomych,
- istnieje możliwość regulacji stopnia odzysku ciepła wymiennika z wykorzystaniem obejścia wymiennika
- brak szronienia nawet przy  $-30^{\circ}\text{C}$
- szczelność urządzenia 99,9%
- możliwość stosowania jako element w instalacji kanałowej.

#### Wady:

- porównywalnie większe gabaryty urządzenia.

**Porównanie zainstalowanych urządzeń pobierających energię w centralach wentylacyjnych z różnymi typami wymienników:**

	Centrala wentylacyjna z wymiennikiem krzyżowym	Centrala wentylacyjna z wymiennikiem obrotowym	Centrala wentylacyjna z wymiennikiem Firmy BARTOSZ
Nagrzewnica wstępna	TAK*	TAK*	NIE
Nagrzewnica wtórna	TAK	TAK	NIE
Wentylatory (nawiewny + wywiewny)	TAK	TAK	TAK
Automatyka	TAK	TAK	TAK
Dodatkowe urządzenia	NIE	TAK **	NIE

\* – stosowana dla ochrony wymiennika przed zamarzaniem

\*\* – silnik napędzający wymiennik obrotowy

**Porównanie cech użytkowych urządzeń do odzysku ciepła opartych na różnych systemach odzysku ciepła:**

Typ odzysku ciepła	Sprawność odzysku ciepła [%]	Ryzyko szronienia	Konieczność doprowadzania energii do wymiennika	Szczelność układu	Uwagi
Wymiennik krzyżowy	57	TAK	NIE	TAK	Prosta konstrukcja, niski koszt inwestycyjny, stosunkowo niski stopień odzysku ciepła
Wymiennik rotacyjny (obrotowy)	80	TAK	TAK	NIE	Skomplikowana konstrukcja urządzenia, rozbudowana automatyka, duże koszty inwestycyjne, duże gabaryty urządzenia, wysoka sprawność odzysku ciepła
Wymiennik Firmy BARTOSZ	85	Nie stwierdzono szronienia przy temperaturze zewnętrznej $-30^{\circ}C$	NIE	TAK	Prosta konstrukcja, wysoka sprawność odzysku ciepła

### Wymienniki ciepła z mediami pośrednimi

Typ odzysku ciepła	Sprawność odzysku ciepła [%]	Ryzyko szronienia	Konieczność doprowadzania energii do wymiennika	Szczelność układu	Uwagi
Pompa ciepła	3:1*	BRAK	TAK	TAK	Niski stopień odzysku. Urządzenia bardzo skomplikowane. Rozbudowana automatyka. Stosowane bardzo rzadko.
Wymiennik glikolowy	50	BRAK	TAK	TAK	Niski stopień odzysku. Urządzenia bardzo skomplikowane. Stosowane bardzo rzadko.
Rurka ciepła	30	BRAK	NIE	TAK	Niski stopień odzysku. Urządzenia bardzo skomplikowane. Stosowane bardzo rzadko.

\* - 1kW energii włożonej daje 3 kW energii cieplnej

### Spiralny wymiennik ciepła Firmy Bartosz

Wymiennik ciepła Firmy BARTOSZ jest podstawą budowy nowych systemów. Specyficzna i zarazem prosta konstrukcja wymiennika oraz uzyskiwane parametry pracy stanowią przełom w dziedzinie odzysku ciepła w wentylacji. Wymiennik Firmy BARTOSZ jest jedynym urządzeniem w naszych warunkach klimatycznych, zdolnym do pracy z wysoką sprawnością w różnych temperaturach zewnętrznych. Pozwala to na zredukowanie strat energii ciepła w wentylacji do 15 %. Wymiennik może służyć do odzyskiwania chłodu z pomieszczeń chłodniczych lub klimatyzowanych, a także do osuszania powietrza podawanego do chłodzenia.

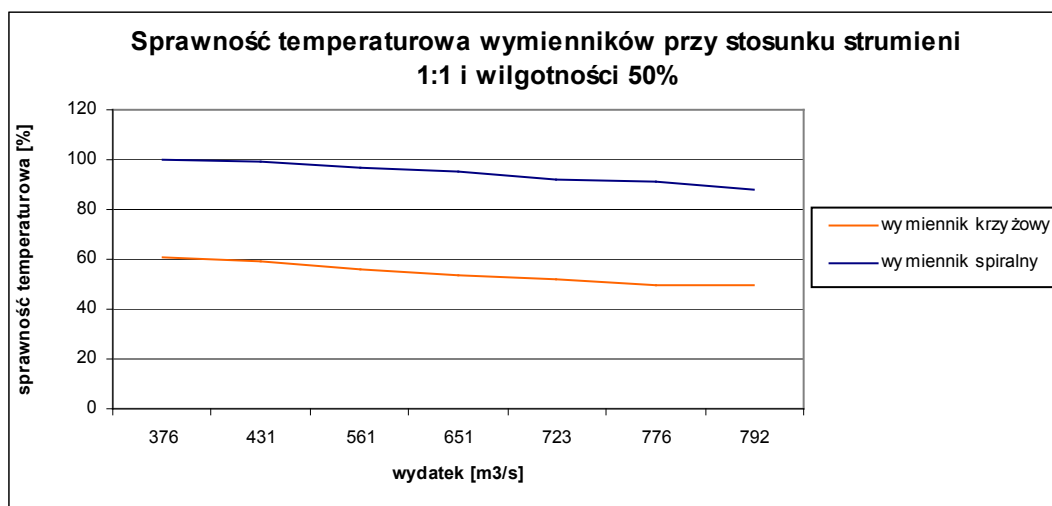
Sprawność wymiennika Firmy BARTOSZ wpływa na obniżanie kosztów eksploatacji obiektów, szczególnie dużych, wymagających intensywnej wentylacji.

Wymiennik BARTOSZ składa się z dwóch płyt wykonanych z taśmy zwiniętej w podwójną spiralę tak, aby tworzyła ona n-2 szczelinowych kanałów przelotowych, podzielonych na kanały czynnika A i B oraz ażurowych elementów dystansujących taśmę przepony oraz elementów uszczelniających, zamykających odpowiednio, co drugi kanał. Każda z podstaw utworzonej w ten sposób bryły jest podzielona na dwie części, z

których jedna ma otwarte kanały kategorii innej niż druga. Elementy dystansujące przeponę i zamykające kanały mogą być wykonane z materiału samej przepony przez jej przetłoczenie i zawinięcie lub z elementów dodatkowych, takich jak: uszczelki, szczeliwa, karbowane taśmy itp. Konstrukcja umożliwia działanie wymiennika spiralnego o zmiennych wzajemnie kierunkach przepływu czynników A i B, od równoległoprądowego – w szczególności przeciwległoprądowego – do krzyżowego, bez konieczności zmiany kierunku przepływu czynnika o kąt większy, niż  $90^\circ$ , co nie powoduje znacznego wzrostu oporów przepływu.

Wymiennik odznacza się prostą konstrukcją, łatwym wykonaniem i możliwością bezstopniowego doboru wszystkich parametrów pracy: oporów przepływu, wydatku, efektywności, wytrzymałości ciśnieniowej i temperaturowej. Ponadto cechuje go odporność na działanie czynników agresywnych przez dobranie odpowiednio: długości i grubości przepony, szerokości kanałów i właściwych materiałów. Wymiennik ten wyróżnia sprawność od 85% do 92%, a w niektórych sytuacjach przekraczająca 100% (odzysk ciepła z kondensacji pary wodnej) dla ilości powietrza nawiewanego i wywiewanego w stosunku 1:1. Opory przepływu, wynoszą do 200 Pa dla prędkości optymalnych do 3,0 m/s. Ponadto urządzenie charakteryzuje: szczelność, co pozwala na pobieranie powietrza zużytego, zanieczyszczonego innymi gazami i po odzyskaniu z niego ciepła odprowadzić na zewnątrz nie mieszając go z powietrzem czystym, wchodzącym do pomieszczeń. Cechuje je także duża odporność na szronienie. W ciągu kilku już lat od czasu wprowadzenia pierwszych egzemplarzy do eksploatacji żaden z klientów nie uskarżał się na „zatkanie” wymiennika lodem nawet podczas wysokich mrozów. Ponadto w wymienniku tym możliwe jest schładzanie powietrza (w zakresie kilku stopi) przez podawanie do niego mgły wodnej, bez podnoszenia poziomu wilgotności w pomieszczeniach wentylowanych. Wysoka sprawność wymiennika określona została na podstawie badań przeprowadzonych na Politechnice Białostockiej. Badania prowadzone na stanowisku w firmie potwierdziły zarówno wyniki dotyczące sprawności, jak i odporności na szronienie.

- Efektywność odzysku ciepła wymienników Firmy BARTOSZ jest wyższa od porównywanych i niezależna od temperatury powietrza zewnętrznego.

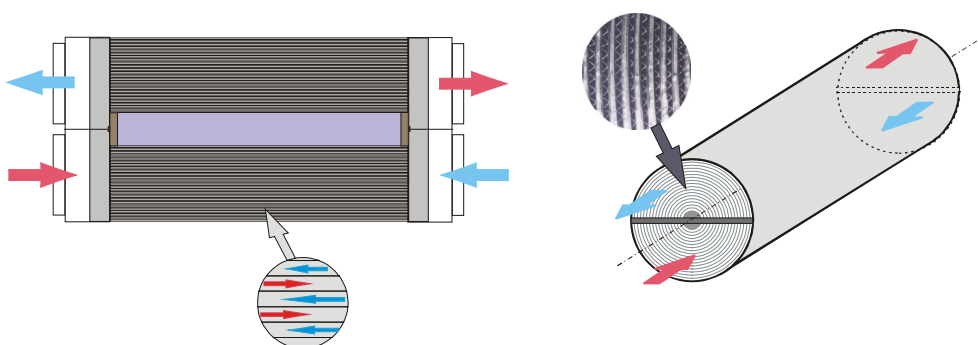


- Zestawy i centrale w skład, których wchodzi wymienniki Firmy BARTOSZ zazwyczaj nie wymagają stosowania nagrzewnic wentylacyjnych. W przeważającej większości energia dostarczana jest tylko do napędu wentylatorów. Dogrzewanie powietrza stosowane jest jedynie w układach, gdzie nie ma znaczących zysków ciepła technologicznego lub tam, gdzie zapewniona być musi stała temperatura nawiewu.
- Systemy odzysku ciepła przy pomocy mediów pośrednich, które nie są wymienione w tabeli, wyposażone są oprócz skomplikowanej automatyki, w urządzenie do transportu mediów (pompy) oraz nagrzewnice powietrza
- Szczelność wymiennika Firmy BARTOSZ pozwala na wentylację pomieszczeń o różnym przeznaczeniu i różnej jakości powietrza wywiewanego. Dzięki temu – przy zachowaniu odpowiednich zasad budowy systemów wentylacyjnych - ich sprawność w zakresie odzysku ciepła może być równa sprawności wymiennika. Takiej możliwości nie dają wymienniki, w których następuje mieszanie się powietrza zużytego ze świeżym.
- W oparciu o wymiennik Firmy BARTOSZ, montowane są zestawy nawiewno wywiewne CNWB zastępujące tradycyjne centrale wentylacyjne. Zestawy CNWB pozwalają na dopasowanie się do obiektu, co jest bardzo istotne szczególnie w przypadku istniejących budynków, gdzie nie mam możliwości zamontowania centrali kompaktowej. Taka zabudowa sprawdza się również w obiektach nowych, co pozwala na uzyskanie oszczędności miejsca i ograniczenie kosztów inwestycji.

## Cechy wymiennika BARTOSZ

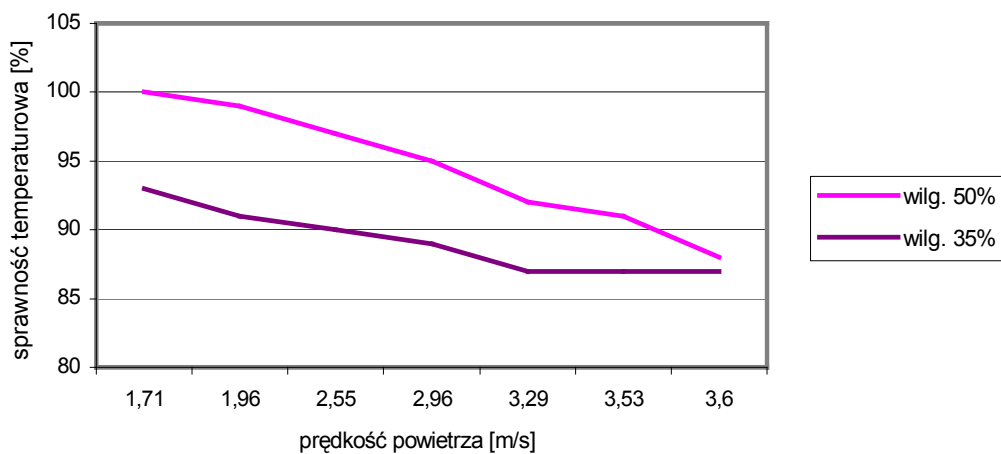
- Wymiennik BARTOSZ wykonywany jest z blachy aluminiowej, zwijanej w podwójną spiralę i przyjmuje formę walca. Istnieje możliwość wykonania wymiennika w wersji żaroodpornej i kwasoodpornej.
- Część robocza podzielona jest na dwie niezależne względem siebie przestrzenie. Szczelność wymiennika na poziomie 99,9% zabezpiecza przed mieszaniem się przepływających strug powietrza zużytego ze świeżym. Powietrze przepływa przez wymiennik spiralnie i przeciwnieprądowo - krzyżowo.

*(rys. Przekrój spiralnego wymiennika ciepła)*



- Badania prowadzone w Katedrze Ogrzewnictwa Politechniki Białostockiej wykazały sprawność wymiennika BARTOSZ na poziomie 85 – 92% - w zależności od  $\Delta T$  oraz prędkości przepływu powietrza przez wymiennik.

Wykres sprawności wymiennika w zależności od prędkości przepływu powietrza przez część roboczą wymiennika



Opory przepływu powietrza przez część roboczą wymiennika

