Frapol®
KLIMATYZACJA WENTYLACJA

AF

MODUŁOWE CENTRALE WENTYLACYJNO-KLIMATYZACYJNE

Spis treści

1. Wstęp ... 2

CENTRALE AF

2. Strona obsługi, łączenie sekcji, rama nośna ... 4
3. Metodyka wymiarowania central klimatyzacyjnych AF ... 5
4. Zakres wydajności central AF ... 6
5. Wymiary przekroju poprzecznego central AF ... 7
6. Elementy centrali ... 8
6.1. Sekcja pusta LEL ... 8
6.2. Przepustnica KG i KK, kołnierz elastyczny ES ... 8
6.3. Sekcja małej przepustnicy KSK ... 9
6.4. Sekcja mieszania MSG i MSK ... 9
6.5. Podwójna sekcja mieszania DSK ... 10
6.6. Filtr kieszeniowy FET ... 10
6.7. Nagrzewnica wodna LE ... 11
6.8. Nagrzewnica elektryczna LEE ... 11
6.9. Chłodnica LK ... 12
6.10. Wymiennik glikolowy WKV ... 12
6.11. Wymiennik krzyżowy WKR ... 13
6.12. Wymiennik rotacyjny WRA ... 15
6.13. Nawilżacz wyparny KBF ... 17
6.14. Wymiennik akumulacyjny ... 19
6.15. Sekcja wentylatora VE ... 19
6.15.1. Wentylator typu PLUG ... 19
6.15.2. Wentylatory promieniowe ... 20
6.16. Sekcja rozprężna PD z elementem dyfuzorowym ... 21
6.17. Tłumik akustyczny SD ... 21
6.18. Sekcja modułu grzewczego MG ... 23
7. Centrale sekcyjne Cleanroom ... 25
8. Centrale w wykonaniu basenowym ... 26
8.1. Informacje ogólne ... 26
8.2. Centrala basenowa z recylkulacją typ R ... 29
8.3. Centrala basenowa z recyrkulacją i wymiennikiem krzyżowym typ R-WKR ... 30
8.4. Centrala basenowa z recyrkulacją i rurką ciepła R-WRO ... 31
8.5. Centrala basenowa z pompą ciepła i wymiennikiem krzyżowym typ R-WKR-HP ... 32

1. Wstęp

ZASTOSOWANIE

Centrale sekcyjne typu AF są przeznaczone do stosowania w instalacjach wentylacyjnych i klimatyzacyjnych, w których uzdatniane jest powietrze o maksymalnej koncentracji pyłu 0.5 g/m. Mogą one być wykorzystywane zarówno w obiektach użyteczności publicznej i mieszkalnych (sklepy, biura, restauracje itp.) jak również w obiektach przemysłowych (hale produkcyjne, warsztaty, magazyny itp.). Typoszereg central AF obejmuje 18 wielkości o wydajności od 1000 m³/h do 152 760 m³/h. W katalogu prezentowane są centrale o wielkościach od AF00 do AF70.
Centrale o większej wydajności tj. AF75, AF80 i AF85 (odpowiednio maksymalny wydatek 108 500, 125 880 i 152 760 m³/h) dobierane są indywidualnie na podstawie zapytania klienta. Zakres dopuszczalnej temperatury powietrza w przypadku sekcji wentylatora wynosi od -15 do 40°C, natomiast w przypadku pozostałych sekcji od -25 do 75°C.

KONSTRUKCJA

W skład typoszeregu central AF wchodzą sekcje funkcyjne służące do obróbki, czyszczenia i transportu powietrza (filtry, nagrzewnice i chłodnice, wymienniki rekuperacyjne oraz regeneracyjne, nawilżacze, wentylatory itp.). Poszczególne sekcje mogą być umieszczone we własnych, oddzielnych obudowach lub zgrupowane w jednej wspólnej obudowie.

WYKONANIE STANDARDOWE – N

Obudowa składa się ze sztywnego szkieletu z profili aluminiowych, do których przymocowane są panele wykonane z dwóch warstw blachy stalowej ocynkowanej i izolacji z niepalnej wełny mineralnej pomiędzy nimi. Zewnętrzna warstwa blachy jest standardowo lakierowana w kolorze białym (RAL 9010). Do wszystkich sekcji wchodzących w skład centrali zapewniony jest łatwy dostęp od strony obsługi poprzez zdejmowane klapy rewizyjne lub drzwi inspekcyjne. Drzwi mocowane są na zawiasach i posiadają klamki. Poszczególne elementy obudowy łączy się od wewnątrz za pomoc spinaczy.

WYKONANIE ZEWNĘTRZNE – D

W stosunku do wersji standardowej centrale w wykonaniu zewnętrznym posiadają dodatkowe uszczelnienie, dach z lakierowanej ocynkowanej blachy stalowej, kolana osłonowe oraz żaluzjowe czerpnie i wyrzutnie powietrza z osłonami przeciwdeszczowymi. Przepustnice i siłowniki montowane są wewnątrz obudowy centrali. Ponadto istnieje możliwość zastosowania wymienników z odgiętymi króćcami pozwalającymi na wykonanie podłączeń hydraulicznych w środku urządzenia.

WYKONANIE HIGIENICZNE – H

Konstrukcja urządzeń w wykonaniu higienicznym charakteryzuje się następującymi cechami:

- Wszystkie wewnętrzne powierzchnie centrali i łączenia obudów są całkowicie gładkie i dodatkowo uszczelnione (eliminacja miejsc, w których mogłyby się gromadzić zanieczyszczenia).
- Wnętrze centrali można myć na mokro.
- Wszystkie panele od strony obsługi są zdejmowane.
- Wewnętrzne podzespoły można wysunąć z obudowy.
- W miejsce klamek stosuje się zewnętrzne elementy dociskowe; drzwi wyposażone są w okienka inspekcyjne.

WARIANTY DOSTAWY

Dostawa central może być zrealizowana w trzech wariantach: bez elementów A.K.P i automatyki, tylko z niezbędnymi elementami A.K.P. oraz z pełnym układem automatyki. W pierwszym przypadku urządzenia posiadają jedynie wewnętrzne okablowanie pomiędzy silnikami wyłącznikami serwisowymi. W drugim przypadku centrale dodatkowo wyposażone są w zamontowane fabrycznie niezbędne siłowniki przepustnic, presostaty filtrów i wentylatorów oraz zabezpieczenia przeciwzamrożeniowe nagrzewnic wodnych. W trzecim wariancie w skład dostawy central wchodzi pełen zakres elementów A.K.P (również czujniki kanałowe i pomieszczeniowe) oraz szafa zasilająco-sterująca.

2. Strona obsługi, łączenie sekcji, rama nośna

OKREŚLENIE STRONY OBSŁUGI

LEWA STRONA OBSŁUGI PRAWA STRONA OBSŁUGI

GRUPOWANIE SEKCJI W JEDNEJ OBUDOWIE

Poszczególne sekcje funkcyjne mogą posiadać własne obudowy bądź być zgrupowane w jednej wspólnej obudowie. Sumaryczna długość wspólnej obudowy jest równa sumie długości poszczególnych obudów, jednak nie może ona być większa niż 2800 mm. Gdy nie ma ograniczeń transportowych (otwory montażowe lub dopuszczalny ciężar elementu) należy dążyć do umieszczania jak największej ilości sekcji w jednej obudowie.

Cztery sekcje w pojedynczych obudowach

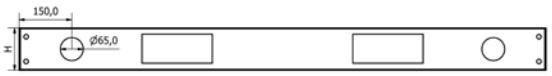
L1 L2 L3 L4

Cztery sekcje we wspólnej

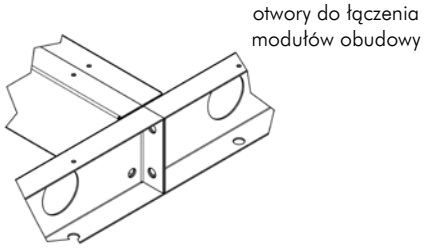
L=L1+L2+L3+L4

RAMA NOŚNA

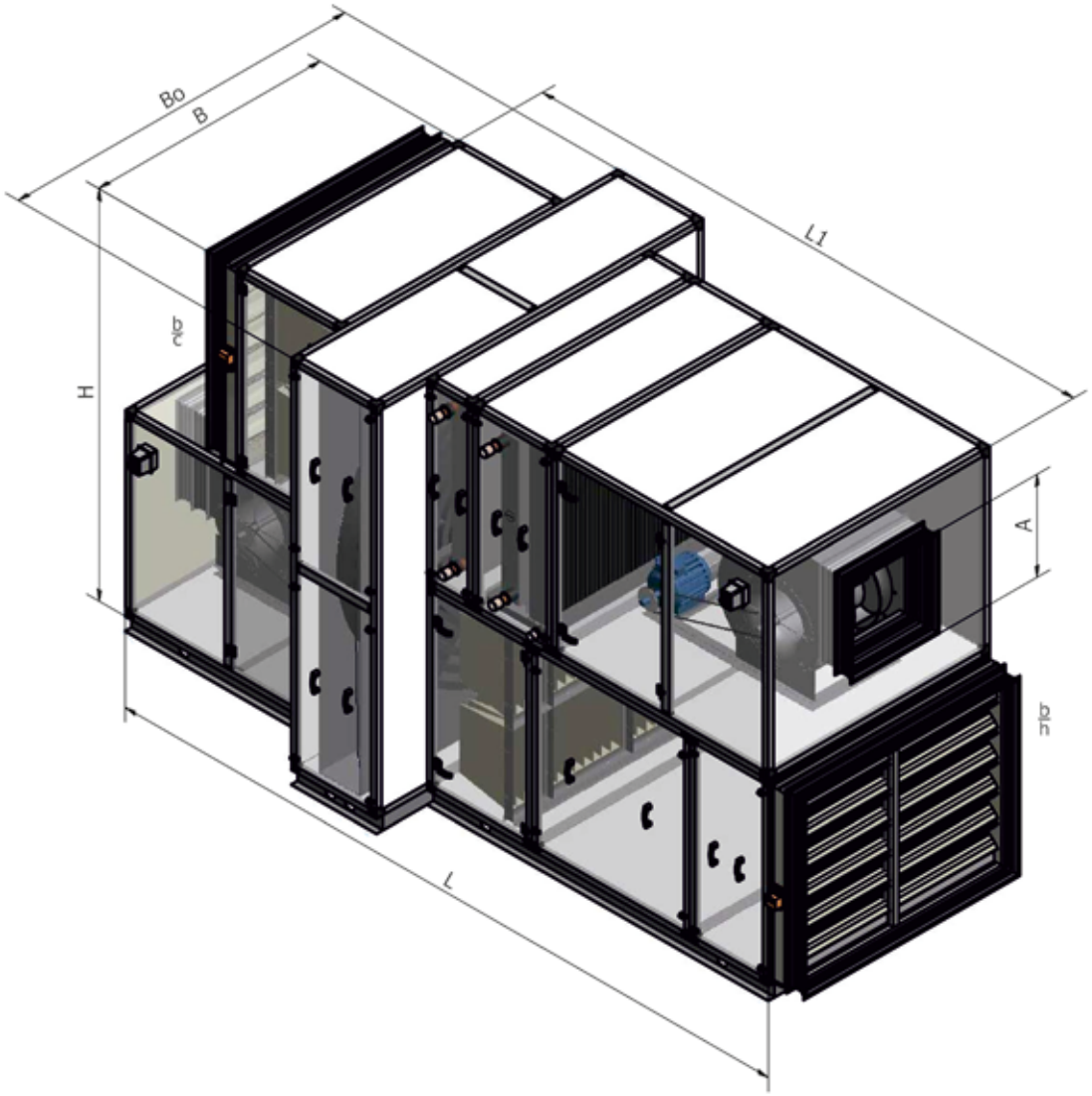
W centralach o wielkości do AF45 rama nośna stanowi wyposażenie opcjonalne. Należy ją jednak stosować w przypadku central posiadających odpływ skroplin (chłodnica, wymiennik krzyżowy, wymiennik glikolowy) w celu zapewnienia odpowiedniej wysokości zasyfonowania. Centrale o wielkościach od AF50 wyposażone są w ramę standardowo. Wysokość ramy wynosi 120 mm w centralach o wielkości do AF55 i 160 mm w centralach o wielkości od AF60. Ramy podłużne zakończone są półkami z otworami służącymi do łączenia poszczególnych modułów obudowy.



AF 10 do AF 55 : H = 120 mm
AF 60 do AF 70 : H = 160 mm

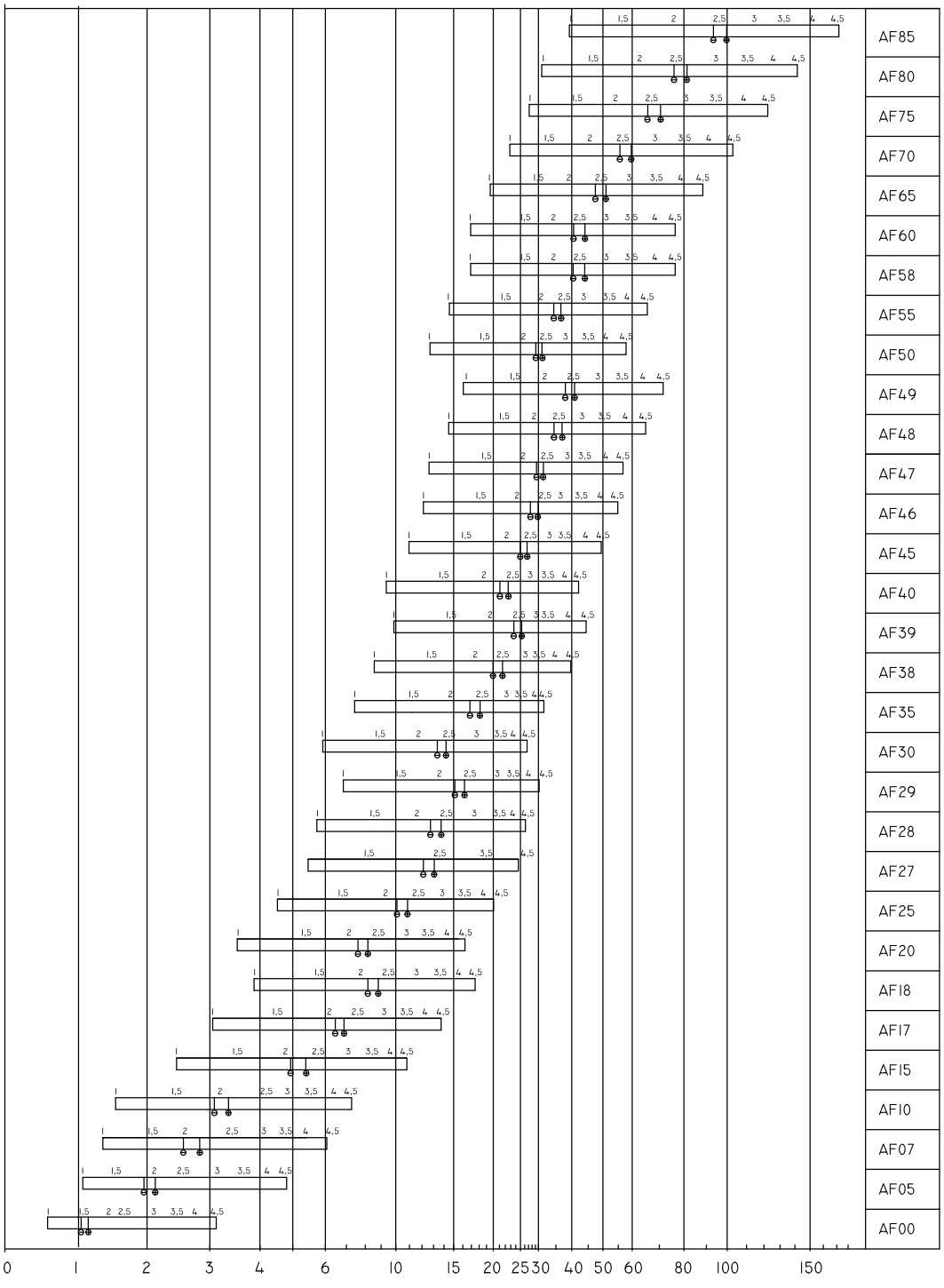


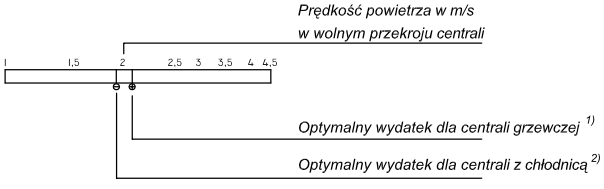
3. Metodyka wymiarowania central klimatyzacyjnych AF



L – Długość całkowita centrali klimatyzacyjnej
L1 – Długość sekcji nawiewnej / wywiewnej
A – Wymiar kołnierza elastycznego
B – Szerokość centrali klimatyzacyjnej
Bo – Szerokość wymiennika rotacyjnego (występuje tylko gdy wymiar B oraz Bo są różne)
H – Wysokość całkowita centrali AF
h/b , c/b – Wymiary kołnierza elastycznego

4. Zakres wydajności central AF



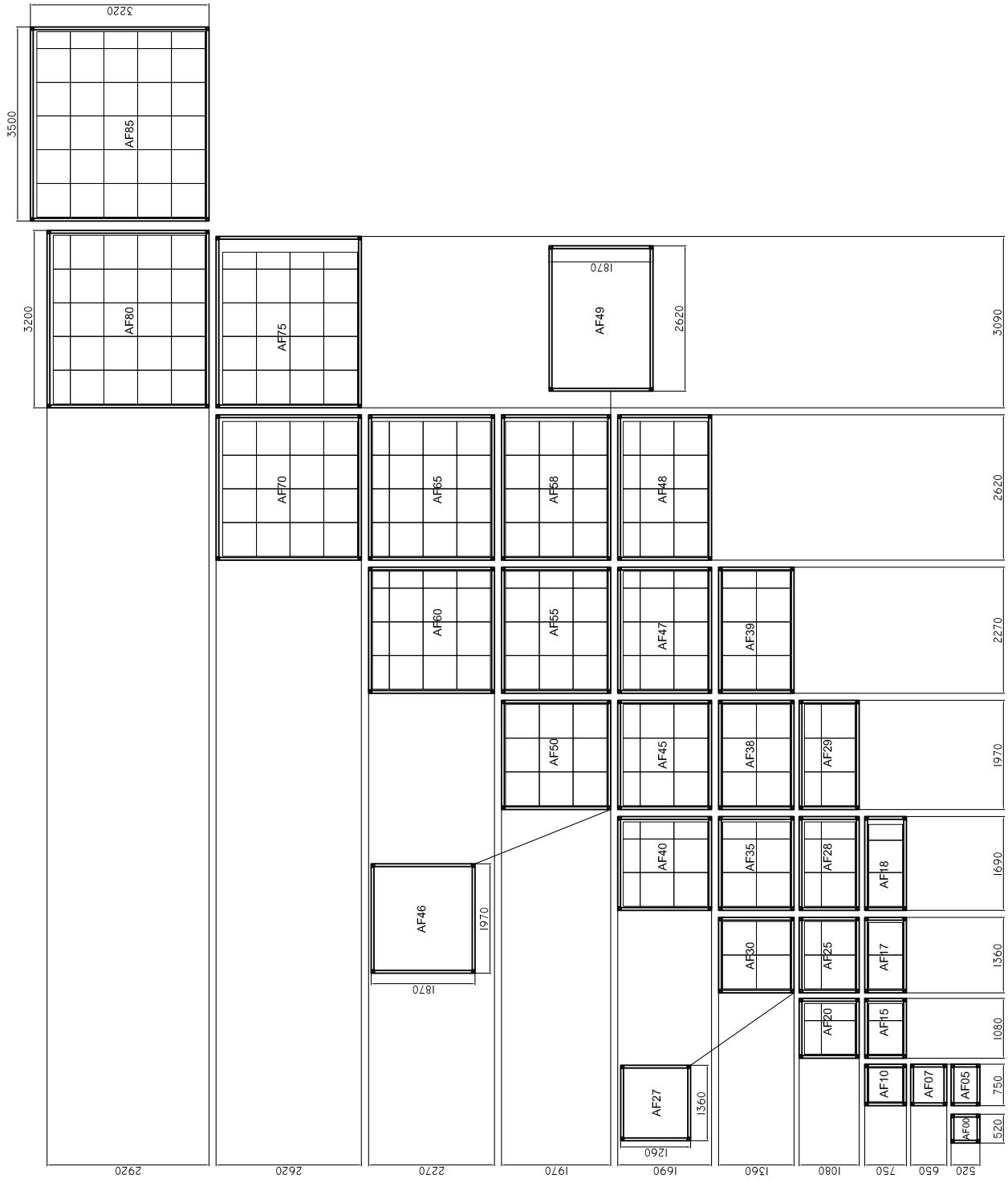


1) Przy prędkości napływu powietrza na blok lamelowy nagrzewnicy równej 3m/s

2) Przy prędkości napływu powietrza na blok lamelowy chłodnicy równej 2,8m/s

Dopuszczalna prędkośc napływu powietrza na blok lamelowy nagrzewnicy wynosi 4 m/s, natomiast chłodnicy 3,5 m/s

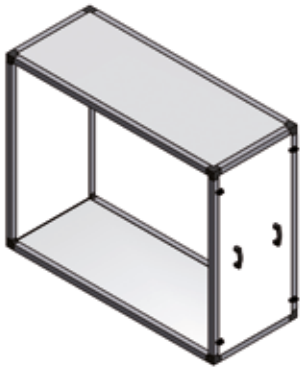
5. Wymiary przekroju poprzecznego central AF



6. Elementy centrali

6.1. SEKCJA PUSTA LEL

Sekcje pustą stosuje się w celu zapewnienia dostępu inspekcyjnego do wewnętrznych podzespołów centrali (np. między chłodnicą i nagrzewnicą).Jest ona standardowo wyposaż ona w klapę rewizyjną, jednak na życzenie może być również wyposażona w drzwi. Sekcja LEL może również służyć do montażu lanc nawilżacza parowego lub zespołu regulacyjno-pompowego wymienników w centralach dachowych. Zalecana długość sekcji pustej wykorzystywanej do zapewnienia inspekcji wynosi 500 mm.

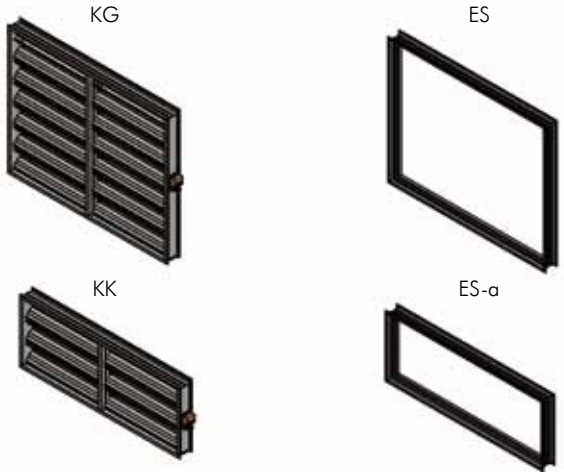


Filtr kieszeniowy — LEL-aa

Długość w cm* —

* w zakresie od 0,5 do 2,5 m, co do 10 cm

6.2. PRZEPUSTNICA KG I KK, KOŁNIERZ ELASTYCZNY ES



Duża przepustnica — KG
Mała przepustnica — KK-a
Lokalizacja przepustnicy
pionowa =1
pozioma =2

Duży kołnierz elastyczny — ES
Mały kołnierz elastyczny — ES-a
Lokalizacja kołnierza
pionowa =1
pozioma =2

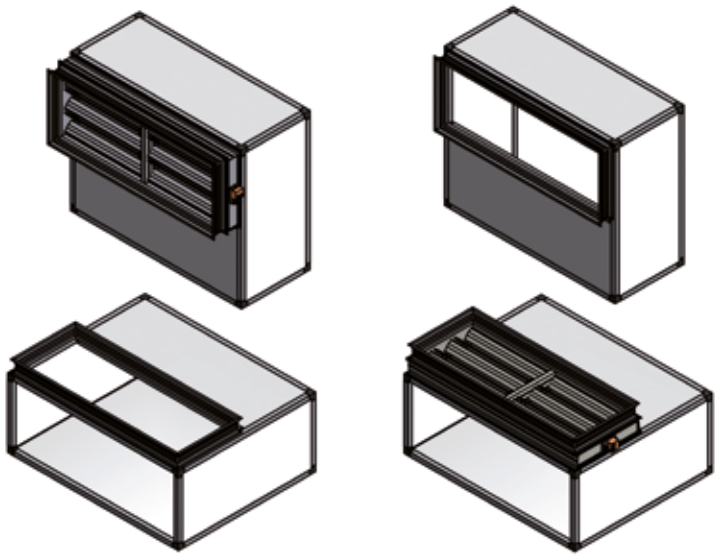
Wielopłaszczyznowa przepustnica przeciwbieżna wykonana z aluminiowych profili. Napęd przenoszony za pośrednictwem plastikowych kół zębatych. Łopatki wyposażone w gumowe uszczelki zapewniające wysoką szczelność. Przepustnica może być sterowana ręcznie za pomocą dźwigni lub za pomocą siłownika. Przepustnica występuje w dwóch wielkościach: duża (KG) i mała (KK). Mała przepustnica może być zamontowana w pozycji pionowej (np. od czoła centrali) lub poziomej (np. przy wlocie powietrza od góry). Duża przepustnica może być montowana tylko w pozycji pionowej, a jej wymiary są równe wymiarom wewnętrznego przekroju centrali.
Do wielkości centrali AF45 przepustnica KG jest napędzana jednym siłownikiem. Przy większych centralach przepustnica KG jest wykonywana jako dzielona i musi być napędzana dwoma siłownikami. Przepustnica jest standardowo wyposażona w kołnierz elastyczny (nie trzeba dodatkowo specyfikować kodu ES). Kołnierz elastyczny należy specyfikować tylko wówczas, gdy jest on umieszczony na wlocie lub wylocie centrali nie wyposażonym w przepustnicę. Kołnierz elastyczny jest wykonany z tkaniny poliestrowej o dużej wytrzymałości.
Dopuszczalna prędkość przepływu powietrza przez małą przepustnicę wynosi 7m/s.

6.3. SEKCJA MAŁEJ PRZEPUSTNICY KSK

W skład sekcji wchodzi mała przeciwbieżna przepustnica wielopłaszczyznowa, która może być umieszczona pionie lub w poziomie. Na przepustnicy zamontowany jest kołnierz elastyczny z tkaniny poliestrowej o dużej wytrzymałości. Napęd jest przenoszony za pomocą plastikowych kół zębatych. Łopatki są wyposażone w gumowe uszczelki zapewniające wysoką szczelność. Przepustnica może być sterowana ręcznie za pomocą dźwigni lub automatycznie za pomocą siłownika.

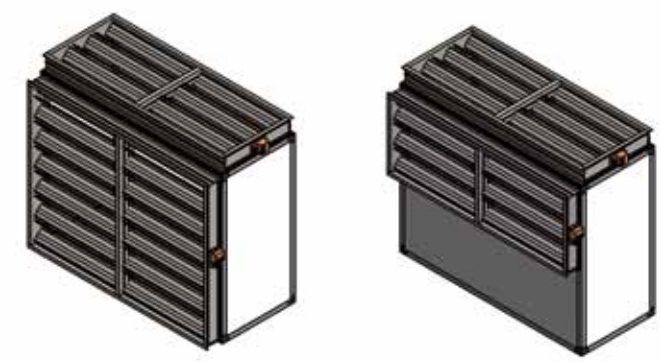
Pionowa

Pozioma



6.4. SEKCJA MIESZANIA MSG I MSK

W skład sekcji wchodzą dwie aluminiowe, przeciwbieżne przepustnice wielopłaszczyznowe powietrza zewnętrznego i powietrza recyrkulacyjnego. Sekcja MSG posiada małą i dużą przepustnicę, natomiast sekcja MSK dwie małe przepustnice. Na przepustnicach zamontowane są kołnierze elastyczne z tkaniny poliestrowej o dużej wytrzymałości. Napęd jest przenoszony za pomocą plastikowych kół zębatych. Łopatki są wyposażone w gumowe uszczelki zapewniające wysoką szczelność. Przepustnice mogą być sterowane ręcznie lub automatycznie za pomocą siłowników.



Sekcja mieszania MS

duża przepustnica =1
mała przepustnica =2

6.5. PODWÓJNA SEKCJA MIESZANIA DSK

W skład sekcji DSK wchodzą trzy aluminiowe przeciwbieżne przepustnice wielopłaszczyznowe powietrza zewnętrznego, powietrza recyrkulacyjnego i powietrza usuwanego. Na przepustnicach powietrza zewnętrznego i usuwanego zamontowane są kołnierze elastyczne z tkaniny poliestrowej o dużej wytrzymałości. Napęd jest przenoszony za pomocą plastikowych kół zębatych. Łopatki są wyposażone w gumowe uszczelki zapewniające wysoką szczelność. Przepustnice mogą być sterowane ręcznie lub automatycznie za pomocą siłowników.

Podwójna sekcja mieszania DSK

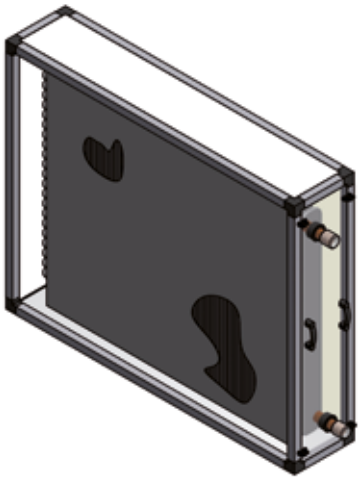
6.6. FILTR KIESZENIOWY FET

KLASA FILTRACJI		G3	G4	M5	F7	F8
STOPIEŃ ODDZIELANIA	%	80,0	90,0	97,1	99,8	99,9
DŁUGOŚĆ KIESZENI	mm	360		600		
KOŃCOWA ΔP	Pa	250		270	300	400
MAX. TEMP. PRACY	°C	100		80		

W skład sekcji wchodzą filtry kieszeniowe klasy G3, G4, M5, F7 lub F8, wykonane z włókniny syntetycznej. Wkłady filtracyjne posiadają standardowe wymiary. Długość kieszeni filtrów klasy G3 i G4 wynosi 360 mm. Przy wyższych klasach długość kieszeni jest równa 600 mm. Filtry mocuje się za pomocą zacisków w ramkach montażowych wyposażonych w taśmę uszczelniającą. Do wielkości centrali AF40, ramki montażowe z filtrami wysuwa się z boku obudowy. W większych centralach ramki montażowe mocowane są na stałe, a filtry wymienia się od środka obudowy. Sekcja filtrów kieszeniowych wyposażona jest w drzwi inspekcyjne.

Filtr kieszeniowy FET-a
Klasa:
G3 =3
G4 =4
M5 =5
F7 =7
F8 =9

6.7. NAGRZEWNICA WODNA LE



Nagrzewnica wodna LE-a
Ilość rzędów
1 =1
2 =2

Dopuszczalna temp. czynnika	130°C
Dopuszczalne ciśnienie robocze	1.0 MPa

Nagrzewnice wykonane są z miedzianych rurek, na których osadzony jest pakiet aluminiowych lamel. Całość stalowej. Kolektory o średnicy 1" wykonane są z rur miedzianych. Kolektory o większych średnicach wykonane są z rur stalowych. Wymienniki wyposażone są w dodatkowe króćce: spustowy oraz odpowietrzający. Króćce zasilające o średnicy do 2" posiadają podłączenia gwintowane. Króćce o średnicy 3" nie posiadają gwintu i są przystosowane do podłączenia kołnierzowego.

Wykonania specjalne

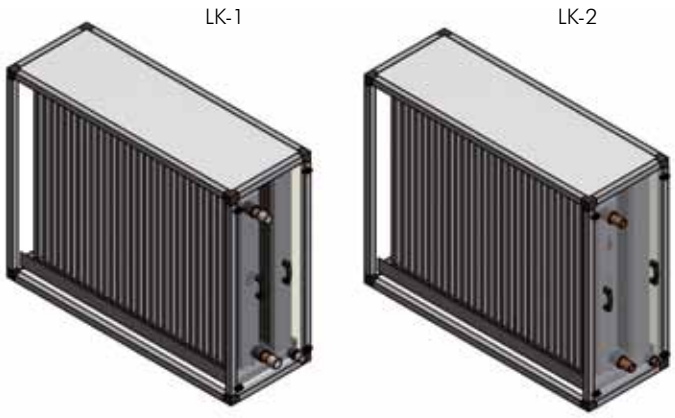
W przypadku central dachowych istnieje możliwość zastosowania wymienników z króćcami wygiętymi w kierunku przepływu powietrza, co umożliwia wykonanie podłączeń i umieszczenie zespołu regulacyjno-pompowego wewnątrz obudowy centrali (wymagana jest wtedy dodatkowa sekcja pusta za lub przed nagrzewnicą, a rurociągi zasilające przechodzą przez podłogę).

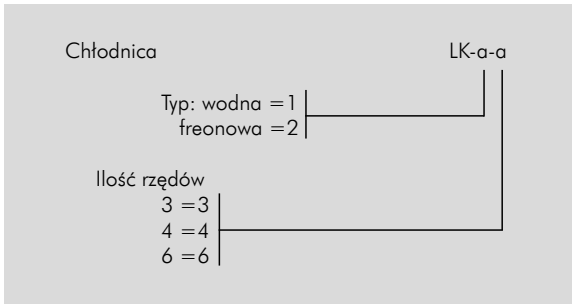
Przy temperaturze wody zasilającej wyższej od 130°C stosuje się nagrzewnice wykonane w całości ze stali. Istnieje również możliwość zastosowania nagrzewnic zasilanych parą.

6.8. NAGRZEWNICA ELEKTRYCZNA LEE

Nagrzewnica elektryczna jest wykonana z zespołu grzałek rurowych ze stali nierdzewnej. Całość umieszczona jest w obudowie z blachy ocynkowanej. Nagrzewnica standardowo wyposażona jest w dwa termostaty zabezpieczające. Pierwszy z kasowaniem automatycznym, drugi z kasowaniem ręcznym. Nagrzewnica zasilana jest napięciem 3 x 400 V, natomiast pojedyncze grzałki napięciem 230 V.

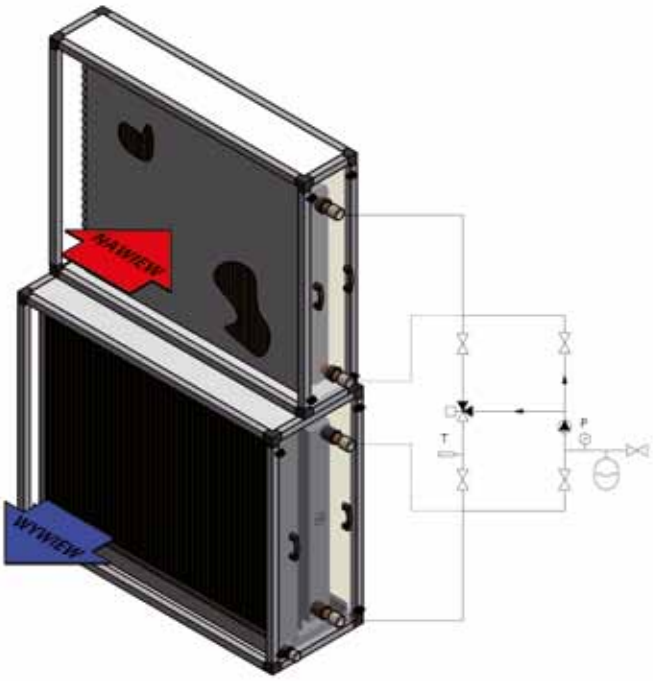
6.9. CHŁODNICA LK





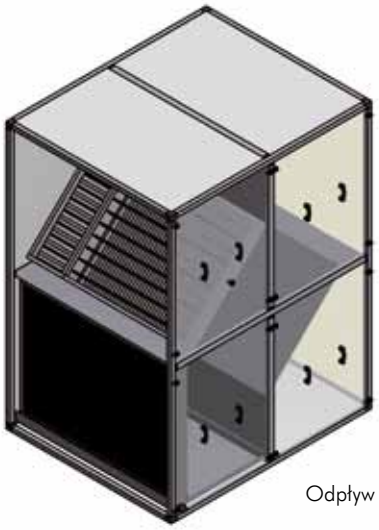
Chłodnice są wykonane z pakietu aluminiowych lamel osadzonych na wężownicy z miedzianych rurek. Całość umieszczona jest w obudowie z ocynkowanej blachy stalowej. Kolektory chłodnic wodnych o średnicy 1" wykonane są z rur miedzianych. Przy większych średnicach kolektory wykonane są z rur stalowych. Kolektory wyposażone są w dodatkowy króciec spustowy oraz króciec odpowietrzający. Rozdzielacz i kolektor chłodnicy freonowej wykonane są z miedzi. Sekcja wyposażona jest w wannę na skropliny ze stali nierdzewnej, z odpływem po stronie obsługi oraz w odkraplacz.

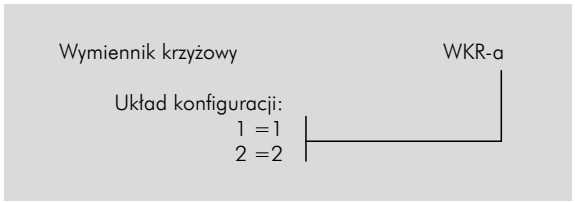
6.10. WYMIENNIK GLIKOLOWY WKV

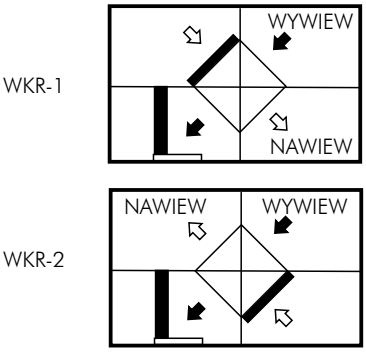


Rekuperator z czynnikiem pośrednim, którym jest mieszanina wody i glikolu lub innego środka niezamarzającego, składa się z dwóch wymienników. Pierwszy z nich umieszczony jest w strumieniu powietrza wywiewanego, natomiast drugi w strumieniu powietrza nawiewanego (zewnętrznego). Wymienniki połączone są pompowo-regulacyjnym układem hydraulicznym. Układ ten nie wchodzi w skład dostawy centrali. Wymienniki są wykonane z pakietu aluminiowych lamel osadzonych na wężownicy z miedzianych rurek.
Wymiennik po stronie powietrza wywiewanego (chłodnica) wyposażony jest w odkraplacz oraz wannę ociekową ze stali nierdzewnej. Wymienniki glikolowe stosuje się, gdy wymagany jest całkowity rozdział strumieni powietrza nawiewanego i usuwanego, lub gdy centrala nawiewna i wywiewna są od siebie oddalone. Sprawność odzysku ciepła osiągana przez wymienniki glikolowe wynosi od 45 od 55%. Układ hydrauliczny łączący wymienniki powinien być wykonany zgodnie ze schematem zamieszczonym powyżej .

6.11. WYMIENNIK KRZYŻOWY WKR







W skład sekcji wchodzi rekuperacyjny wymiennik krzyżowy do odzysku ciepła z powietrza wywiewanego, przepustnica obejściowa (by-pass) oraz wanna na skropliny ze stali nierdzewnej, wyposażona w odkraplacz.
W kanałach pomiędzy płytami przepływa na przemian powietrze zewnętrzne i usuwane z pomieszczenia. Przepływ odbywa się w układzie krzyżowym. Strumienie powietrza nie mają ze sobą kontaktu, przez co nie występuje odzysk wilgoci.
Sprawność odzysku ciepła jawnego wymiennika krzyżowego, η_t określa się z zależności :

$$\eta_c = \frac{t_{z2}-t_{Z1}}{t_{w1}-t_{Z1}} \qquad \text{skąd} \qquad t_{z2} = t_{z1} + \eta_t\,(t_{w1} - t_{z1})$$

gdzie:
t – temperatura °C

W przypadku, gdy temperatura powietrza wywiewanego za wymiennikiem t_{W2} spada poniżej temperatury punktu rosy, następuje wykraplanie zawartej w powietrzu wilgoci, co z kolei powoduje zintensyfikowanie odzysku ciepła (do powietrza nawiewanego przekazywane jest ciepło skraplania).
Całkowita sprawność odzysku ciepła (jawnego i utajonego), η_c jest wówczas równa:

$$\eta_c = \eta_t + \Delta\eta_x$$

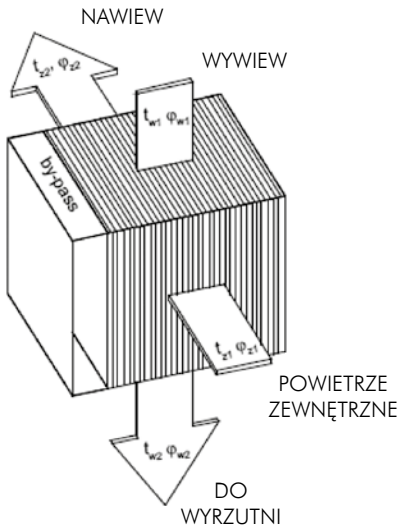
gdzie:
$\Delta\eta_x$ – wzrost sprawności ze względu na odzysk ciepła utajonego

Wzrost składnika $\Delta\eta_x$ zależy od różnicy temperatur $t_{w1} - t_{z1}$ oraz początkowej wilgotności względnej powietrza wywiewanego.

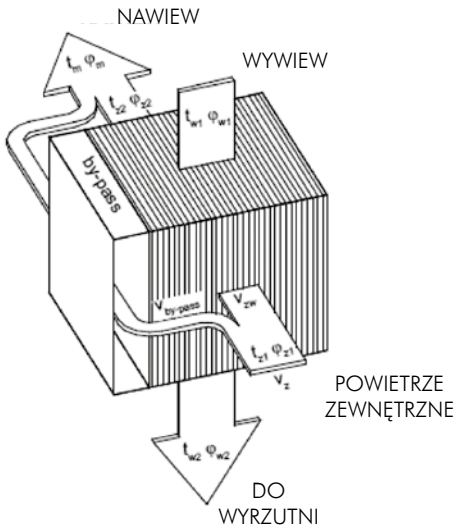
Oblodzenie wymiennika – wymiarowanie nagrzewnicy:

Przy niskich temperaturach zewnętrznych w wymienniku krzyżowym następuje zamarzanie wilgoci wykroplonej oporów przepływu oraz spadek sprawności odzysku ciepła. Jednym ze sposobów przeciwdziałania temu zjawisku, jest stosowanie układu automatycznie sterującego by-passem w zależności od temperatury powietrza wywiewanego za wymiennikiem t_{w2}. Układ dobiera stopień otwarcia przepustnicy obejściowej, tak aby temperatura t_{w2} nie spadła poniżej dopuszczalnej wartości. Przez wymiennik przepływa wówczas tylko część powietrza zewnętrznego (V_{zw}) natomiast reszta płynie przez obejście (by-pass). Temperatura osiągana przed nagrzewnicą jest więc równa temperaturze zmieszania obu strumieni (t_m) za wymiennikiem (patrz ilustracje poniżej). Przy obliczaniu wymaganej mocy nagrzewnicy, jako początkową temperaturę powietrza należy przyjmować t_m . Jej wartość jest określana przez producenta na podstawie podanych parametrów pracy.

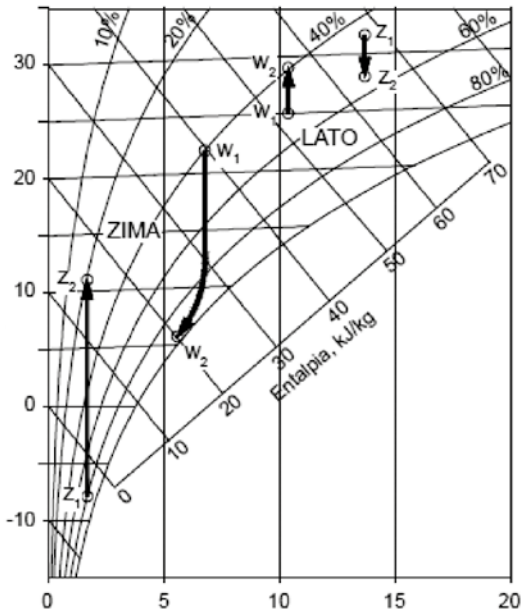
Praca w warunkach bez oblodzenia



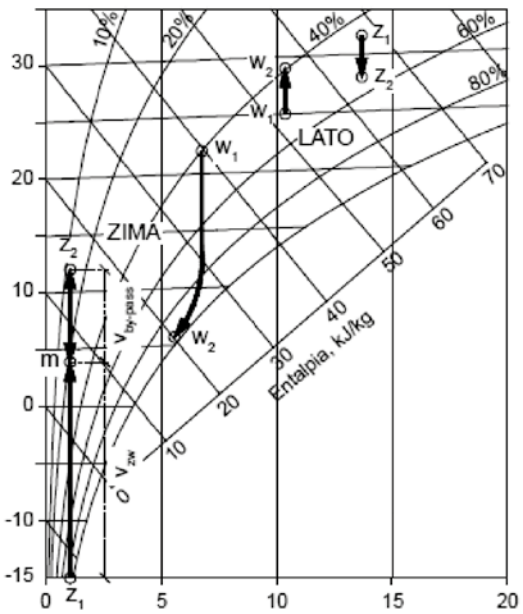
Praca w warunkach oblodzenia



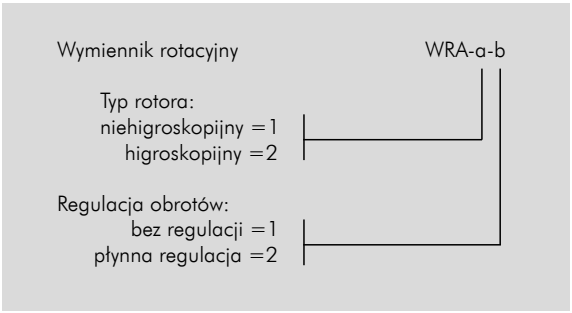
Przebieg procesu na wykresie h-x, bez oblodzenia



Przebieg procesu na wykresie h-x, z oblodzeniem



6.12. WYMIENNIK ROTACYJNY WRA



W skład sekcji wchodzi regeneracyjny wymiennik obrotowy do odzysku ciepła z powietrza wywiewanego. Rotor wymiennika może być dostarczony w wykonaniu niehigroskopijnym lub higroskopijnym. Rotor higroskopijny posiada właściwości sorpcyjne, dzięki czemu umożliwia on zarówno odzysk ciepła jawnego jak i utajonego (wilgoci), w okresie całego roku. W wymienniku z rotorem niehigroskopijnym następuje przede wszystkim odzysk ciepła jawnego. Z tego względu stosuje się go w instalacjach, w których odzysk wilgoci nie jest istotny. Wymiennik może być przystosowany do pracy ze stałą lub zmienną prędkością obrotową (w skład dostawy wchodzi wówczas regulator obrotów). Zmiana prędkości obrotowej umożliwia regulację sprawności odzysku ciepła.

Zasada działania

Rotor niehigroskopijny. Ciepłe powietrze wywiewane przepływając przez wymiennik nagrzewa część rotora znajdującą się aktualnie w jego strumieniu. Po wykonaniu połowy pełnego obrotu, nagrzana część rotora znajduje się w strumieniu zimnego powietrza zewnętrznego, do którego przekazuje zakumulowane ciepło. W rotorze z powłoką higroskopijną po stronie powietrza wywiewanego dodatkowo absorbowana jest wilgoć, która następnie jest oddawana po stronie powietrza nawiewanego.

Sprawności

Sprawność odzysku ciepła jawnego η_t (dla strumienia powietrza nawiewanego)

$$\eta_c = \frac{t_{z2}-t_{Z1}}{t_{w1}-t_{Z1}} \qquad \text{skąd} \qquad t_{z2} = t_{z1} + \eta_t\,(t_{w1} - t_{z1})$$

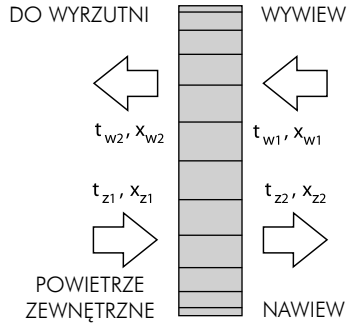
Sprawność odzysku wilgoci, η_x (dla strumienia powietrza nawiewanego)

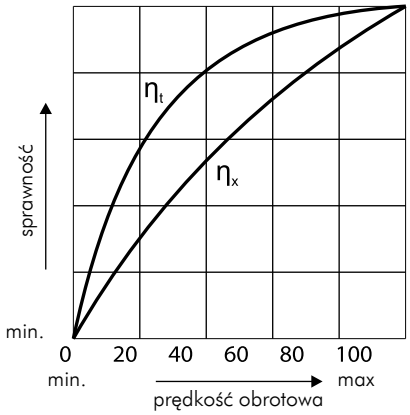
$$\eta_c = \frac{x_{z2}-x_{Z1}}{x_{w1}-x_{Z1}} \qquad \text{skąd} \qquad x_{z2} = x_{z1} + \eta_x\,(x_{w1} - x_{z1})$$

Gdzie:
t – temperatura, °C
x – wilgotność bezwzględna, g/kg p.s.

Indeksy:
Z_1 – powietrze zewnętrzne przed wymiennikiem
Z_2 – powietrze zewnętrzne za wymiennikiem
W_1 – powietrze wywiewane przed wymiennikiem
W_2 – powietrze wywiewane za wymiennikiem

Schemat przepływu powietrza przez wymiennik





Regulacja sprawności wymiennika

Sprawność odzysku ciepła oraz wilgoci można regulować poprzez zmianę prędkości obrotowej rotora. Przebieg regulacji ilustruje wykres obok.

Oblodzenie wymiennika

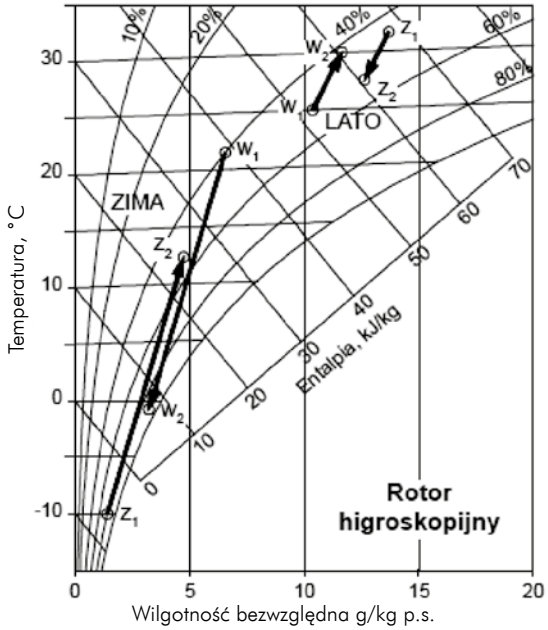
W warunkach klimatycznych Europy wschodniej i środkowej oblodzenie wymienników rotacyjnych generalnie nie występuje. W związku z tym, w przeważającej większości przypadku nie ma potrzeby stosowania dodatkowej automatyki zabezpieczającej. Można przyjąć, że przy równych strumieniach powietrza ryzyko oblodzenia występuje, gdy:

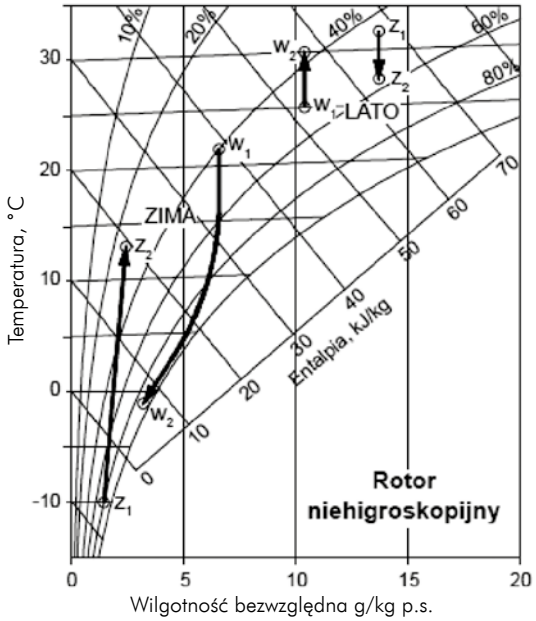
$$t_m = \frac{t_{z1}-t_{w1}}{2} \geq 0°C$$

Wymiarowanie nawilżacza

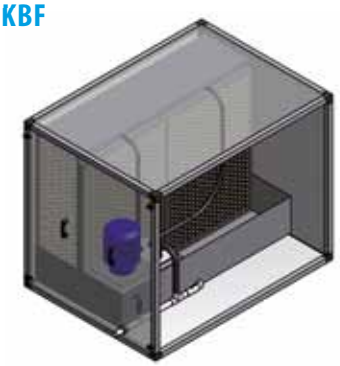
Przy wymiarowaniu nawilżacza umieszczonego za warunków występujących przy najniższej temperaturze zewnętrznej, konieczne jest również uwzględnienie spadku sprawności odzysku wilgoci wraz ze wzrostem temperatury zewnętrznej oraz faktu, iż w okresach przejściowych, wymiennik może pracować z minimalną prędkością obrotową lub zostać wyłączony. Odzysk wilgoci jest wówczas bardzo ograniczony lub nie występuje w ogóle. Wydajność dobranego nawilżacza musi zapewniać możliwość dotrzymania wymaganej wilgotności w całym zakresie temperatur zewnętrznych.

Przebieg procesu odzysku ciepła na wykresie h-x





6.13. NAWILŻACZ WYPARNY KBF



Nawilżacz rotacyjny — KBF-a-b

Sprawność nawilżacza:
nominalnie 65% =1
nominalnie 85% =2

Układ zasilania wodnego:
cyrkulacja =1
z sieci wodociągowej =2

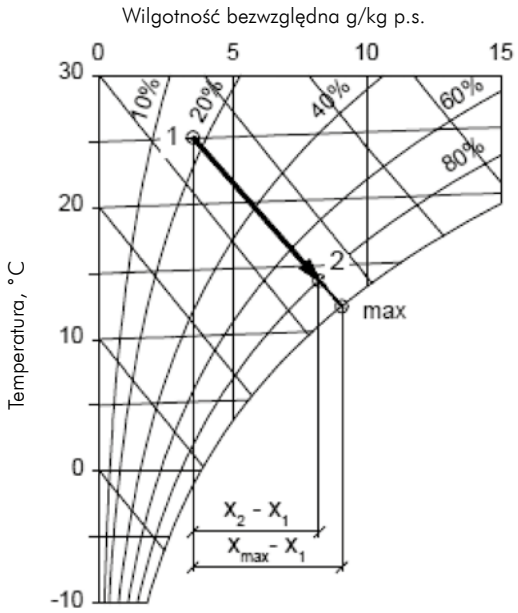
W skład sekcji wchodzi nawilżacz wyparny wykonany z niepalnego materiału nieorganicznego, odkraplacz, wanna ze stali nierdzewnej, rozdzielacz oraz niezbędne elementy orurowania. W wersji przystosowanej do nawilżania wodą obiegową nawilżacz wyposażony jest w pompę cyrkulacyjną oraz w zawór pływakowy utrzymujący stały poziom wody w wannie. Nawilżacz w wersji zasilanej bezpośrednio wodą z sieci nie posiada pompy oraz zaworu pływakowego, a w ich miejsce wyposażony jest w zawór (lub zawory) stałego przepływu. Nawilżacz występuje w dwóch wariantach nominalnej sprawności nawilżania: 65 i 85% . Sekcja jest wyposażona w klapę rewizyjną umożliwiającą łatwy dostęp do elementów nawilżacza.

Podłączenia hydrauliczne i elektryczne

W wersji do nawilżania wodą cyrkulacyjną, na zasilaniu z sieci wodociągowej należy zamontować serwisowy zawór odcinający oraz filtr. W wersji do nawilżania bezpośrednio wodą z sieci na zasilaniu należy ponadto zamontować elektromagnetyczny zawór odcinający umożliwiający regulację. Odpływ z wanny należy wyposażyć w syfon. Pompa cyrkulacyjna zasilana jest napięciem trójfazowym 400V. Maksymalna moc silnika pompy wynosi 270W.
Sprawność nawilżania, ηn zdefiniowana jest zależnością:

$$\eta_c = \frac{x_2 - x_1}{x_{max} - x_1} \qquad \text{skąd} \qquad x_2 = x_1 + \eta_n (x_{max} - x_1)$$

gdzie:
x_1 – wilgotność bezwzględna przed nawilżaczem
x_2 – wilgotność bezwzględna za nawilżaczem
x_{max} – wilgotność bezwzględna na krzywej nasycenia



Wymagane ciśnienie w sieci wodociągowej

NAWILŻANIE	MIN.	MAX.
WODĄ CYRKULACYJNĄ	5 bar	10 bar
WODĄ SIECIOWĄ	1.5 bar	10 bar

Nawilżanie wodą cyrkulacyjną

Do wanny nawilżacza dostarczana jest zimna woda z sieci wodociągowej. Jej stały poziom jest utrzymywany za pomocą zaworu pływakowego. Pompa cyrkulacyjna przetłacza wodę z wanny do rozdzielaczy umieszczonych nad wkładami nawilżacza. Woda spływając w dół częściowo odparowuje i nawilża przepływające powietrze. Pozostała, nie odparowana część wraca do wanny.

Określanie całkowitego zużycia wody

W celu przeciwdziałaniu zanieczyszczeniu nawilżacza pozostającymi po odparowaniu wody osadami związków mineralnych i soli, w wannie musi być zapewniony stały przelew wody. Całkowite zużycie wody (Z_c) jest więc równe ilości wody odparowanej (Z_o) oraz ilości wody przelewowej (Z_p) i określa się go na podstawie poniższych zależności:

$$Z_c = c + Z_p \ \text{l/min}$$

$$Z_o = 2 \cdot 10^{-5} \cdot V \cdot (x_2 - x_1) \ \text{l/min}$$

$$Z_p = Z_o \cdot f_B \ \text{l/min}$$

Gdzie:
x_1 – wilgotność bezwzględna przed nawilżaczem, g/kg,
x_2 – wilgotność bezwzględna za nawilżaczem, g/kg,
V – przepływ powietrza, m³/h,
f_B – współczynnik przelewu określany na podstawie składu chemicznego wody z sieci wodociągowej.

Nawilżanie bezpośrednie (wodą z sieci)

Woda z sieci jest dostarczana bezpośrednio do rozdzielaczy umieszczonych nad wkładami nawilżacza, poprzez zawory stałego przepływu, które zapewniają odpowiedni rozpływ do poszczególnych rozdzielaczy. Woda spływając w dół jest częściowo wchłaniana przez materiał , z którego wykonane są wkłady, a następnie przekazywana do przepływającego powietrza na drodze odparowania. Pozostała, nie odparowana część wody wraca do wanny, skąd jest odprowadzana do kanalizacji poprzez przelew. Całkowite zużycie wody dla poszczególnych wielkości nawilżaczy podany jest w tabeli . Jeśli ze względu na nieodpowiednie własności wody wodociągowej, ilość wody przelewowej jest zbyt duża (współczynnik fB >2), bardziej korzystne może okazać się zastosowanie nawilżania bezpośredniego.

WIELKOŚĆ CENTRALI	CAŁKOWITE ZUŻYCIE WODY L/MIN	
	SPRAWNOŚĆ 65%	SPRAWNOŚĆ 85%
AF 10	2,0	4,0
AF 15	4,0	5,7
AF 20	4,0	5,7
AF 25	5,7	8,0
AF 30	5,7	8,0
AF 35	8,0	8,0
AF 40	8,0	11,4
AF 45	11,4	13,3
AF 50	11,4	16,0
AF 55	13,3	18,0
AF 60	13,3	18,0
AF 65	16,0	n z.
AF 70	16,0	n z.

6.14. WYMIENNIK AKUMULACYJNY

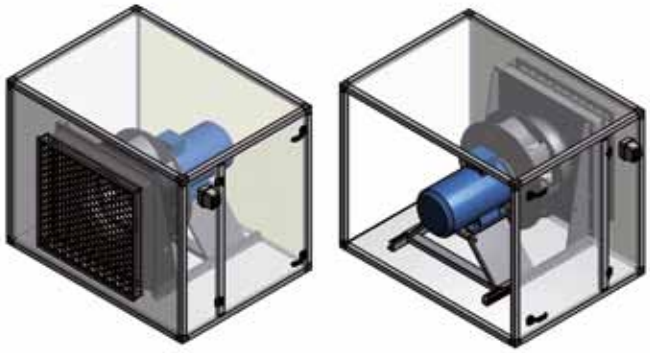
Wysoko efektywne akumulacyjne wymienniki regeneracyjne, osiągają sprawność odzysku ciepła na poziomie powyżej 90% oraz sprawność odzysku wilgoci na poziomie 75%. Jest to możliwe dzięki wykorzystaniu całego światła przepływu powietrza do wymiany ciepła. Wymienniki akumulacyjne cechuje również niski przeciek powietrza usuwanego do strumienia powietrza świeżego, który nie przekracza 3%. Sekcja akumulacyjnego wymiennika regeneracyjnego wykonana jest z prostokątnych wkładów aluminiowych, zespołu sprzężonych przepustnic oraz napędu. Strumienie powietrza świeżego i usuwanego są rozdzielone szczelną przegrodą. Przepustnice są napędzane silnikiem elektrycznym za pośrednictwem układu cięgien. Całość umieszczona jest we wspólnej obudowie.
Funkcje sterowania i regulacji realizuje integralna automatyka fabryczna wyposażona m.in. w układ tzw. układ miękkiego starty (tzw. soft starter) zapewniający cichszą pracę przepustnic oraz znacznie dłuższą żywotność podzespołów.

Zasada działania wymiennika akumulacyjnego
Wymiennik pracuje w naprzemiennych cyklach. W pierwszym cyklu przepustnice są ustawione tak, że strumień ciepłego powietrza usuwanego przepływa przez jedną część wymiennika, podgrzewając aluminiowy blok akumulacyjny, natomiast zimne powietrze zewnętrzne przepływa przez drugą część wymiennika. W drugim cyklu przepustnice zmieniają ustawienia w ten sposób, strumienie powietrze zostają zamienione miejscami. Zimne powietrze przepływa przez ciepły blok aluminiowy i nagrzewa się, natomiast ciepłe powietrze usuwane ogrzewa w tym czasie drugą połowę bloku aluminiowego. Cykl przełączania wynosi około od 20 do 40 sekund i zależy od chwilowego zapotrzebowania na odzysk ciepła.

6.15. SEKCJA WENTYLATORA VE

Sekcja wentylatora może być wyposażona w wentylatory typu PLUG lub w wentylatory promieniowe.

6.15.1. WENTYLATOR TYPU PLUG



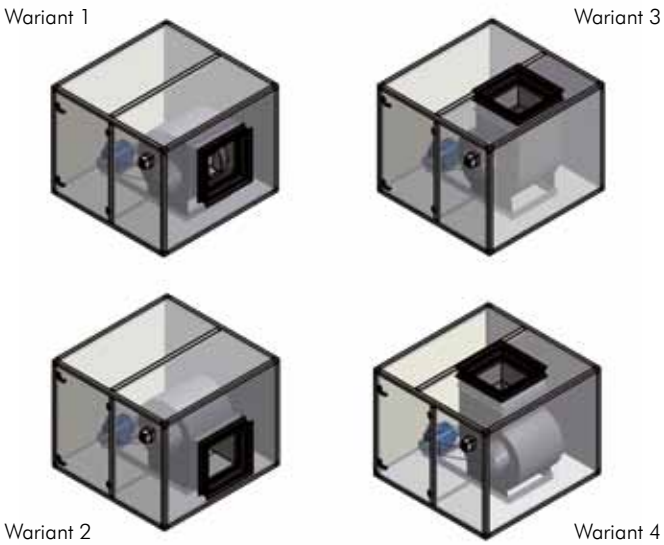
Jednostronnie ssący wentylator promieniowy z otwartym wirnikiem bez obudowy napędzany bezpośrednio silnikiem trójfazowym. W wykonaniu standardowy silniki do mocy 2.2 kW włącznie silniki przystosowane są do zasilania napięciem 3x230V. Od mocy 3 kW silniki zasilane są 3x400 V.

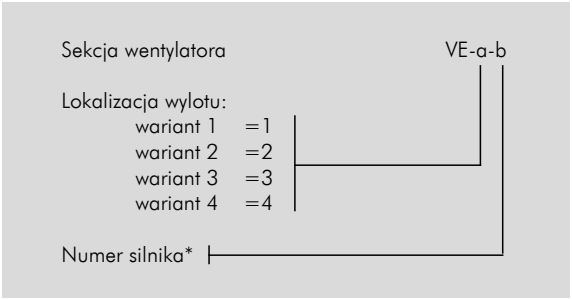
Rama nośna zespołu wykonana z ocynkowanej blachy stalowej lub blachy stalowej epoksydowanej. Zespół zamocowany na wibroizolatorach gumowych lub sprężynowych efektywnie przeciwdziałających przenoszeniu wibracji na obudowę. W przypadku dużych central możliwe jest zastosowanie kilku wentylatorów pracujących w układzie równoległym.

Podstawowe zalety wentylatorów PLUG

– łatwość utrzymania w czystości
– możliwość montażu bezpośrednio za wirnikiem kolejnych sekcji centrali takich jak tłumik, nagrzewnica, chłodnica bądź filtr.
– prosta regulacja wydajności za pośrednictwem przetwornicy częstotliwości.
– łatwy określenie wydajności poprzez pomiar różnicy ciśnienia na króćcach pomiarowych.
– możliwość wyposażenia wentylatora w integralny sterownik utrzymujący zadany przepływ powietrza.

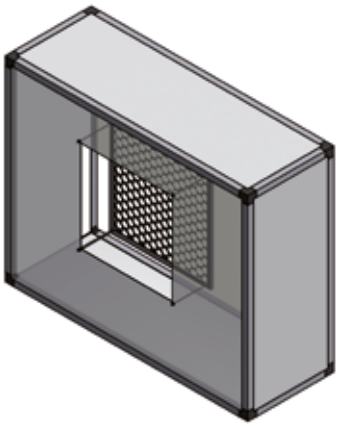
6.15.2. WENTYLATORY PROMIENIOWE





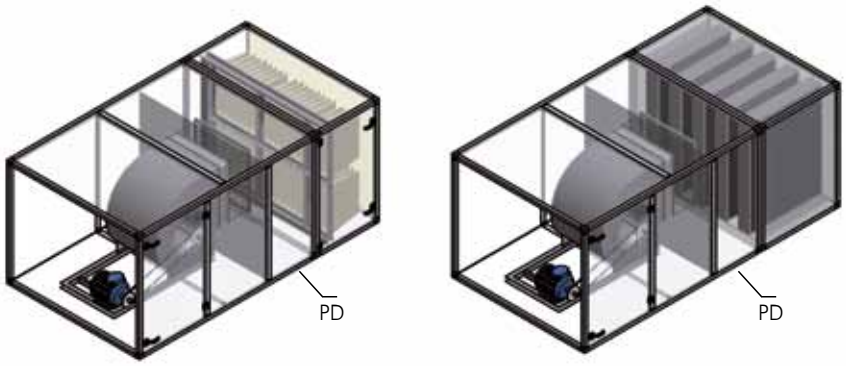
Dwustronnie ssący wentylator promieniowy z przekładnią pasową. W centralach o wielkości do AF 15 stosuje się wentylatory z łopatkami wygiętymi do przodu. W centralach o wielkości od AF 20 stosowane są wentylatory z łopatkami wygiętymi do tyłu. Do napędu wentylatorów wykorzystywane są jedno lub dwubiegowe silniki trójfazowe zasilane napięciem 400 V. Silniki dwubiegowe mogą posiadać stosunek prędkości obrotowej 2 do 1 lub 1.5 do 1 co odpowiednio zapewnia możliwość pracy z wydajnością 100% / 50% lub 100% / 67%. Zarówno przy wentylatorze jak i silniku stosowane są koła pasowe z piastą typu Taper-Lock, dzięki czemu ich demontaż jest prosty i szybki. Ponadto, silniki o mocy do 11 kW wyposażone są standardowo w koło pasowe o regulowanej średnicy. Umożliwia to łatwą zmianę wydajności wentylatora w przypadku odstępstwa rzeczywistych oporów przepływu przez sieć kanałów od projektowanych. W zależności od obciążenia , stosuje się pasy klinowe o profilu SPA lub SPB.
Zespół wentylatorowy umieszczony jest na ramie z ocynkowanej blachy stalowej, zamocowanej na gumowych lub sprężynowych amortyzatorach, które efektywnie zapobiegaj przenoszeniu drgań na obudowę . Wylot wentylatora połączony jest z obudową przez kołnierz elastyczny, który również przeciwdziała przenoszeniu wibracji.
W wykonaniu standardowym dopuszczalny zakres temperatury powietrza przetłaczanego przez wentylator wynosi od –15°C do +40°C.
Silniki do wielkości mechanicznej 180 umieszczone są na saniach, a od wielkości 200 na szynach montażowych. W obu przypadkach naciąg pasów realizuje się w prosty sposób za pomocą śruby napinającej. Wentylatory wyposażone są w łożyska o minimalnej żywotności 20 000 godzin. W centralach o wielkości do AF 35 łożyska wentylatorów są bezobsługowe. W większych centralach – w zależności od parametrów pracy – wentylatory posiadają łożyska bezobsługowe lub łożyska wymagające okresowego smarowania. Sekcja wentylatora wyposażona jest w okablowany fabrycznie wyłącznik serwisowy oraz drzwi inspekcyjne.

6.16. SEKCJA ROZPRĘŻNA PD Z ELEMENTEM DYFUZOROWYM



W przypadku, jeśli bezpośrednio za wentylatorem po stronie tłocznej znajduje się element wymagający równomiernego napływu powietrza (np. filtr lub tłumik akustyczny), to pomiędzy tym elementem a wentylatorem należy umieścić sekcję rozprężną PD. Sekcja ta wyposażona jest w przesłonę z blachy perforowanej wyrównującą profil prędkości strumienia powietrza.

Przykład zastosowania sekcji PD



6.17. TŁUMIK AKUSTYCZNY SD

Tłumik akustyczny SD-a-b

Typ kulisy:
absorbcyjna (MB) =1
abs -rewzonatorowa (MBR) =2

Długość:
1000 mm =1
1500 mm =2

Sekcja tłumika występuje w dwóch typowych długościach: 1000 i 1500 mm. Kulisy wchodzące w skład tłumika mogą być typu absorpcyjnego (MB) lub absorpcyjno-rezonatorowego (MBR). Grubość kulisy wynosi 200 mm.

Kulisa typu absorpcyjnego (MB)
Składa się z ramy okalającej, wykonanej z blachy stalowej ocynkowanej oraz z kombinacji niepalnych płyt wełny mineralnej, stanowiących wkład dźwiękochłonny, który absorbuje energię akustyczną. Zewnętrzna powierzchnia wkładu dźwiękochłonnego pokryta jest specjalną tkaniną, która zapobiega porywaniu włókien wełny mineralnej przy prędkości przepływu powietrza do 20 m/s. Kulisy tego typu stosuje się, gdy szczególnie istotne jest tłumienie hałasu w zakresie średnich i wysokich częstotliwości.

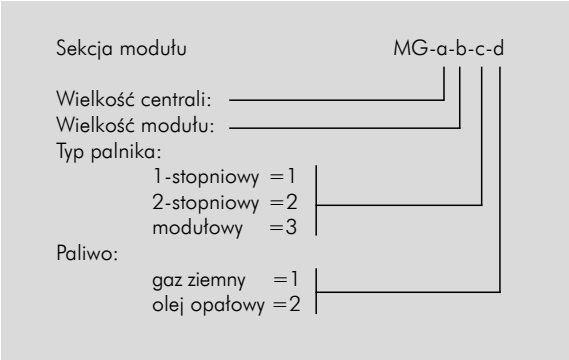
Kulisa typu absorpcyjno-rezonatorowego (MBR)
Wykonanie jak w przypadku kulisy MB, z tą jednak różnicą, że połowa powierzchni wkładu dźwiękochłonnego po obu stronach kulisy jest przysłonięta blachą ocynkowaną. Kulisy te znajdują zastosowanie, gdy istotne jest tłumienie hałasu w zakresie niskich i średnich częstotliwości. Tłumienie przy wysokich częstotliwościach jest zazwyczaj również wystarczające. Tłumiki o innych wartościach tłumienia dobierane są przez producenta na podstawie podanych przez klienta wymogów.

Tłumienie wytrącenia [dB] dla kulis typu MB i MBR

TYP KULISY	DŁUGOŚĆ mm	CZĘSTOTLIWOŚĆ ŚRODKOWA PASMA, HZ							
		63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
MB	1000	2	6	14	23	31	27	17	11
	1500	3	8	20	33	42	38	22	14
MBR	1000	3	8	17	17	19	15	11	10
	1500	4	11	24	23	26	20	13	11
TOLERANCJA, DB		±1	±1	±1	±1	±1	±1	±1	±1

DANE SD		WIELKOŚĆ CENTRALI												
		10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
B	mm	750	1080	1080	1360	1360	1690	1690	1970	1970	2270	2270	2620	2620
H		750	750	1080	1080	1360	1360	1690	1690	1970	1970	2270	2270	2620
Ilość kulis		2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8
CIĘŻAR, kg														
L=1000		135	175	215	260	300	355	410	475	520	585	630	700	770
L=1500		195	255	310	375	430	505	585	695	720	805	830	925	1015

6.18. SEKCJA MODUŁU GRZEWCZEGO MG



Zastosowanie

Sekcja modułu grzewczego służy do ogrzewania powietrza i jest stosowana jako element central klimatyzacyjnych w wykonaniu zewnętrznym lub wewnętrznym. Może być również stosowana jako element niezależny, np. jako nagrzewnica strefowa. Sekcję można instalować w pomieszczeniach zamkniętych, pod warunkiem, że spełniają one wymogi stosownych przepisów dotyczących urządzeń grzewczych. Moduły grzewcze stanowią alternatywę dla wodnych i elektrycznych nagrzewnic szczególnie w przypadkach, gdy nie istnieje źródło ciepła, a jego wybudowanie jest zbyt kosztowne lub gdy wydajność istniejącego źródła ciepła jest niewystarczająca.

Konstrukcja

Sekcja składa się z zewnętrznej obudowy wykonanej z aluminiowych profili i izolowanych termicznie paneli typu„sandwich" oraz zabudowanego w środku modułu grzewczego typu GR. Moduł grzewczy składa się z własnej obudowy w której umieszczona jest komora spalania, wymiennik ciepła oraz palnik wentylatorowy. Palnik może być zasilany gazem lub olejem opałowym oraz może być 1-stopniowy, 2-stopniowy lub modulowany.
Obudowa modułu grzewczego wyposażona jest w izolację cieplną z wełny mineralnej. Komora spalania i wymiennik wykonane są ze szlachetnej stali nierdzewnej. Moduł posiada odpływ kondensatu zlokalizowany w dolnej części kolektora spalinowego płomieniówek.
Jeśli ilość powietrza przepływającego przez sekcję jest większa niż dopuszczalny przepływ przez sam moduł grzewczy, a moc cieplna jest wystarczająca, wówczas część powietrza przepływa przez obejście znajdujące się nad modułem w obrębie obudowy sekcji. Obejście jest wyposażone w przepustnicę wielopłaszczyznową z blokadą pozycji. Jeśli ilość powietrza przepływającego przez sekcję jest mniejsza od dopuszczalnego przepływu przez moduł wówczas całe powietrze przepływa przez moduł.
Obudowa sekcji, w której umieszczony jest moduł jest wyposażona w kratkę żaluzjową przez którą napływa powietrze zewnętrzne do spalania oraz w drzwi inspekcyjne zapewniające łatwy dostęp do palnika. Wylot produktów spalania jest umieszczony po stronie przeciwnej do obsługowej. Komin nie wchodzi w skład dostawy sekcji. Sekcja modułu grzewczego jest standardowo wyposażona w zabezpieczenie przed przegrzaniem oraz podstawową automatykę umożliwiającą sterowanie palnikiem.
Moduł grzewczy może pracować zarówno w warunkach nadciśnienia jak i podciśnienia (za lub przed wentylatorem).

Dobór sekcji

Sekcje modułu grzewczego dobiera się wstępnie z tabeli na podstawie ilości przepływającego powietrza oraz wymaganej wydajności grzewczej. Moduły mogą współpracować z palnikami różnych producentów. Z tego względu typ palnika dobiera się indywidualnie w zależności od wymaganej mocy cieplnej, typu regulacji wydajności oraz rodzaju paliwa. Standardowo palniki gazowe są przystosowane do zasilania gazem ziemny GZ50, a palniki olejowe lekkim olejem opałowym. Palniki gazowe dostarczane są wraz z układem elektrozaworów, filtrem, stabilizatorem ciśnienia gazu oraz elastycznym złączem antywibracyjnym.

Wykonanie nietypowe
Na życzenie sekcje mogą być wyposażone w kompaktowy moduł grzewczy typu EM z modulowanym palnikiem gazowym lub kondensacyjny moduł grzewczy o podwyższonej sprawności z modulowanym palnikiem gazowym.
Wszystkie moduły gazowe posiadają Certyfikat Badania Typu CE.

Przykłady zastosowania
Sekcja modułu grzewczego zabudowana w centrali nawiewno-wyciągowej z wymiennikiem obrotowym.

Sekcja modułu grzewczego połączona z centralą za pomocą kanału.

7. Centrale sekcyjne Cleanroom

ZASTOSOWANIE

Centrale serii Cleanroom są zaprojektowane do obsługi pomieszczeń o wysokich wymaganiach higienicznych takich jak sale operacyjne w szpitalach bądź laboratoria w przemyśle farmaceutycznym lub elektronicznym, oraz w obiektach produkcyjnych branży spożywczej. Seria Cleanroom powstała w oparciu o wytyczne PZH. Wykonujemy także centrale Cleanroom w oparciu o normę DIN 1946.

Cechy central klimatyzacyjnych serii Cleanroom (zgodnie ze standardem PZH):

- Szkielet obudowy jest wykonany z profili aluminiowych.
- Do profili przymocowane są panele typu„sandwich"z dwóch warstw blachy i izolacji z wełny mineralnej pomiędzy nimi. Zewnętrzna warstwa paneli jest wykonana z powlekanej blachy ocynkowanej (RAL 9010).
- Wewnętrzna powierzchnia obudowy jest w pełni płaska i ukształtowana w sposób eliminujący miejsca, w których mogłyby się gromadzić zanieczyszczenia (wzmacniające elementy konstrukcyjne, śruby itp.)
- Podłoga obudowy, ściany boczne i sufit wykonane są ze stali nierdzewnej w gatunku 1.4301.
- Szczeliny obudowy uszczelnione są silikonem posiadającym atest PZH.
- Po stronie inspekcyjnej obudowa jest wyposażona w niezbędne drzwi oraz klapy dostępowe, od strony wewnętrznej drzwi nie posiadają wystających do wewnątrz centrali elementów zamykających, na których mogłyby się gromadzić zanieczyszczenia.
- Obudowa wyposażona jest w oświetlenie wewnętrzne przystosowane do zasilania napięciem bezpiecznym 24V, a drzwi posiadają okna inspekcyjne. Zapewnia to możliwość kontroli stanu wewnętrznych podzespołów bez konieczności przerywania pracy urządzenia.
- Podłoga obudowy wykonana jest ze spadkiem na stronę obsługową, zapewniającym swobodny spływ wody. Po stronie obsługowej, pod dolną krawędzią drzwi i klap inspekcyjnych na całej długości obudowy zamontowana jest rynna zapewniająca odbiór wody spływającej z podłogi centrali w czasie mycia wnętrza central.
- Mechaniczne właściwości centrali klimatyzacyjnej typu Cleanroom są określane na podstawie normy PN-EN 1886, a wartości parametrów potwierdza deklaracja zgodności.
- Do wszystkich podzespołów zapewniony jest łatwy dostęp z dwóch stron (napływu i odpływu powietrza) umożliwiający ich łatwe czyszczenia i dezynfekcję, podzespoły zamocowane są w sposób umożliwiający ich łatwy demontaż i wysunięcie z obudowy.
- Przepustnice wykonane są z profili aluminiowych. Przepustnice sklasyfikowane są w czwartej klasie szczelności (wg PN-EN 1751).
- Wymienniki ciepła Cu/Al: Blok lamelowy wykonany z miedzianych rurek, na których osadzone są aluminiowe lamele. Obudowa z ocynkowanej blachy stalowej. Minimalny rozstaw lamel wynosi 2.3 mm.
- Wentylatory typu Plug, z wirnikiem bez obudowy, z napędem bezpośrednim.
- Dwa stopnie filtracji w centrali.

8. Centrale w wykonaniu basenowym

8.1. INFORMACJE OGÓLNE

Kryte baseny są obiektami, które charakteryzują się bardzo dużymi zyskami wilgoci spowodowanymi odparowaniem z tafli wody oraz mokrych powierzchni podłogi. Z tego względu obiekty basenowe muszą posiadać efektywną instalację wentylacyjną utrzymującą wilgotność względną powietrza na odpowiednim poziomie.
Zbyt wysoka wilgotność powietrza powoduje dyskomfort cieplny osób użytkujących basen oraz wpływa niszcząco na strukturę budynku. Para wodna skrapla się na zimnych powierzchniach i powoduje korozję elementów konstrukcyjnych oraz zapleśnienie i erozję przegród budowlanych.
Z powodu dużego przeszklenia, w obiektach basenowych występują również wysokie straty ciepła. Na basenach publicznych parametry powietrza wewnętrznego utrzymywane są zazwyczaj w zakresie 28°C/60% – 30°C/55%, natomiast temperatura wody jest 2-4 stopnie niższa. W przypadku basenów leczniczych temperatura wody jest wyższa.
Ze względu na konieczność dotrzymania warunków komfortu cieplnego wilgotność względna nie powinna przekraczać 65% a wilgotno bezwzględna 14.3 g/kg (wg VDI 2089).

Określanie zysków wilgoci
Wielkość zysków wilgoci jest uzależniona od wielkości basenu intensywności jego użytkowania liczby kąpiących się osób temperatury wody oraz wilgotności i temperatury powietrza wewnętrznego.
Istnieje wiele metod określania zysków wilgoci opracowanych przez różnych autorów Poniżej przedstawiono dwie przykładowe formuły.

Niemiecka norma VDI 2089 podaje następujący wzór :

$$M = \varepsilon \cdot F \cdot (pw' - pw) \cdot 10^{-3} \text{ [kg/h]}$$

gdzie:
p'w – ciśnienie nasycenia pary wodnej przy temperaturze wody, hPa
pw – ciśnienie cząstkowe pary przy parametrach powietrza wewnętrznego hPa
F – powierzchnia lustra wody, m²
ε – współczynnik empiryczny
ε = 0,5 – basen zakryty
ε = 5 – spokojna powierzchnia
ε = 10 – baseny prywatne
ε = 20 – baseny publiczne
ε = 28 duże baseny rekreacyjne
ε = 30 – sztuczna fala

Ze względów praktycznych bardziej przydatna wydaje się formuła podawana przez poradnik Recnagla:

$$M = \sigma \cdot F \, (x'' - xw) \cdot 10^{-3} \text{ [kg/h]}$$

gdzie:
x'' – zawartość wilgoci w powietrzu nasyconym o temperaturze wody, g/kg
xw – zawartość wilgoci w powietrzu wewnętrznym, g/kg
F – powierzchnia lustra wody, m²
σ – współczynnik odparowania, kg / (m² ·h)
σ = 10 baseny prywatne, spokojna powierzchnia
σ = 20 – baseny ogólnego przeznaczenia
σ = 30 – baseny ze sztuczną falą

Określanie ilości powietrza wentylacyjnego
Ilość powietrza wentylacyjnego określa się dla najbardziej niekorzystnych warunków tzn. dla najwyższej wilgotności względnej powietrza zewnętrznego wykorzystywanego do usuwania zysków wilgoci. W okresie letnim wilgotność ta może wynosić 11-12 g/kg, natomiast w zimie spada do wartości 1- 3 g/kg.

$$v = \frac{M \cdot 10^3}{(x_w - x_z) \cdot 1{,}2} \quad [m^3/h]$$

gdzie:
x_w – zawartość wilgoci w powietrzu wewnętrznym, g/kg
x_z – zawartość wilgoci w powietrzu zewnętrznym w lecie, g/kg
(przy obliczeniowych parametrach powietrza w Polsce 30°C/45% x_z = 12 g/kg)

Tak więc ilość powietrza zewnętrznego niezbędnego do odprowadzenia zysków wilgoci w zimie jest znacznie niższa niż w lecie. Oznacza to, że centrala może pracować z dużym udziałem powietrza recyrkulacyjnego. Także w godzinach nocnych, gdy basen nie jest użytkowany zyski wilgoci są znacznie mniejsze, a wydajność centrali z pompą ciepła pracującej w układzie pełnej recyrkulacji wystarczająca do ich usunięcia.

PRZEZNACZENIE
Centrale basenowe typu AF-B firmy FRAPOL służą do wentylacji, osuszania oraz ogrzewania wszelkiego rodzaju hal krytych basenów prywatnych, hotelowych i publicznych o charakterze rekreacyjnym, sportowym oraz leczniczym. Charakteryzują się specyficznym dla tego typu zastosowań układem obróbki powietrza oraz odpornością na korozję i działanie związków chloru. Typoszereg AF-B obejmuje 8 wielkości central. W skład dostawy centrali wchodzi integralny układ automatyki.

DOBÓR I KONFIGURACJA CENTRAL
Centrale AF-B posiadają konstrukcję modułową, co oznacza że mogą być indywidualnie skonfigurowane z opisanych poniżej podzespołów w zależności od potrzeb danego projektu. W dalszej części katalogu przedstawiono przykładowe, najczęściej spotykane konfiguracje central basenowych.

PODZESPOŁY

• Obudowa
Obudowa składa się ze sztywnego szkieletu z profili aluminiowych, do których przymocowane są panele wykonane z dwóch warstw blachy stalowej ocynkowanej i izolacji z niepalnej wełny mineralnej pomiędzy nimi. Zewnętrzne powierzchnie paneli są standardowo lakierowane w kolorze białym (RAL 9010). W celu zapewniania odporności na korozję i działanie związków chloru wszystkie wewnętrzne powierzchnie obudowy oraz elementy konstrukcyjne są malowane farbą epoksydową (grubość powłoki ok. 50 m). Do wszystkich sekcji wchodzących w skład centrali zapewniony jest łatwy dostęp od strony obsługi poprzez zdejmowane klapy rewizyjne lub drzwi inspekcyjne. Na życzenie centrala może być wyposażona w wewnętrzne oświetlenie a drzwi w okna inspekcyjne. Standardowo obudowa wyposażona jest w ramę nośną z zimnogiętych profili z blachy ocynkowanej. Połączenia z kanałami wyposażone są w kołnierze elastyczne.

• Przepustnice
Wielopłaszczyznowe przepustnice przeciwbieżne wykonane z wytłaczanych profili aluminiowych. Łopatki wyposażone w gumowe uszczelki zapewniające wysoką szczelność.

• Filtry
Filtry kieszeniowe klasy G4 wykonane z włókniny syntetycznej o standardowych wymiarach. Na życzenie istnieje możliwość zastosowania filtrów o innej klasie.

• Wentylator i silnik
Dwustronne ssący wentylator promieniowy o wysokiej sprawności z napędem pasowym lub wentylator „plug". Obudowa

i wirnik wentylatora są epoksydowane. Zespół wentylatorowy zamocowany na wibroizolatorach, które efektywnie zapobiegają przenoszeniu drgań na obudowę. Wylot wentylatora połączony jest z obudową przez kołnierz elastyczny. Standardowo do napędu wentylatorów stosowane są trójfazowe silniki zasilane napięciem 400 V o klasie ochrony IP55 i klasie izolacji F. Silniki są przystosowane do współpracy z falownikiem. Opcjonalnie istnieje możliwość zastosowania silników 2-biegowych. Sekcja wentylatora jest wyposażona w okablowany fabrycznie wyłącznik serwisowy.

• Nagrzewnica wodna
Nagrzewnice wykonane są z miedzianych rurek, na których osadzony jest pakiet lamelowy z epoksydowanego aluminium. Całość umieszczona w obudowie z lakierowanej blachy ocynkowanej. Kolektory oraz kolanka są również lakierowane farbą epoksydową. Dopuszczalna temperatura zasilania wody wynosi 130°C, a ciśnienie robocze 1.6 MPa.

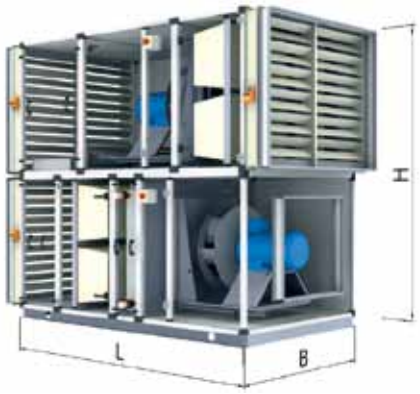
• Wymiennik krzyżowy
Wymiennik rekuperacyjny o wysokiej sprawności wykonany z płyt z epoksydowanego aluminium o rozwiniętej powierzchni wymiany ciepła. Rama wymiennika wykonana z odpornych na korozję lakierowanych proszkowo profili. Wymiennik jest wyposażony w przepustnicę obejściową (by-pass) oraz wannę na skropliny.

• Rurka ciepła
Wymiennik jest wykonany z pionowych rurek miedzianych, na których osadzony jest pakiet lamelowy z epoksydowanego aluminium. Obudowa wymiennika wykonana z lakierowanej blachy ocynkowanej. Wymiennik jest napełniony czynnikiem R134a. Sprawność rurki ciepła jest porównywalna ze sprawnością wymiennika krzyżowego, jednak jego oblodzenie rozpoczyna się przy wyższych temperaturach zewnętrznych. Zastosowanie rurki ciepła w porównaniu z wymiennikiem krzyżowym umożliwia zmniejszenie długości centrali, jednak strumień ciepłego powietrza usuwanego musi przepływać przez dolną część centrali. Wymiennik jest wyposażony w przepustnicę obejściową (by-pass) oraz wannę na skropliny.

• Pompa ciepła
W skład układu pompy ciepła wchodzi parownik, skraplacz, sprężarka hermetyczna o wysokiej efektywności oraz obieg chłodniczy. Parownik i skraplacz są wykonane z miedzianych rur, na których osadzony jest pakiet lamelowy z epoksydowanego aluminium. Obudowa wymienników jest wykonana z lakierowanej blachy ocynkowanej.
Sprężarka jest zamocowana na wibroizolatorach zapobiegających przenoszeniu drgań na obudowę. W skład obiegu chłodniczego wchodzą: wziernik, filtr i osuszacz czynnika, termostatyczny zawór rozprężny, presostat niskiego i wysokiego ciśnienia, manometry niskiego i wysokiego ciśnienia obwody sterujące i zabezpieczające oraz niezbędna armatura. Układ napełniony jest czynnikiem R407c. Opcjonalnie pompa ciepła może być wyposażona w dodatkowy skraplacz płytowy umożliwiający podgrzewanie wody basenowej bądź CWU w okresach gdy, wydajność skraplacza ogrzewającego powietrze przekracza zapotrzebowanie. Układ pompy ciepła jest dobierany indywidualnie dla każdego przypadku projektowego.

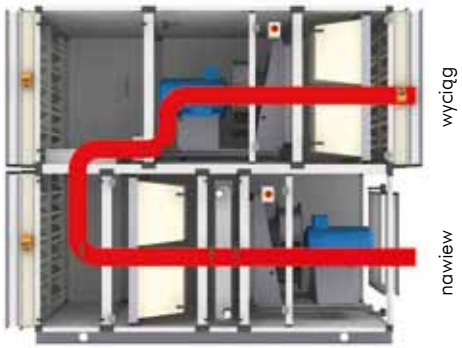
Automatyka
Centrale basenowe są dostarczane wraz z kompletnym układem automatyki, który utrzymuje zadaną temperaturę i wilgotność na hali basenu regulując ilość świeżego powietrza oraz sterując pracą poszczególnych podzespołów centrali. W zależności od chwilowych warunków układ wybiera najbardziej ekonomiczny tryb pracy centrali. Nastawy temperatury i wilgotności oraz godziny eksploatacji basenu w poszczególnych dniach tygodnia mogą być ustawiane przez obsługę obiektu. Układ automatyki obejmuje szafę sterowniczą oraz elementy pomiarowe i regulacyjne takie jak czujniki temperatury i wilgotności, siłowniki, presostaty i zawory regulacyjne. W skład szafy wchodzi obwód zasilania oraz sterowania. Obwód zasilania obejmuje wszystkie niezbędne przekaźniki, styczniki, bezpieczniki, zabezpieczenia przeciążeniowe itp. Obwód sterowania obejmuje m.in. swobodnie programowalny sterownik, zegar sterujący oraz wyjścia alarmów zewnętrznych. System automatyki może być wyposażony w dodatkowe opcje takie jak zdalna tablica sterująca bądź możliwość współpracy z zewnętrznym systemem nadrzędnym. Szczegóły opcji układu automatyki są uzgadniane indywidualnie z klientem przed dostawą centrali.

8.2. CENTRALA BASENOWA Z RECYLKULACJĄ TYP R

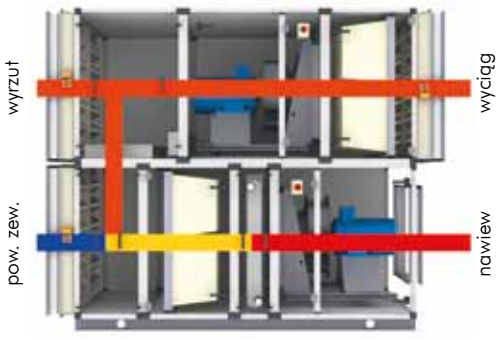


Centrala typu R jest centrala basenową z jednostopniowym odzyskiem ciepła z zastosowaniem recyrkulacji.
Przeznaczona jest do wentylacji, osuszania i ogrzewania krytych basenów rekreacyjnych, publicznych oraz sportowych . W skład centrali wchodzi komora mieszania, nagrzewnica wodna oraz filtry kieszeniowe. Nagrzewnica wodna umożliwia podgrzanie powietrza nawiewanego do 45°C przy najniższej temperaturze zewnętrznej, dzięki czemu centrala może być wykorzystywana do pokrycia całkowitych lub częściowych strat ciepła obiektu.

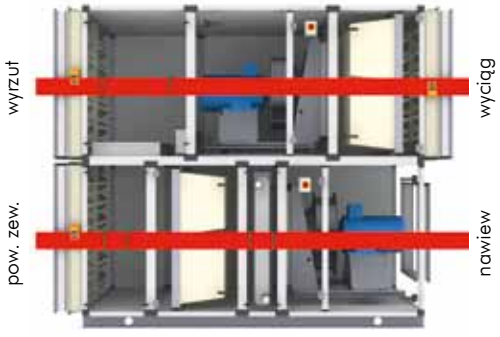
TRYBY PRACY CENTRALI



Ogrzewanie w zimie w okresie nocnym. Pełna recyrkulacja.
W godzinach, gdy basen nie jest użytkowany a dopuszczalna wilgotność powietrza wewnętrznego nie jest przekroczona, pracuje tylko wentylator nawiewny i nagrzewnica wodna, która podgrzewa powietrze utrzymując zadaną temperaturę. W razie zastosowania silnika 2-biegowego wentylator może pracować z obniżoną wydajnością. Jeśli zadana temperatura zostanie przekroczona istnieje możliwość wyłączenia wentylatora. W przypadku przekroczenia dopuszczalnej wilgotności wewnętrznej centrala przechodzi w tryb pracy jak w czasie użytkowania basenu.



Praca w okresie zimowym i przejściowym w czasie użytkowania basenu.
W okresie, gdy basen jest użytkowany pracują oba wentylatory. Zadana wilgotność powietrza wewnętrznego jest utrzymywana poprzez regulację ilości powietrza zewnętrznego. Powietrze zewnętrzne miesza się z powietrzem recyrkulacyjnym, a następnie jest podgrzewane w nagrzewnicy wodnej do wymaganej temperatury. Ilość powietrza zewnętrznego nigdy nie spada poniżej ustawionego minimum wynikającego z wymogów higienicznych. W uzasadnionych przypadkach istnieje możliwość obniżenia wydajności centrali przy niskich temperaturach zewnętrznych (przy zastosowaniu silników 2-biegowych).

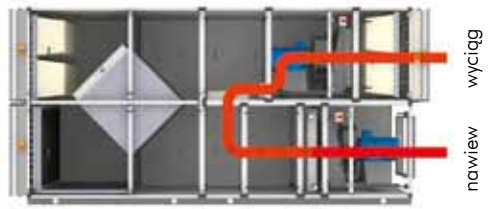


Praca w okresie letnim w czasie użytkowania basenu.
Przy wysokich temperaturach zewnętrznych centrala pracuje tylko na powietrzu zewnętrznym a nagrzewnica jest wyłączona.

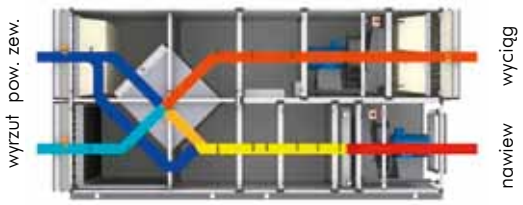
8.3. CENTRALA BASENOWA Z RECYRKULACJĄ I WYMIENNIKIEM KRZYŻOWYM TYP R-WKR

Centrala typu R-WKR jest centralą basenową z dwustopniowym odzyskiem ciepła z zastosowaniem recyrkulacji i wymiennika krzyżowego.
Przeznaczona jest do wentylacji , osuszania i ogrzewania krytych basenów rekreacyjnych , publicznych oraz sportowych. Odzysk ciepła w wymienniku krzyżowym zapewnia istotne obniżenie kosztów eksploatacyjnych .
W skład centrali wchodzi rekuperacyjny wymiennik krzyżowy, komora mieszania, wentylator nawiewny i wyciągowy, nagrzewnica wodna oraz filtry kieszeniowe . Nagrzewnica wodna umożliwia podgrzanie powietrza nawiewanego do 45°C przy najniższej temperaturze zewnętrznej, dzięki czemu centrala może być wykorzystywana do ogrzewania obiektu.

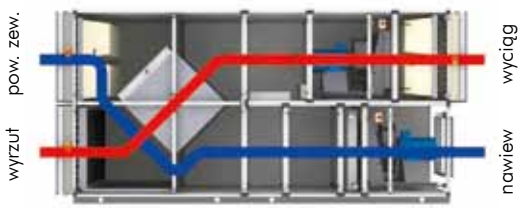
TRYBY PRACY CENTRALI



Ogrzewanie w zimie w okresie nocnym. Pełna recyrkulacja.
W godzinach, gdy basen nie jest użytkowany a dopuszczalna wilgotność powietrza wewnętrznego nie jest przekroczona, pracuje tylko wentylator nawiewny i nagrzewnica wodna, która podgrzewa powietrze utrzymując zadaną temperaturę. W razie zastosowania silnika 2-biegowego wentylator może pracować z obniżoną wydajnością. Jeśli zadana temperatura zostanie przekroczona istnieje możliwość wyłączenia wentylatora. W przypadku przekroczenia dopuszczalnej wilgotności wewnętrznej centrala przechodzi w tryb pracy jak w czasie użytkowania basenu.



Praca w okresie zimowym i przejściowym w czasie użytkowania basenu.
W okresie gdy basen jest użytkowany pracują oba wentylatory. Zadana wilgotność powietrza wewnętrznego jest utrzymywana poprzez regulację ilości powietrza zewnętrznego. Powietrze zewnętrzne przepływa przez wymiennik krzyżowy i odbiera ciepło od powietrza usuwanego miesza się z powietrzem recyrkulacyjnym a następnie podgrzewa się w nagrzewnicy wodnej do wymaganej temperatury. Ilość powietrza zewnętrznego nigdy nie spada poniżej ustawionego minimum wynikającego z możliwość obniżenia wydajności centrali przy niskich temperaturach zewnętrznych przy zastosowaniu silników 2 biegowych. Przy bardzo niskich temperaturach zewnętrznych część powietrza zewnętrznego przepływa przez by pass nie dopuszczając do oblodzenia wymiennika krzyżowego.



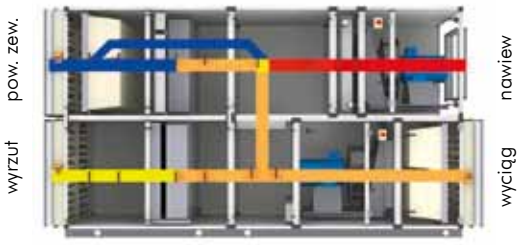
Praca w okresie letnim w czasie użytkowania basenu.
Przy wysokich temperaturach zewnętrznych centrala pracuje tylko na powietrzu zewnętrznym a nagrzewnica jest wyłączona. Jeśli temperatura nawiewu jest za wysoka, cześć bądź całość powietrza zewnętrznego przepływa przez by-pass wymiennika krzyżowego.

8.4. CENTRALA BASENOWA Z RECYRKULACJĄ I RURKĄ CIEPŁA R-WRO

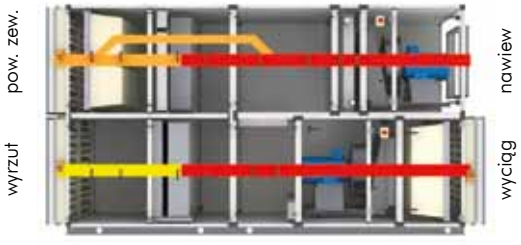
Centrala typu R-WRO jest centralą basenową z dwustopniowym odzyskiem ciepła z zastosowaniem recyrkulacji i wymiennika typu „rurka ciepła".
Przeznaczona jest do wentylacji , osuszania i ogrzewania krytych basenów rekreacyjnych , publicznych oraz sportowych. Odzysk ciepła w wymienniku typu„ rurka ciepła" zapewnia znaczne obniżenie kosztów eksploatacyjnych .
W skład centrali wchodzi rekuperacyjny wymiennik typu„rurka ciepła", komora mieszania, wentylator nawiewny i wyciągowy, nagrzewnica wodna oraz filtry kieszeniowe. Nagrzewnica wodna umożliwia podgrzanie powietrza nawiewanego do 45°C przy najniższej temperaturze zewnętrznej , dzięki czemu centrala może być wykorzystana do ogrzewania obiektu.

TRYBY PRACY CENTRALI

Ogrzewanie w zimie w okresie nocnym. Pełna recyrkulacja.
W godzinach, gdy basen nie jest użytkowany a dopuszczalna wilgotność powietrza wewnętrznego nie jest przekroczona, pracuje tylko wentylator nawiewny i nagrzewnica wodna, która podgrzewa powietrze utrzymując zadaną temperaturę. W razie zastosowania silnika 2-biegowego wentylator może pracować z obniżoną wydajnością. Jeśli zadana temperatura zostanie przekroczona istnieje możliwość wyłączenia wentylatora. W przypadku przekroczenia dopuszczalnej wilgotności wewnętrznej centrala przechodzi w tryb pracy jak w czasie użytkowania basenu.



Praca w okresie zimowym i przejściowym w czasie użytkowania basenu.
W czasie użytkowania basenu pracują oba wentylatory. Zadana wilgotność powietrza wewnętrznego jest utrzymywana poprzez regulację ilości powietrza zewnętrznego. Powietrze zewnętrzne przepływa przez rurkę ciepła i odbiera ciepło od powietrza usuwanego, miesza się z powietrzem recyrkulacyjnym, a następnie podgrzewa się w nagrzewnicy wodnej do wymaganej temperatury. Ilość powietrza zewnętrznego nigdy nie spada poniżej ustawionego minimum wynikającego z wymogów higienicznych. Przy bardzo niskich temperaturach zewnętrznych część powietrza zewnętrznego przepływa przez by-pass nie dopuszczając do oblodzenia rurki ciepła. W uzasadnionych przypadkach istnieje możliwość obniżenia wydajności centrali przy niskich temperaturach zewnętrznych (przy zastosowaniu silników 2-biegowych).

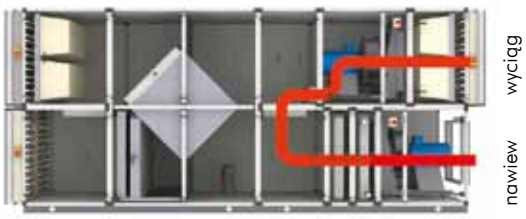


Praca w okresie letnim w czasie użytkowania basenu.
Przy wysokich temperaturach zewnętrznych centrala pracuje tylko na powietrzu zewnętrznym a nagrzewnica jest wyłączona. Jeśli temperatura nawiewu jest za wysoka, cześć bądź całość powietrza zewnętrznego przepływa przez by-pass rurki ciepła.

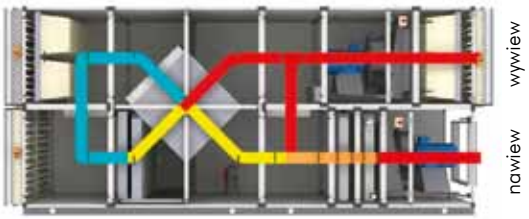
8.5. CENTRALA BASENOWA Z POMPĄ CIEPŁA I WYMIENNIKIEM KRZYŻOWYM TYP R-WKR-HP

Centrala typu R-WKR-HP jest centralą basenową z trójstopniowym odzyskiem ciepła z zastosowaniem recyrkulacji, wymiennika krzyżowego i pompy ciepła.
Przeznaczona jest do wentylacji, osuszania i ogrzewania krytych basenów rekreacyjnych, publicznych oraz sportowych.
W skład centrali wchodzi rekuperacyjny wymiennik krzyżowy, pompa ciepła, komora mieszania, wentylator nawiewny i wyciągowy, nagrzewnica wodna oraz filtry kieszeniowe. W większości przypadków moc grzewcza centrali jest wystarczająca do pokrycia strat ciepła obiektu, dzięki czemu stosowanie innego rodzaju ogrzewania nie jest wymagane .
Zaletą zastosowania pompy ciepła jest zwiększenie sprawności odzysku ciepła oraz wydajności osuszania.
Opcjonalnie centrala może zostać wyposażona w dodatkowy skraplacz płytowy, umożliwiający podgrzewanie wody basenowej lub c.w.u.

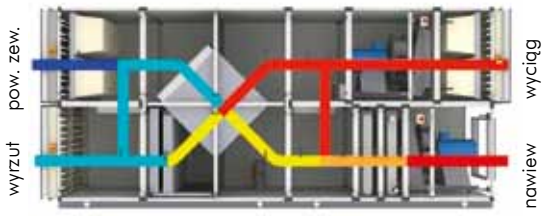
TRYBY PRACY CENTRALI



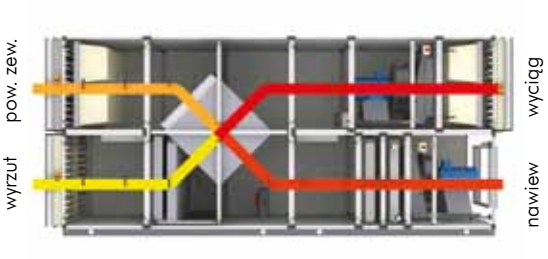
Ogrzewanie w zimie w okresie nocnym. Pełna recyrkulacja.
W godzinach, gdy basen nie jest użytkowany a dopuszczalna wilgotność powietrza wewnętrznego nie jest przekroczona, pracuje tylko wentylator nawiewny i nagrzewnica wodna, która podgrzewa powietrze utrzymując zadaną temperaturę. W razie zastosowania silnika 2-biegowego wentylator może pracować z obniżoną wydajnością. Jeśli zadana temperatura zostanie przekroczona istnieje możliwość wyłączenia wentylatora.



Osuszanie w okresie nocnym. Pełna recyrkulacja.
Jeśli dopuszczalna wilgotność powietrza wewnętrznego zostanie przekroczona uruchamiana jest pompa ciepła i wentylator wyciągowy. Część powietrza przepływa przez wymiennik krzyżowy, gdzie jest wstępnie ochładzane, a następnie przez parownik, w którym jest ochładzane i osuszane. Osuszone powietrze przepływa ponownie przez wymiennik, gdzie jest wstępnie ogrzewane, miesza się z powietrzem wywiewanym, a następnie jest podgrzewane w skraplaczu. Przepustnice mieszające utrzymują optymalny przepływ powietrza przez parownik w celu zapewnienia maksymalnego osuszania.



Praca w okresie zimowym i przejściowym w czasie użytkowania basenu.
Zadana wilgotność powietrza wewnętrznego jest utrzymywana poprzez regulację ilości powietrza zewnętrznego. Minimalny udział powietrza zewnętrznego wynika z wymogów higienicznych. Ciepło z powietrza usuwanego odzyskiwane jest w wymienniku krzyżowym, a powietrze nawiewane jest podgrzewane w skraplaczu ciepłem odebranym w parowniku i powiększonym o moc napędową sprężarki. Jeśli temperaturapo-



wietrza za skraplaczem jest niewystarczająca uruchamiana jest nagrzewnica wodna. Przy wyższych temperaturach zewnętrznych, pompa ciepła jest wyłączana lub ciepło skraplania jest wykorzystywane do podgrzewania wody basenowej bądź CWU (w razie zastosowania dodatkowego skraplacza wodnego).

Praca w okresie letnim w czasie użytkowania basenu.
Przy wysokich temperaturach zewnętrznych centrala pracuje tylko na powietrzu zewnętrznym a pompa ciepła i nagrzewnica są wyłączone. Jeśli temperatura nawiewu jest za wysoka, cześć bądź całość powietrza zewnętrznego przepływa przez by-pass wymiennika krzyżowego. Jeśli centrala jest wyposażona w dodatkowy skraplacz wodny istnieje możliwość uruchomienia pompy ciepła i podgrzewania wody basenowej lub CWU za pomocą ciepła skraplania.

FRAPOL Sp. z o.o.
ul. Mierzeja Wiślana 8, 30-832 Kraków
tel. [+48] 12 653 27 66, [+48] 12 659 05 77
fax [+48] 12 653 27 89
biuro@frapol.com.pl
onyx@frapol.com.pl

WWW.FRAPOL.COM.PL