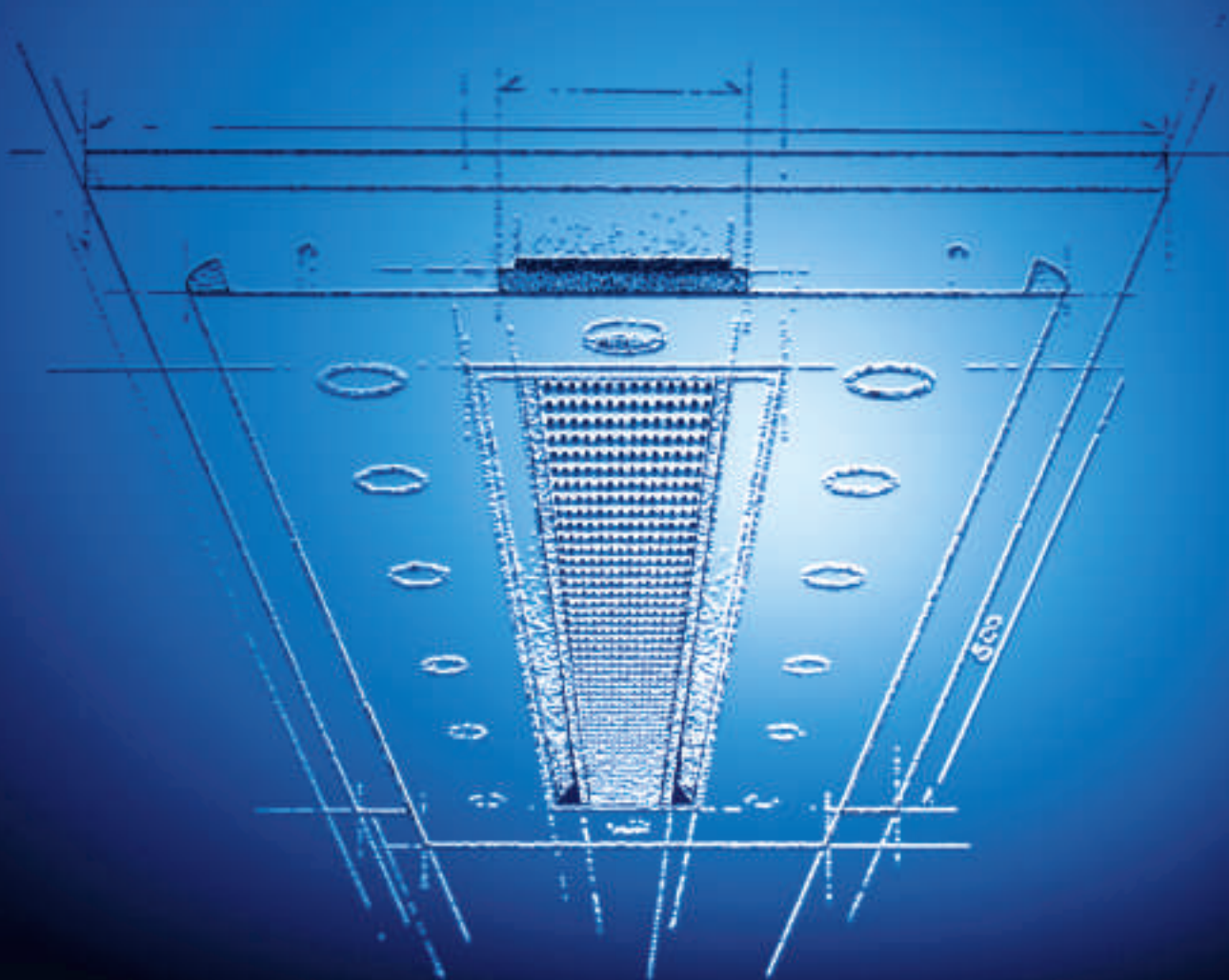


Systemy powietrzno-wodne w wentylacji i klimatyzacji

Poradnik projektanta



TROX[®] TECHNIK

The art of handling air



Wielofunkcyjna aktywna belka chłodząca typ MFD

Spis treści:

Doświadczenie i innowacje	3
Systemy powietrzno-wodne	4
Przegląd systemów	6
Pasywne systemy chłodzenia	10
Pasywne belki chłodzące	13
Sufity chłodzące · Komponenty i elementy	18
Nawiewniki indukcyjne	22
Aktywne belki chłodzące	26
Wielofunkcyjne aktywne belki chłodzące	34
Podokienne nawiewniki indukcyjne	36
Podłogowe nawiewniki indukcyjne	40
Fasadowe urządzenia wentylacyjne	44
Jednostki podokienne	53
Jednostki podokienne - rozwiązania projektowe	54
Jednostki podłogowe	55
Normy i wytyczne	56
Dokumentacja	57
Proces realizacji projektu	58
Referencje	59

The art of handling air – Sztuka dostarczania powietrza

Firma TROX opanowała sztukę profesjonalnego dostarczenia powietrza jak żadna inna firma na świecie. Ścisłe współpracując z wymagającymi klientami na całym świecie, firma TROX osiągnęła pozycję lidera w rozwoju, produkcji i sprzedaży urządzeń i systemów służących kontroli wewnętrznego klimatu, w systemach wentylacji i klimatyzacji.

Systematyczne badania i rozwój poszczególnych grup produktów współgrają z rosnącą ekspansją na polu innowacyjnych rozwiązań projektowych. Dzięki opracowywaniu wciąż nowych, ściśle odpowiadających rosnącym wymaganiom klientów rozwiązań, TROX wypracowuje standardy pozwalające na wkraczanie z sukcesem na nowe rynki i wykorzystanie wszystkich szans rozwoju. W wyniku takich działań, TROX od momentu wprowadzenia na rynek pierwszego sufitowego nawiewnika indukcyjnego w latach 80-tych aż po dzień dzisiejszy jest liderem wśród dostawców tych wielofunkcyjnych produktów w Europie.

Urządzenia stosowane w technologii wentylacji i klimatyzacji

Produkty

- Urządzenia końcowe instalacji
- Jednostki nawiewne i wywiewne
- Urządzenia ochrony przeciwpożarowej i wentylacji pożarowej
- Tłumiki akustyczne
- Przepustnice, kłapy zwrotne i czerpnie powietrza
- Filtry i wkłady filtracyjne

Systemy

- Systemy powietrzno-wodne w wentylacji i klimatyzacji
- Rozwiązania systemów wentylacji do laboratoriów
- Systemy ochrony przeciwpożarowej
- Układy komunikacyjne i automatyka systemów ochrony przeciwpożarowej i wentylacji pożarowej
- Rozwiązania wentylacji precyzyjnej do serwerowni i banków danych (AITCS)



Post-Tower, Bonn, Niemcy



Centrala TROX, Neukirchen-Vluyn, Niemcy

Wsparcie techniczne TROX

Firma TROX przykłada szczególną wagę do zapewnienia profesjonalnej pomocy klientom oferując w tym zakresie wsparcie techniczne w procesie doboru produktów i rozwiązań, konsultacje, zarówno podczas procesu projektowania, modernizacji, jak i w trakcie eksploatacji systemów wentylacji i klimatyzacji.

Firma TROX w cyfrach

- 3000 pracowników na całym świecie
- 380 milionów EUR obrotu w 2008 roku
- 24 oddziały w 22 krajach
- 13 fabryk w 11 krajach
- 11 ośrodków badawczo-rozwojowych na całym świecie
- Ponad 25 własnych biur handlowych i ponad 50 reprezentantów i importerów na całym świecie

Firma TROX przygotowała ten poradnik, aby ułatwić wybór właściwego systemu powietrzno-wodnego, dopasowanego do specyficznych wymogów Państwa indywidualnego zapotrzebowania. Znajdziecie w nim Państwo opis ogólnych zasad działania i zalet każdego z systemów, a także podstawy projektowania uwzględniające wymogi norm europejskich, aspektów ekonomicznych związanych z eksploatacją systemów i uwarunkowań architektonicznych.

Dzielimy się doświadczeniem: **The art of handling air!**

TROX[®] TECHNIK
The art of handling air

„Systemy powietrzno-wodne stosowane są obecnie w wielu nowoczesnych budynkach, w szczególności w pomieszczeniach biurowych i budynkach administracyjnych, zapewniając energooszczędne działanie systemów wentylacyjnych i klimatyzacyjnych. Wielka różnorodność możliwości montażowych systemów powietrzno-wodnych oznacza, że prawie dla wszystkich typów budynków dostępne jest rozwiązanie spełniające również najbardziej wyszukane i nietypowe wymagania architektoniczne.”



*Kościół Martina (Martini church), Bielefeld, Niemcy
Wszystkie systemy powietrzne z dyszami dalekiego zasięgu*

Kiedy i jak stosować systemy powietrzno-wodne?

W wielu przypadkach głównym zadaniem stawianym systemom wentylacji i klimatyzacji jest odprowadzenie zanieczyszczeń powietrza, takich jak uciążliwe zapachy czy odory, i zysków ciepła (zarówno wewnętrznych jak i zewnętrznych) z pomieszczeń. W procesie projektowym muszą być uwzględnione takie czynniki jak: wydzielane ciepło i zanieczyszczenia, których źródłem są pracujące urządzenia i różnego typu przyrządy znajdujące się w pomieszczeniach, a także pochodzące od przebywających w nim ludzi. W salach konferencyjnych, kinach i teatrach to właśnie ludzie są głównym źródłem zanieczyszczeń. Dobra jakość powietrza wewnętrznego może być uzyskana tylko poprzez dostarczenie odpowiedniej ilości powietrza świeżego, oczywiście w zależności od ilości osób przebywających w pomieszczeniu. W takich przypadkach wymagana wydajność chłodnicza i cieplna jest zapewniana przez różnicę temperatury nawiewu i temperatury powietrza w pomieszczeniu. W sytuacjach takich, właściwym wyborem jest zastosowanie klasycznego systemu klimatyzacji.

Nowoczesne budynki biurowe i administracyjne wyposażone są w duże ilości różnego typu urządzeń i często bardzo przeszklone. Emisja ciepła przez te urządzenia i zyski ciepła od nasłonecznienia mogą powodować znaczące obciążenia cieplne przy braku zanieczyszczeń powietrza.

Chłodzenie pomieszczeń przy użyciu systemów powietrznych wymagałoby w takiej sytuacji dużych ilości powietrza, a to wiązałoby się z wysokimi kosztami energii systemu rozprowadzenia powietrza. W takim przypadku, zastosowanie systemu powietrzno-wodnego jest dobrym wyborem, ponieważ pojemność cieplna i chłodnicza takiego systemu może być zapewniona niezależnie od wymaganego przepływu powietrza świeżego. Dodatkową zaletą systemów powietrzno-wodnych jest to, że odprowadzanie zysków ciepła przez wodę jest bardziej efektywne niż przez powietrze, gdyż dostarczenie takiej samej pojemności cieplnej czy chłodniczej za pomocą wody wymaga mniejszego zapotrzebowania energii.

*Tholos theatre (Teatr Tholos), Ateny, Grecja
Wszystkie systemy powietrzne z nawiewnikami wirowymi do podestów i dyszami dalekiego zasięgu*



Powietrze dla komfortu ludzi – woda do odprowadzenia obciążeń cieplnych

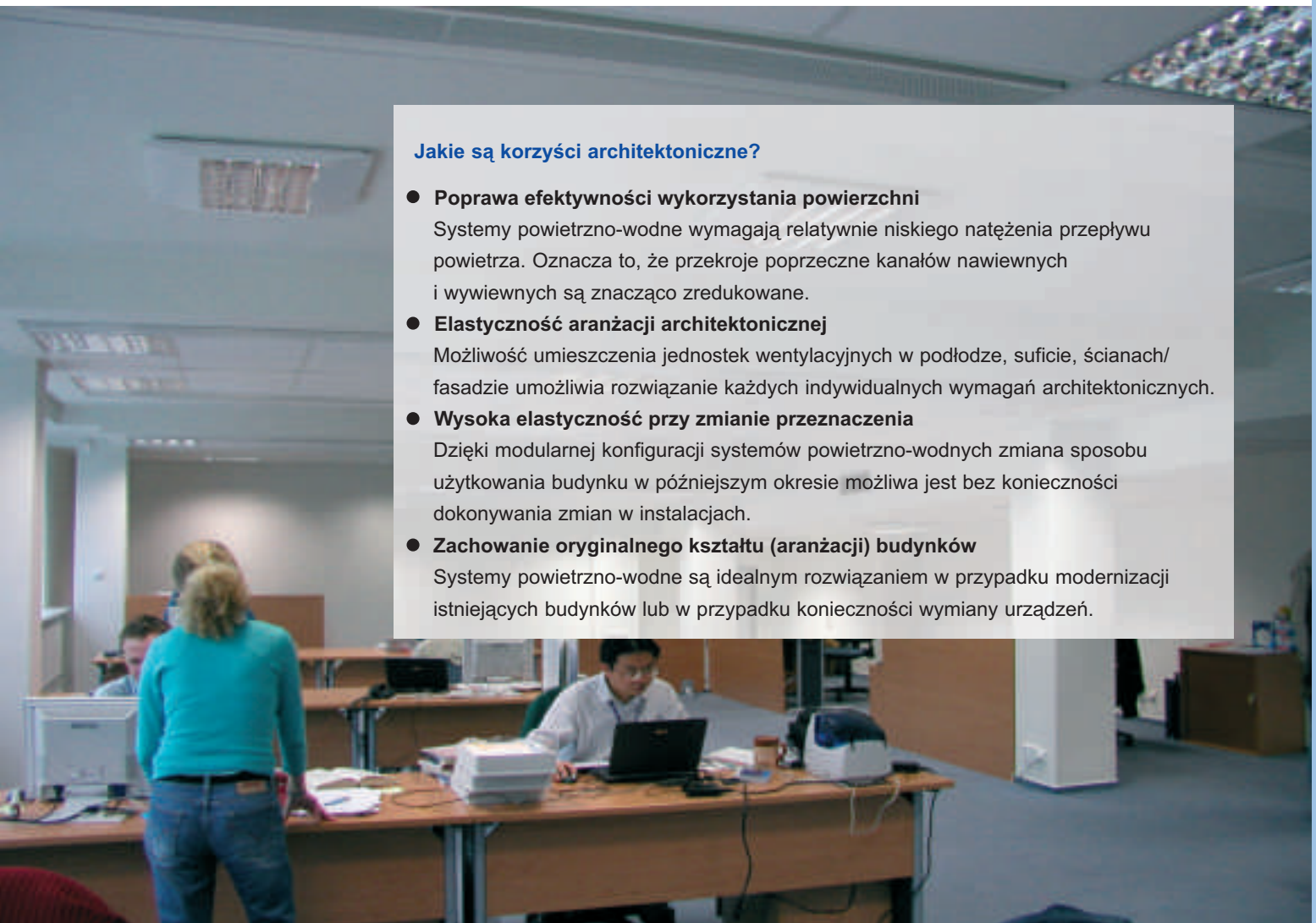
CAPRICORN House, Düsseldorf Niemcy
System powietrzno-wodny z jednostkami wentylacji rozproszonej



Zapełnienie przez ludzi Przykład		Wysokie Sale wykładowe	Niskie Pokoje biurowe
Zapotrzebowanie na powietrze świeże			
Typowe zapełnienie	m ² /osobę	3	10 do 12
Wskaźnik powierzchni użytkowej	(l/s)/m ²	7	1.4 do 2.2
	(m ³ /h)/m ²	25	5 do 8
Parametry urządzenia			
Właściwe obciążenie cieplne	W/m ²	80	80
Moc chłodząca powietrza przy Δt = 10 K	W/(m ² /h)	ok. 80	18 do 26
Moc chłodząca obiegu wodnego	W/m ²	-	54 do 62










Budynek biurowy, Brunn, Republika Czeska
System powietrzno-wodny z aktywnymi belkami chłodzącymi



Jakie są korzyści architektoniczne?

- Poprawa efektywności wykorzystania powierzchni**
 Systemy powietrzno-wodne wymagają relatywnie niskiego natężenia przepływu powietrza. Oznacza to, że przekroje poprzeczne kanałów nawiewnych i wywiewnych są znacząco zredukowane.
- Elastyczność aranżacji architektonicznej**
 Możliwość umieszczenia jednostek wentylacyjnych w podłodze, suficie, ścianach/fasadzie umożliwia rozwiązanie każdego indywidualnych wymagań architektonicznych.
- Wysoka elastyczność przy zmianie przeznaczenia**
 Dzięki modularnej konfiguracji systemów powietrzno-wodnych zmiana sposobu użytkowania budynku w późniejszym okresie możliwa jest bez konieczności dokonywania zmian w instalacjach.
- Zachowanie oryginalnego kształtu (aranżacji) budynków**
 Systemy powietrzno-wodne są idealnym rozwiązaniem w przypadku modernizacji istniejących budynków lub w przypadku konieczności wymiany urządzeń.

	Pasywne systemy chłodzenia		Nawiewniki indukcyjne			Fasadowe urządzenia wentylacyjne	
	Strona 10		Strona 22			Strona 44	
	Pasywne belki chłodzące	Sufity i stropowe elementy chłodzące	Aktywne belki chłodzące	Podokienne nawiewniki indukcyjne	Podłogowe nawiewniki indukcyjne	Jednostki podokienne	Jednostki podłogowe
							
Strona	13	18	26	36	40	53	55
Typ budynku							
Hale			●				
Hotele			●	●	●	●	●
Szkoły, uczelnie			●	●		●	
Biura, pomieszczenia administracyjne	●	●	●	●	●	●	●
Lotniska, dworce	●	●	●				
Miejsce montażu							
Sufit							
Strop podwieszony		●	●				
Swobodnie podwieszony	●	●	●				
Podłoga					●		●
Ściany wewnętrzne				●			
Ściany zewnętrzne/fasada				●		●	●
Rozdział powietrza							
Wentylacja mieszająca			●	●	●	●	●
Wentylacja waporowa				●	●	●	●
Funkcje podstawowe							
Grzanie		●	●	●	●	●	●
Chłodzenie	●	●	●	●	●	●	●
Nawiew			●	●	●	●	●
Wywiew			●			●	●
Funkcje dodatkowe							
Oświetlenie	●	●	●				
Funkcje bezpieczeństwa	●	●	●				
Systemy informacyjne	●	●	●				
Tłumienie hałasu		●					
Odzysk ciepła						●	●
Akumulacja ciepła utajonego						●	●
Parametry techniczne							
Właściwa wydajność chłodząca [W/m ²]	30 - 60	30 - 100	50 - 100	40 - 80	40 - 70	30 - 60	30 - 60
Właściwa wydajność powietrza świeżego [(l/s)/m ²]			1.4 - 2.2	1.4 - 2.2	1.4 - 2.2	1.4 - 2.2	1.4 - 2.2
[(m ³ /h)/m ²]			5 - 8	5 - 8	5 - 8	5 - 8	5 - 8
Typowe wartości poziomu ciśnienia akustycznego w pomieszczeniu [dB(A)]	≤ 20	≤ 20	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35

Zależnie od funkcji budynku, wykorzystując wybrany z systemów zaprezentowanych w tym poradniku, można stworzyć doskonały klimat wewnętrzny. Indywidualne systemy mogą zapewnić właściwe rozwiązanie dla poszczególnych aplikacji zależnie od sposobu wykorzystania budynku i jego projektowanego wystroju. Zastosowanie systemów powietrzno-wodnych zapewnia optymalny tryb działania reagujący na specjalne termiczne (cieplne) wymagania powstające w wewnętrznych obszarach budynku.

Typ budynku

Wstępnej selekcji rozwiązania technicznego systemu można dokonać na podstawie planowanej funkcji budynku i aranżacji jego wystroju zewnętrznego.



• Hale

W halach wystawienniczych zyski ciepła pochodzą głównie od zainstalowanego oświetlenia i wyposażenia stoisk wystawowych i są one z reguły wyższe od tych generowanych

przez zwiedzających. W pomieszczeniach przemysłowych zwykle przebywa niewiele osób, a główne zyski ciepła związane są z pracą maszyn i urządzeń technicznych. Dodatkowo, w przypadku tego typu pomieszczeń ich znaczna wysokość nakłada szczególne wymagania na systemy dystrybucji powietrza.



• Hotele

Obliczenie zapotrzebowania na powietrze świeże w przypadku pokoi hotelowych ustalane jest z reguły dla jednej lub dwóch osób. Obciążenia cieplne (zyski) pochodzą głównie od oświetlenia

i dużych przeszklonych powierzchni zewnętrznych. Jednostki wentylacyjne muszą być usytuowane w niewielkich wnękach przylegających do korytarza. Ponieważ są to sypialnie, zastosowane urządzenia wentylacyjne powinny generować niski poziom hałasu.



• Szkoły, uczelnie

Generalnie, systemy powietrzne są idealnym rozwiązaniem do uniwersyteckich sal wykładowych i auli. Jeśli jednak bryła budynku jest w dużej części przeszklona, zainstalowano dużą ilość

komputerów i mocne oświetlenie, a co za tym idzie w pomieszczeniach budynku występują znaczące zyski ciepła, wtedy warto rozważyć zastosowanie systemu powietrzno-wodnego. Także w przypadku, gdy w istniejących budynkach nie ma możliwości zwiększenia ilości powietrza nawiewanego w celu zrekomensowania zwiększonego obciążenia cieplnego, zastosowanie systemu powietrzno-wodnego może być dobrym rozwiązaniem. W takich sytuacjach czynnikiem krytycznym są parametry akustyczne systemu.



• Biura, pomieszczenia administracyjne

W stosunku do relatywnie niskich obciążeń generowanych przez pracowników biurowych wartość zysków ciepła często znacząco wzrasta o zyski ciepła od oświetlenia, komputerów,

kopiarek, itp. Dodatkowo wartość ta może ulec zwiększeniu o zyski ciepła od nasłonecznienia. Skutkiem tego obciążenie cieplne może znacząco się zmieniać zależnie od pory dnia. Zastosowany system musi elastycznie dopasowywać się do tak zmiennych warunków.



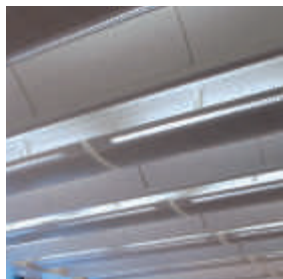
• Lotniska, dworce

Charakterystyczne w budynkach tego typu jest występowanie różnorodnych obszarów o bardzo zróżnicowanym przeznaczeniu. Z tego też powodu wybrany system musi być bardzo

elastyczny. Zastosowanie systemów powietrzno-wodnych gwarantuje, że jednostki wentylacyjne zapewnią w każdym obszarze wymaganą moc cieplną lub chłodniczą. Do takich zastosowań efektywnym rozwiązaniem mogą być także systemy mieszające.

Miejsce montażu

Każdy system jest projektowany i optymalizowany przy uwzględnieniu miejsca jego montażu. W momencie ustalenia lokalizacji staje się ona jednym z czynników wyboru systemu.



Sufit

W wielu realizowanych projektach występuje strop podwieszony lub taki strop jest przewidziany do zastosowania. Urządzenia systemu powietrzno-wodnego są idealne do zabudowy w każdym rodzaju sufitu. Belki chłodzące, sufitowe elementy i panele chłodzące

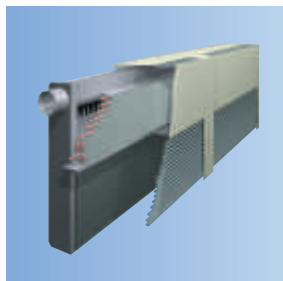
lokalizowane są w istniejących stropach podwieszonych lub są projektowane jako elementy swobodnie zawieszane.



Podłoga

W nowoczesnych budynkach podniesiona podłoga jest częścią standardowego wyposażenia obiektu. Jednak otwarta przestrzeń pod nią nie jest przewidziana do całkowitego wykorzystania na okablowanie informatyczne i elektryczne. Z tego powodu lokalizacja

systemu wentylacji w podłodze podniesionej może być ciekawym rozwiązaniem. W przypadku budynków z całkowicie przeszkloną fasadą jednostki systemu wentylacji muszą spełnić określone wymagania dotyczące ich lokalizacji. Także w tej sytuacji zastosowanie jednostek podłogowych może być znakomitym rozwiązaniem.



Ściany wewnętrzne

Zlokalizowane w przegrodach wewnętrznych podokienne jednostki indukcyjne, które nie wymagają podłączenia do przestrzeni zewnętrznej, umożliwiają realizację wentylacji pomieszczenia z bardzo niską turbulencją i uniknięcie wystąpienia przeciągów dzięki

quasi-wyporowemu przepływowi powietrza. Przy dużych powierzchniach biurowych efektywnym rozwiązaniem może być połączenie takiego rozwiązania z innymi jednostkami systemów powietrzno-wodnych. Na przykład zastosowanie jednostek podokiennej w obszarach wewnętrznych, a jednostek podłogowych przy fasadzie budynku.



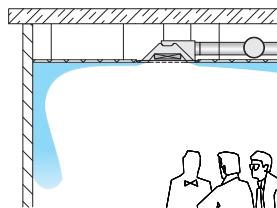
Ściany zewnętrzne/fasada

Zastosowanie jednostek wentylacji zdecentralizowanej w fasadzie budynku oferuje wiele ciekawych rozwiązań wentylacji pomieszczeń wewnętrznych. Takie innowacyjne rozwiązania mogą być zastosowane zarówno w istniejących obiektach jak i nowoprojektowanych. Integracja

jednostek z lub w fasadzie pozwala na zwiększenie wydajności przy wykorzystanej powierzchni i zapewnia większy stopień elastyczności architektonicznej.

Rozdział powietrza

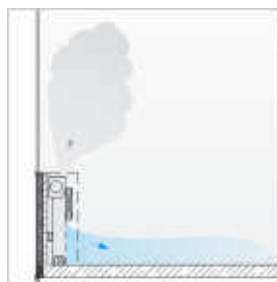
Komfort wewnętrzny w klimatyzowanych pomieszczeniach wewnętrznych zależy, oprócz innych elementów, między innymi od prędkości przepływu i stopnia turbulencji w strumieniu powietrza. Jest to bardzo ważny czynnik w procesie wyboru sposobu rozdziału powietrza.



Nawiew mieszający

Powietrze jest nawiewane do pomieszczenia z nawiewnika z prędkością 2 do 5 m/s. W rezultacie strumień powietrza miesza się z powietrzem w pomieszczeniu, przewietrzając całkowicie jego kubaturę.

Typowy system z nawiewem mieszanym zapewnia wyrównany rozkład temperatur i jakości powietrza w pomieszczeniu.



Wentylacja wyporowa

Powietrze nawiewne rozprowadzane jest w pomieszczeniu z niewielką prędkością, tak blisko podłogi, jak tylko jest to możliwe. W wyniku takiej organizacji nawiewu nad całą powierzchnią podłogi tworzy się warstwa świeżego powietrza. Prądy

konwekcyjne związane z obecnością ludzi i innych źródeł ciepła w pomieszczeniu unoszą świeże powietrze i dzięki temu możliwe jest powstanie komfortowych warunków w strefie przebywania ludzi. Zastosowanie systemu wentylacji wyporowej zapewnia uzyskanie niskich prędkości i niskiego stopnia turbulencji powietrza w strefie przebywania ludzi i bardzo wysoką jakość powietrza wewnętrznego.

Funkcje systemów

O funkcji systemu decyduje sposób dostarczania oraz proces dalszego przygotowania powietrza.

- Jednostki wentylacji fasadowej dostarczają przefiltrowane powietrze świeże bezpośrednio do pomieszczeń. W zależności od wyboru może być realizowany tryb grzania i/lub chłodzenia.
- W przypadku jednostek indukcyjnych, indukowane powietrze wtórne poddawane jest odpowiedniej obróbce cieplnej w wymienniku ciepła (grzanie lub chłodzenie).

Parametry urządzenia

Podstawowe kryteria doboru parametrów systemu obejmują wymagane wartości wydatku powietrza świeżego i mocy chłodzącej. Jednostki indukcyjne są zasilane poprzez scentralizowany system rozdziału powietrza świeżego, poddanego wstępnej obróbce w centrali klimatyzacyjnej. W przypadku jednostek wentylacji fasadowej świeże powietrze dostarczane jest najkrótszą z możliwych dróg od czepni w przegrodzie zewnętrznej / fasadzie do klimatyzowanego pomieszczenia. Parametry dotyczące standardowego poziomu ciśnienia akustycznego określone są przy współczynniku tłumienia pomieszczenia od 6 do 8 dB.



Greater London Authority Building, Londyn, Wielka Brytania

Funkcje dodatkowe



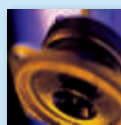
Oświetlenie

Pasywne lub aktywne belki chłodzące ze zintegrowanym oświetleniem liniowym lub punktowym oszczędzają powierzchnię, zwiększają jakość instalacji i redukują niezbędną ilość połączeń w obiekcie.



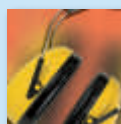
Funkcje bezpieczeństwa

Pasywne lub aktywne belki chłodzące mogą być wyposażone w detektory dymu, elementy instalacji tryskaczowej i czujniki ruchu. Taka zintegrowana lokalizacja elementów poprawia ogólne bezpieczeństwo budynku.



Systemy informacyjne

Wbudowane głośniki, tablice informacyjne (wyświetlacze) i inne wskaźniki optyczne takie jak ekrany monitorów, które przekazują użytkownikom obiektu ważne informacje (na przykład na stacji kolejowej lub lotnisku).



Tłumienie hałasu

Sufitowe panele i elementy chłodzące z materiałem tłumiącym hałas mogą być użyte do optymalizacji właściwości akustycznych pomieszczeń i dzięki temu przyczyniają się do zwiększenia stopnia komfortu.



Odzysk ciepła

Zintegrowany odzysk ciepła zwiększa efektywność energetyczną systemu.



Akumulacja ciepła utajonego

Wykorzystanie materiałów zmiennofazowych (PCM) w systemie pozwala na wykorzystanie naturalnych procesów chłodzenia bez użycia agregatu chłodniczego dzięki wykorzystaniu różnicy temperatur pomiędzy dniem i nocą.



Hubert Burda Media Tower, Offenburg, Niemcy

Pasywne systemy chłodzenia są dobrym rozwiązaniem do wewnętrznych pomieszczeń z wysokimi zyskami ciepła. Nabierają one szczególnego znaczenia, gdy weźmiemy pod uwagę zapewnienie komfortu w pomieszczeniach. Jakość powietrza zapewniana jest przez centralne lub zdecentralizowane systemy wentylacji mechanicznej. Pasywne belki chłodzące lub sufity chłodzące mogą stanowić uzupełnienie systemów wentylacyjnych usuwając zyski ciepła z pomieszczenia z wykorzystaniem wody jako medium. Najwyższa efektywność energetyczna takiego łączonego systemu uzyskiwana jest przez optymalizację wielkości obu systemów składowych. Zastosowanie w nowych projektach pasywnych systemów chłodzenia umożliwia realizację wielu idei architektonicznych. Uzyskiwany jest przy tym wysoki poziom komfortu, najwyższa akceptacja użytkowników i niskie koszty eksploatacji. Pasywne belki chłodzące lub sufity chłodzące mogą być instalowane w istniejących budynkach jako część składowa projektów modernizacyjnych. Jeśli zyski ciepła wzrastają powyżej wydajności chłodniczej istniejących systemów klimatyzacyjnych, wówczas pasywne systemy chłodzące mogą kompensować ten deficyt.



Moyland Castle, Bedburg-Hau, Niemcy

Zasada działania

Powierzchnia np. sufit chłodzący w systemie pasywnego chłodzenia odbiera ciepło z pomieszczenia i przekazuje je do wody, która spełnia rolę medium odbierającego. Ciepło jest odbierane w procesie promieniowania lub konwekcji. W zależności od zastosowanego rozwiązania technicznego, w procesie tym występują różne proporcje przejmowania ciepła na drodze promieniowania i konwekcji.

Przejmowanie ciepła na drodze promieniowania – opis zjawiska

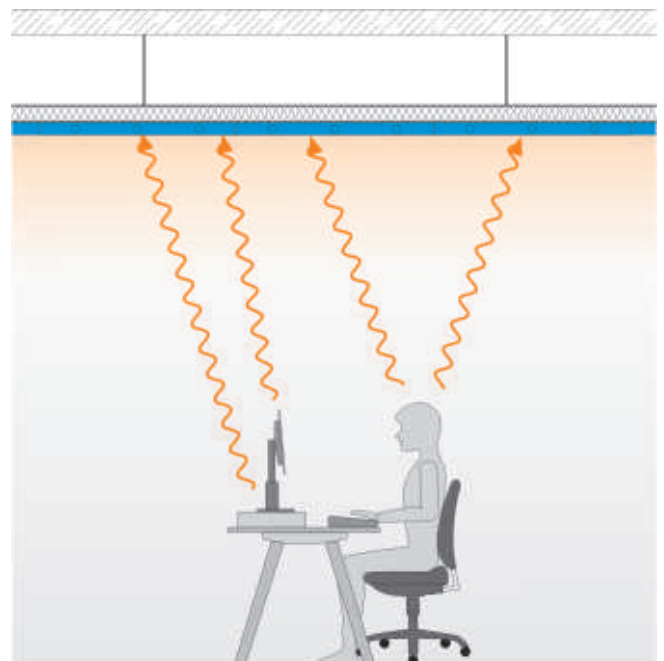
Pomiędzy powierzchniami o różnych temperaturach ciepło jest przekazywane od powierzchni gorącej do zimnej poprzez promieniowanie (fale elektromagnetyczne). Radiacyjny zamknięty sufit chłodzący odbiera największą ilość ciepła w wyniku procesu promieniowania. Powierzchnie źródeł ciepła takich jak: ludzie, wyposażenie biurowe czy oświetlenie, emitują ciepło i poprzez promieniowanie przekazują je do powierzchni sufitu chłodzącego. W większości ciepło usuwane jest z powierzchni materiału sufitu chłodzącego, transferowane i odprowadzane przez wodę chłodzącą.

Przejmowanie ciepła na drodze konwekcji – opis zjawiska

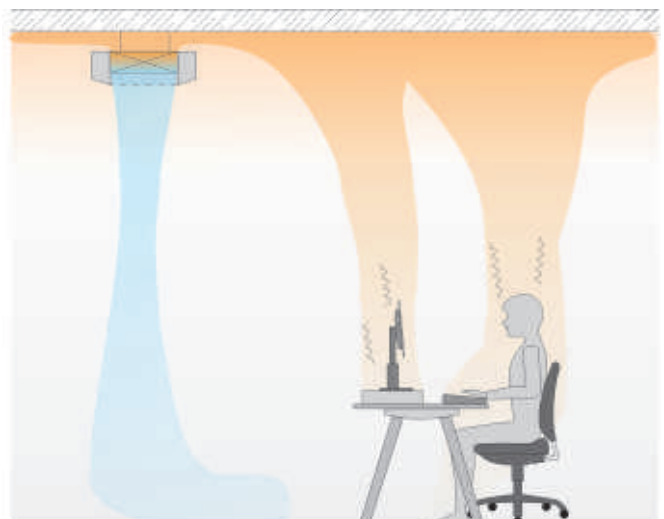
Przeływ ciepła w procesie konwekcji wymaga istnienia medium pośredniczącego (w tym przypadku powietrza), które odbiera ciepło i przenosi je w inne miejsce w wyniku ruchu powietrza. W obszarach klimatyzowanych, powietrze ogrzewa się w kontakcie z ludźmi, urządzeniami biurowymi i innymi źródłami ciepła i w wyniku podgrzania staje się lżejsze i unosi się. W zetknięciu z powierzchnią chłodzącą wymiennika powietrze oddaje ciepło, a stając się przez to cięższe opada w wyniku działania grawitacji.

Zalety

- Doskonały poziom komfortu cieplnego w strefie przebywania ludzi
- Większa swoboda projektowa dla architektów
- Niższe prędkości przepływu powietrza w strefie przebywania ludzi i dzięki temu wyeliminowanie przeciągów
- Brak hałasu związanego z przepływem powietrza
- Niskie koszty eksploatacyjne
- Łatwość wymiany



Przejmowanie ciepła na drodze promieniowania



Przejmowanie ciepła na drodze konwekcji

Informacje do projektowania

Jakość powietrza

Pasywne systemy chłodzące stosowane są tylko do odprowadzania zysków ciepła. Do zapewnienia jakości powietrza wewnętrznego zalecane są systemy wentylacji i klimatyzacji. Zapotrzebowanie na powietrze świeże z reguły jest relatywnie niskie (zwykle 2 do 3 wymian na godzinę). Do podstawowych zadań systemów wentylacyjnych należy:

- Zapewnienie odpowiedniej ilości świeżego powietrza dla użytkowników
- Usunięcie substancji szkodliwych i uciążliwych
- Regulacja wilgotności względnej

Wydajność cieplna

100% sprawności cieplnej pasywnych systemów chłodzenia jest uzyskiwane przez wymianę ciepła z wodą chłodniczą. Wydajność cieplna jest głównie determinowana przez różnicę pomiędzy temperaturą w pomieszczeniu i temperaturą powierzchni wymiennika ciepła. Ta druga wartość zależna jest od temperatury przepływającej wody chłodniczej. W celu zwiększenia sprawności wymagane jest zmniejszenie temperatury przepływającej wody, jednakże aby uniknąć kondensacji, ta redukcja temperatury nie powinna przekroczyć temperatury punktu rosy.

Punkt rosy

W budynkach, gdzie zastosowano systemy wentylacji mechanicznej wilgotność powietrza wewnętrznego utrzymywana jest w określonych granicach, nawet w zimie. Przy temperaturze powietrza wewnętrznego wynoszącej 26°C i wilgotności względnej 50% temperatura punktu rosy wynosi około 15 °C. Z tego też powodu temperatura wody chłodzącej cyrkulującej w systemie pasywnego chłodzenia nie powinna spadać poniżej 16°C. Aby zapobiec wystąpieniu kondensacji powinno stosować się specjalne czujniki kondensacyjne odcinające dopływ wody, gdy temperatura wody chłodzącej zbliży się do temperatury punktu rosy w pomieszczeniu.

Otwieranie okien

Otwarcie okien może wywołać wzrost wilgotności w pomieszczeniu, a skutkiem tego wzrost temperatury punktu rosy. Temperatura przepływającej wody chłodniczej może znaleźć się wówczas poniżej punktu rosy.

W celu uniknięcia wystąpienia takiej sytuacji okna powinny być wyposażone w wyłącznik, który zamknie przepływ wody chłodzącej w momencie otwarcia okna. Z punktu widzenia oszczędności energii, jeśli okna są otwarte klimatyzacja w takim obszarze powinna być wyłączona.

Praca w trybie grzania

Standardowo pasywne systemy chłodzenia są optymalnym rozwiązaniem w instalacjach chłodzących. Mogą one jednak być wykorzystane do pracy w trybie grzania z wodą grzewczą. Często ich praca w trybie grzania stosowana jest w obszarach obwodowych (przylegających do przegród zewnętrznych), w okresach występowania niskich temperatur zewnętrznych. Pozwala to na usunięcie efektu „zimnych okien” i dzięki temu poprawienie poziomu komfortu cieplnego w pomieszczeniu.

• Pasywne belki chłodzące

Zgodnie z zasadą procesu konwekcyjnego przejmowania ciepła, pasywne belki chłodzące ogrzewają warstwę powietrza przylegającą do sufitu. Przy zastosowaniu wody grzewczej o bardzo wysokiej temperaturze wytworzona warstwa gorącego powietrza powstaje bardzo blisko powierzchni sufitu i przez to nie opada do strefy przebywania ludzi. Aby uniknąć takiego zjawiska temperatura wody grzewczej nie powinna przekraczać 50°C.

• Sufit chłodzący

Wymiana ciepła na drodze promieniowania także rozpoczyna się w przestrzeni podsufitowej. W celu zachowania warunków komfortu w strefie przebywania ludzi temperatura wody grzewczej nie powinna przekraczać 35 °C, co oznacza, że maksymalna wydajność cieplna powinna być rzędu 50 W/m².

Regulacja (sterowanie)

Przy stosowaniu pasywnych systemów chłodzących szczególną uwagę należy zwrócić na regulację temperatury wody chłodzącej. Wybór trybu działania i odpowiadającego mu systemu regulacji zależy od zastosowanego rozwiązania technicznego. W każdym jednak z tych przypadków temperatura wody chłodzącej nie powinna spaść poniżej temperatury punktu rosy w pomieszczeniach. Dlatego też zalecane jest stosowanie czujników kondensacji.

Regulacja temperatury pomieszczenia

Temperatura w pomieszczeniu regulowana jest przez pasywny system chłodzenia. Pomieszczeniowy regulator temperatury steruje pracą zaworu regulacyjnego strumienia przepływu wody chłodzącej. Zarówno elementy składowe systemu regulacji przepływu wody chłodzącej jak i pomieszczeniowy regulator temperatury dostępne są jako akcesoria systemu pasywnego chłodzenia. Dobór tych urządzeń i ich zwymiarowanie powinno być wykonane w ścisłej kooperacji z zespołem odpowiedzialnym za nadrzędne systemy regulacji i monitoringu w budynku.



Swiss Post Office, Chur, Szwajcaria

Pasywne systemy chłodzenia

Pasywne belki chłodzące

Pasywne belki chłodzące absorbują ogromne ilości zysków ciepła z pomieszczenia i pasują do wielu aplikacji i wymogów. W połączeniu z systemami wentylacji i klimatyzacji, to właśnie one odbierają największą część występujących obciążeń cieplnych. Znajdują też zastosowanie jako uzupełnienie wszystkich typów systemów powietrznych i powietrzno-wodnych jako źródło dodatkowej wydajności chłodniczej. Pasywne belki chłodzące nie wymagają stropów podwieszonych i z tego powodu są doskonałym rozwiązaniem w przypadku projektów renowacyjnych czy modernizacyjnych.

Wielofunkcyjne pasywne belki chłodzące to kompletne prefabrykowane konstrukcje wyposażone w dodatkowe elementy funkcyjne, stosowane jako uzupełnienie do technologii rozdziału powietrza.

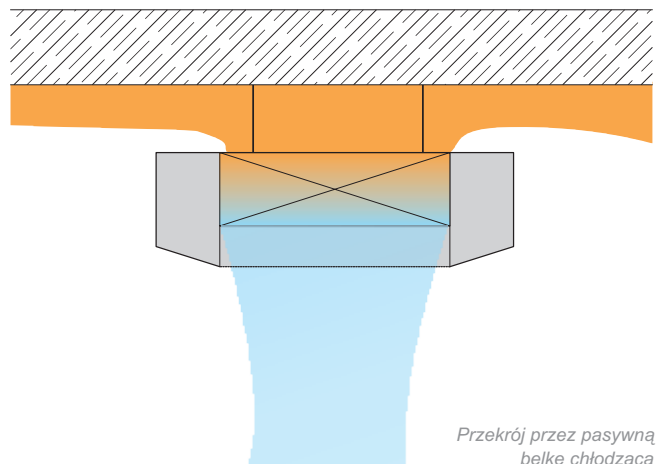


Hubert Burda Media Tower, Offenburg, Niemcy

Opis - zasada działania

Pasywne belki chłodzące odbierają zyski ciepła z pomieszczenia i odprowadzają je za pomocą wody chłodzącej. W tym przypadku ponad 90% ciepła odbierane jest na drodze konwekcji.

Kiedy powietrze przyływa wokół powierzchni wymiennika ciepła ochładza się, jego gęstość rośnie i dzięki temu opada do pomieszczenia. Prędkość opadania jest stymulowana dzięki obudowie (efekt kominowy), co dodatkowo zwiększa sprawność procesu chłodzenia. W celu zapewnienia odpowiedniego przepływu powietrza wokół pasywnej belki chłodzącej, jest ona z reguły swobodnie zawieszona poniżej płaszczyzny sufitu. Montaż w zamkniętych stropach podwieszonych jest także możliwy, pod warunkiem zapewnienia szczelin w powierzchni sufitu, aby uzyskać odpowiedni dopływ powietrza do belki.



Lotnisko Düsseldorf, Düsseldorf, Niemcy

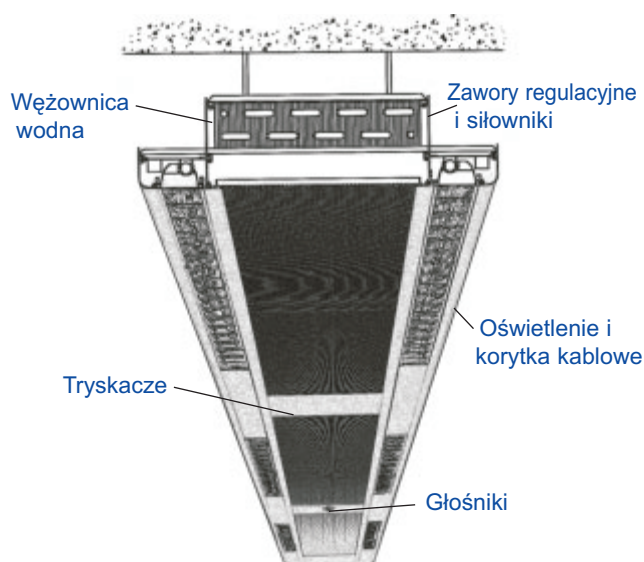
Zalety

- Zastosowanie pasywnych belek chłodzących umożliwia odprowadzenie dużych zysków ciepła z pomieszczeń
- Zabudowa belek w suficie pozostawia bardzo dużą swobodę w aranżacji przestrzeni biurowej
- Możliwość wykonania w określonym wariantcie lub przystosowania do podziału sekcyjnego
- Pasywne systemy chłodzące nie generują hałasu
- Dostępne w pełnym wachlarzu wielkości pokrywającym pełen zakres wydajności
- Możliwość montażu jako jednostki swobodnie zawieszonych, ukrytej lub zabudowanej w powierzchni stropu podwieszonych
- Możliwość integracji dodatkowych funkcji
- Zastosowanie do projektów modernizacyjnych

Wielofunkcyjność

Podobnie jak aktywne, pasywne belki chłodzące mogą pełnić dodatkowe funkcje. Prefabrykacja okablowania i orurowania umożliwia uzyskanie urządzenia typu „plug and play” („podłącz i uruchom”) przy instalacji na budowie. Dzięki temu minimalizowany jest czas montażu i rozruchu.

- Zintegrowane oprawy oświetleniowe w różnych opcjach i rozwiązaniach technicznych systemu oświetlenia
- Detektory dymu
- Tryskacze
- Głośniki
- Detektory ruchu
- Ukryte korytka kablowe



Centrala Royal Bank of Scotland, Gogarburn, Wielka Brytania



Informacje do projektowania

Projekt

Pasywne belki chłodzące są projektowane w taki sposób, aby ich wygląd harmonijnie współgrał z aranżacją sufitu. Ich wymiary dopasowane są do wymiarów konwencjonalnych systemów sufitowych. Jeśli są zamontowane jako swobodnie zawieszone, pasywne belki chłodzące mogą stanowić efektowny element aranżacji i wystroju wnętrza.

Jeśli pasywne belki chłodzące montowane są w panelowym stropie podwieszonym przy aranżacji powierzchni pomieszczenia poniżej płaszczyzny sufitu może być zachowana pełna elastyczność, a aranżacja może być zmieniona w późniejszym okresie wykonania.

Rozdział powietrza

Niezależnie od wykonania urządzenia w przypadku działania pasywnych belek chłodzących w pomieszczeniu chłodne powietrze opada poniżej belki. Jeśli mamy do czynienia z dużymi obciążeniami cieplnymi prędkość przepływu powietrza pod belką chłodzącą może przekroczyć 0.2m/s. Jest to sytuacja, która powinna być uważnie rozpatrzona w zależności od wysokości pomieszczenia w kontekście zapewnienia komfortu cieplnego w strefie przebywania ludzi. W takiej sytuacji belki chłodzące powinny być raczej lokalizowane nad przejściami lub w korytarzu niż bezpośrednio nad stanowiskami pracy. Umieszczenie belek chłodzących w obszarach przylegających do przegród zewnętrznych ma tę zaletę, że w okresie letnim niwelacja prądu gorącego powietrza powstającego od nasłonecznienia oszklonych powierzchni podnosi sprawność działania belki, jednocześnie poprawiając lokalny klimat w pomieszczeniach. W przypadku, gdy pasywne belki chłodzące są dobierane w celu odprowadzenia średnich zysków ciepła decyzja o ich lokalizacji nad stanowiskami pracy nie jest czynnikiem krytycznym.

Pasywne systemy chłodzenia

Pasywne belki chłodzące

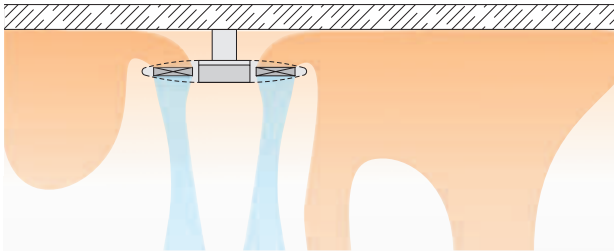


Centrala Norwich Union, Norwich, Wielka Brytania

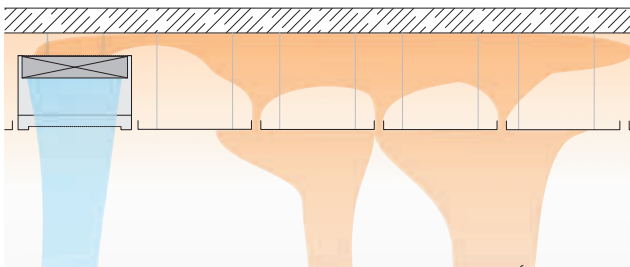
Montaż w różnych typach stropów

Pasywne belki chłodzące są dostosowane do montażu w każdym typie stropu. Głównym zadaniem jest zapewnienie relatywnie swobodnej (nieutrudnionej) drogi dopływu powietrza do wlotu pasywnej belki chłodzącej.

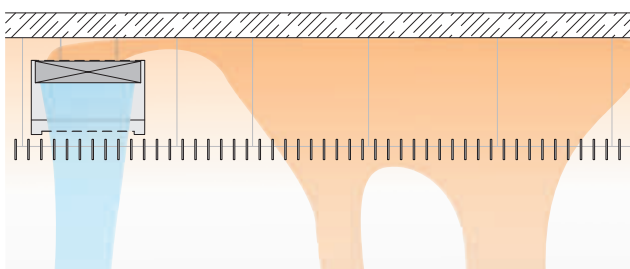
- **Swobodne zawieszenie**
Montaż swobodny jest możliwy przy każdym typie stropu podwieszanego.



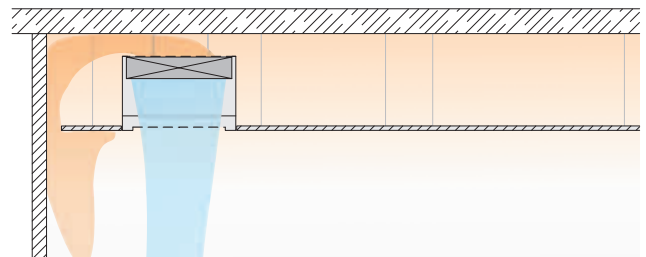
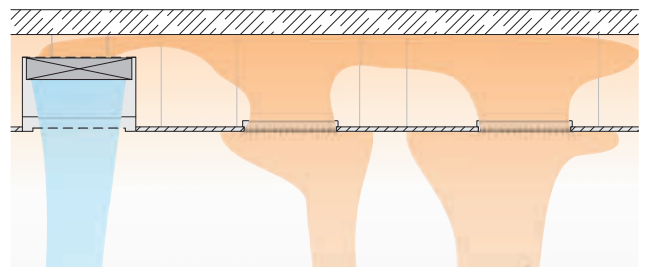
- **Wbudowanie w strop panelowy**
Zawieszenie pasywnej belki chłodzącej jest niezależne od konstrukcji sąsiadującego z nią stropu podwieszanego. Czynnikiem kluczowym w tym wypadku jest zapewnienie odpowiednich szczelin w panelach stropu dookoła belki tak, aby powietrze miało swobodny dopływ do wlotu belki. Wymagana powierzchnia swobodnego napływu powinna być równa wielkości wlotu pasywnej belki chłodzącej ($L \times W$).



- **Montaż w otwartym stropie rastrowym**
Pasywna belka chłodząca jest swobodnie zawieszona nad rastrami stropu. Otwory w otwartym stropie rastrowym mają wystarczającą powierzchnię do zapewnienia swobodnego dopływu powietrza do przestrzeni nadstropowej.



- **Zabudowa w zamkniętym suficie podwieszonym**
Przy montażu w zamkniętym suficie podwieszonym pasywne belki chłodzące mogą być zlicowane z płaszczyzną stropu bez zapewnienia szczelin do przepływu powietrza w pobliżu belki. W takim przypadku jednak droga powrotna powietrza do belki musi być wymuszona przez wywiewnik, płytę perforowaną lub poprzez pozostawienie odpowiedniej szczeliny pomiędzy ścianą a stropem podwieszonym.



Ograniczenia stosowania

- Jeśli pasywna belka chłodząca umieszczona jest bezpośrednio nad stanowiskiem pracy jej moc chłodząca nie powinna przekraczać 150 W/m. W przypadku niespełnienia tego warunku bezpośrednio pod taką belką mogą wystąpić przeciągi.
- W systemach klimatyzacji komfortu odpowiednia jakość powietrza wewnętrznego może być uzyskana tylko przez zastosowanie systemu wentylacji nawiewnej, pracującej na powietrzu świeżym, w połączeniu z pasywnymi belkami chłodzącymi.
- Wentylowanie przestrzeni wewnętrznych przez otwieranie okien nie powinno być stosowane, gdyż w przypadku wysokiej wilgotności powietrza zewnętrznego na powierzchniach chłodzących wystąpić może zjawisko kondensacji wilgoci.
- W pomieszczeniach zewnętrznych bez wentylacji mechanicznej pasywne belki chłodzące mogą być stosowane tylko w sytuacji, gdy w obszarach tych nie występuje możliwość wystąpienia wysokiego poziomu wilgotności, w innym przypadku istnieje zagrożenie wystąpienia kondensacji wilgoci.
- Maksymalna uzyskiwana moc cieplna może osiągnąć ok. 150 W/m.

Dobór urządzeń

Efektywna różnica temperatur

Oprócz rozwiązań konstrukcyjnych samej belki, jak i użytych materiałów, z których wykonany jest wymiennik ciepła, równie ważnym parametrem przy doborze urządzenia jest efektywna różnica temperatur.

$$\Delta t_{RW} = \frac{(t_{KWV} + t_{KWR})}{2} - t_R$$

Δt_{RW} Efektywna różnica temperatur
 t_{KWV} Temperatura wody chłodzącej - zasilanie
 t_{KWR} Temperatura wody chłodzącej - powrót
 t_R Temperatura pomieszczenia

Przeliczenie na inną różnicę temperatur

Dane katalogowe podawane przez producenta określają z reguły wydajność cieplną przy ustalonej różnicy temperatur. Wydajność cieplna, jaka może być uzyskana w warunkach projektowych obliczona może być przy użyciu poniższego wzoru.

$$\dot{Q} \cong \dot{Q}_N \cdot \left(\frac{\Delta t}{\Delta t_N} \right)^{1,3}$$

\dot{Q} Wydajność cieplna (grzewcza lub chłodnicza)
 \dot{Q}_N Wydajność cieplna, wg danych katalogowych
 Δt Efektywna różnica temperatur, projektowa
 Δt_N Efektywna różnica temperatur, wg danych katalogowych

Natężenie przepływu wody

Wymagane natężenie przepływu wody może być obliczone przy użyciu prostego wzoru podanego poniżej.

$$\dot{V}_W = \frac{\dot{Q}}{\Delta t_W} \cdot 0.86$$

\dot{V}_W Strumień objętościowy wody w l/h
 \dot{Q} Wydajność cieplna (grzewcza lub chłodnicza) w W
 Δt_W Różnica temperatur w obiegu wody

Współczynniki korekcyjne do strumienia objętościowego wody

Dane katalogowe podawane przez producenta odnoszą się z reguły do określonego strumienia objętościowego wody. Oczywiście, jeśli strumień ten jest większy, to możliwa jest do osiągnięcia wyższa wydajność urządzenia. Jednak w niektórych sytuacjach może być wymagany także mniejszy przepływ, co oznacza zmniejszenie osiąganej wydajności. Informacje dotyczące współczynnika korekcyjnego można znaleźć także w kartach katalogowych urządzeń.

Przykład doboru

Parametry do doboru wielkości jednostki			
Parametry	Wartości standardowe	Przykład	Uwagi
Temperatura pomieszczenia	22 do 26 °C	26 °C	
Powierzchnia sufitu (6.0 x 4.0 m)		24 m ²	
Moc chłodnicza obiegu wodnego		840 W	
Wydajność chłodnicza na m ²	30 do 60 W/m ²	35 W/m ²	
Temperatura wody chłodzącej - zasilanie	16 do 20 °C	16 °C	
Temperatura wody chłodzącej - powrót	18 do 23 °C	19 °C	
Wyniki doboru ¹⁾			
Efektywna różnica temperatur	-10 do -4 K	-8.5 K	
Dostępna długość pasywnej belki chłodzącej		5 m	
Wymagana wydajność chłodnicza na mb przy -10 K		168 W/m 208 W/m	
Dobrano: 2 sztuki PKV-L/2500 x 320 x 300			Perforowana płyta czołowa (50%)
Nominalna moc chłodnicza		220 W/m	dla -10 K, wg danych katalogowych
Jednostkowe natężenie przepływu przez pasywną belkę chłodzącą	50 do 250 l/h	120 l/h	
Wydajność chłodnicza przy -8.5 K		178 W/m	
Rzeczywista wydajność chłodnicza		180 W/m	x1,01 wkaźnik korekcyjny dla 110 l/h
Projektowa wydajność chłodnicza		900 W	
Prędkość powietrza 1m poniżej pasywnej belki chłodzącej	0.15 do 0.22 m/s	max. 0,2 m/s	
Jednostkowa strata ciśnienia po stronie obiegu wodnego pasywnej belki chłodzącej	0.2 do 2.5 kPa/m	2.1 kPa	0.84 kPa/m

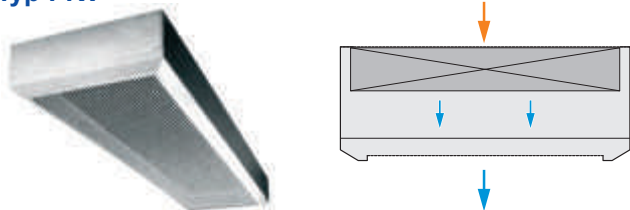
1) Obliczenia według programu TROX do doboru urządzeń

Pasywne systemy chłodzenia

Pasywne belki chłodzące

Pasywne belki chłodzące

Typ PKV



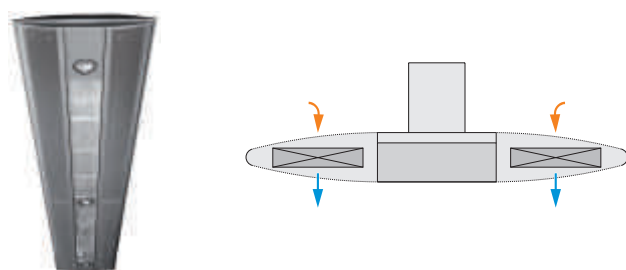
- Dostępne w różnych opcjach wykonania obudowy (także z ramką) i perforowanej płyty czołowej
- Do zabudowy w suficie podwieszonym lub podwieszonym swobodnie

◄► L: 900 – 3000 mm · W: 180 – 600 mm
H: 110 – 300 mm

❄ Wydajność chłodnicza do 1440 W

Wielofunkcyjne belki chłodzące

Typ PKV-B



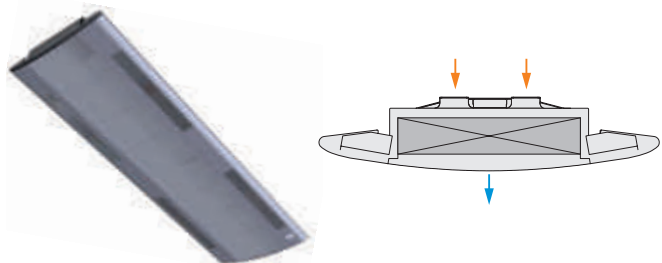
- Atrakcyjny wygląd połączony z niską wysokością zabudowy
- Możliwość pracy w trybie grzania
- Dostępne w wykonaniu ze zintegrowanymi liniowymi oprawami oświetleniowymi lub halogenowym oświetleniem punktowym
- Montaż swobodnie podwieszony
- Integracja z dodatkowymi funkcjami zgodnie z wymogami projektowymi

◄► L: 3200 mm · W: 525 mm · H: 70 mm

❄ Wydajność chłodnicza do 255 W

🔥 Wydajność cieplna do 530 W

Typ MSCB



- Atrakcyjny wygląd (nowoczesne, atrakcyjne wzornictwo)
- Montaż swobodnie podwieszony
- Wydajność chłodnicza dostosowana do wymogów
- Zintegrowane dodatkowe funkcje zgodnie z wymogami projektowymi

◄► L: 1500 – 3000 mm · W: 600 mm · H: 200 mm

❄ Wydajność chłodnicza do 900 W

Pasywne systemy chłodzenia

Sufity chłodzące · Komponenty i elementy

Komponenty sufitów chłodzących i ich elementy usuwają duże zyski ciepła z pomieszczeń, oferując ich użytkownikom najwyższy możliwy poziom komfortu, a architektom wielką swobodę w realizacji projektów. Przeciągi i generowany przez przepływ powietrza hałas są praktycznie wyeliminowane. W obszarze obsługiwanym zminimalizowane są pionowe i poziome różnice temperatur, co oczywiście poprawia komfort cieplny pomieszczenia.

Komponenty sufitów chłodzących i ich elementy są często wybierane do zastosowania w nowych projektach ze względu na korzyści, jakie oferują w rozwiązaniach architektonicznych. Wymagają one tylko minimalnej przestrzeni pomiędzy płytą stropową a stropem podwieszonym, co powoduje, że są one dobrym rozwiązaniem w projektach modernizacyjnych czy renowacyjnych, nawet w sytuacjach gdzie wcześniej nie było stropu podwieszonego.



Swiss Post Office, Chur, Szwajcaria

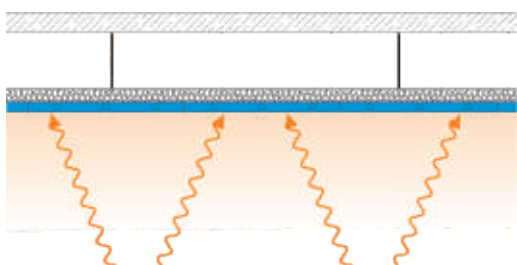
Zasada działania

Komponenty sufitów chłodzących i ich elementy chłodzące odbierają zyski ciepła poprzez swoją powierzchnię i odprowadzają je za pomocą wody chłodzącej. Sufity chłodzące to z reguły zamknięte stropy podwieszane, których zasada działania oparta jest na wymianie ciepła na drodze promieniowania. Stropowe elementy chłodzące składają się z paneli chłodzących bez obudowy z otwartymi przestrzeniami pomiędzy nimi. Górna powierzchnia elementów chłodzących ma bezpośredni kontakt z powietrzem w pomieszczeniu, dzięki temu duża część obciążenia cieplnego odbierana jest z pomieszczenia na drodze konwekcji.

Radiacyjne sufity chłodzące

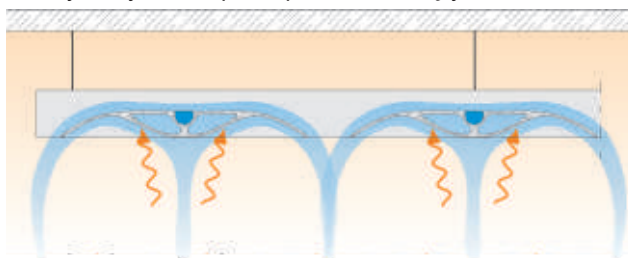
Zamknięte sufity radiacyjne usuwają większą część (powyżej 50%) obciążeń cieplnych z pomieszczeń na drodze promieniowania. Powierzchnie źródeł ciepła, takich jak: ludzie, urządzenia biurowe, oświetlenie promieniują ciepło do powierzchni sufitu chłodzącego. W większej części ciepło to jest przejmowane przez materiał powierzchni sufitu chłodzącego, transferowane i usuwane przez cyrkulującą wodę chłodzącą.

Oprócz promieniowania, sufit chłodzący przez swoją dolną powierzchnię schładza stykające się z nim powietrze. Ponieważ proces chłodzenia następuje w sposób stosunkowo równomierny na całej powierzchni chłodzącej generowane są tylko prądy konwekcyjne o niskiej prędkości. Elementy chłodzące i płyta stropowa współdziałając ze sobą tworzą jednostkę chłodzącą. Optymalne warunki wymiany ciepła uzyskiwane są dzięki bliskiemu kontaktowi elementów chłodzących z płytą stropową.



Konwekcyjne sufity chłodzące

Działanie konwekcyjnych sufitów chłodzących oparte jest o wykorzystanie procesu przejmowania ciepła zarówno na drodze konwekcji, jak i promieniowania. Na powierzchni sufitu od strony pomieszczenia ciepło jest absorbowane jak w przypadku klasycznego sufitu chłodzącego. Ponieważ w konstrukcji sufitu pomiędzy panelami chłodzącymi pozostawione są wolne przestrzenie, powietrze z pomieszczenia ma kontakt także z górną częścią paneli. Dzięki temu powstaje konwekcyjny strumień przepływu powietrza wzmacniany jeszcze dodatkowo przez zakrzywiony kształt profili paneli chłodzących.



Zalety

- Doskonały poziom komfortu cieplnego w strefie przebywania ludzi
- Brak hałasu związanego z przepływem powietrza
- Dostosowane do montażu w każdym typie stropu podwieszonego
- Dodatkowe tłumienie hałasu przez konstrukcję stropu
- Odpowiednie do projektów modernizacyjnych
- Możliwość wymiany

Informacje do projektowania

Projekt

Prawie wszystkie systemy stropów podwieszonych mogą być wykorzystane jako sufity chłodzące. Ich zastosowanie nie ma żadnego wpływu na organizację powierzchni biurowej, zarówno serwery jak i przegrody wewnętrzne mogą być rozmieszczone według potrzeb.

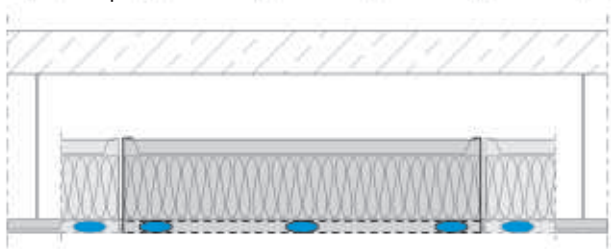
Elementy chłodzące mogą być rozmieszczone na całej powierzchni stropu. W zależności od uwarunkowań projektu architektonicznego sufity elementy chłodzące mogą być swobodnie zawieszane, wykonane w dowolnym kształcie, bez konieczności dowiązania do ściany. W systemie sufitu chłodzącego mogą także być wkomponowane nawiewniki i oprawy oświetleniowe.

Montaż w różnych systemach sufitowych

System stropu chłodzącego jest elementem zamontowanym w sposób widoczny w stropie podwieszonym i podłączony do obiegu wody chłodzącej. Stropowe elementy chłodzące mogą być stosowane w połączeniu z większością stropów podwieszonych. Osiągnięcie optymalnego przepływu ciepła zależne jest od zastosowanej metodologii zapewniającej odpowiednie połączenie pomiędzy elementami chłodzącymi i konstrukcją stropu.

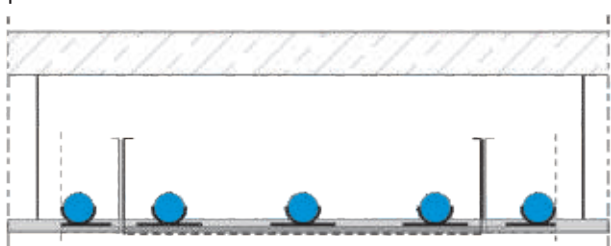
- **Technologia montażu**

Sufitowe elementy chłodzące mogą być ułożone na tylnej stronie metalowych paneli stropowych. Elementy chłodzące przykryte są wełną mineralną i umocowane przy użyciu metalowych klipsów. Warstwa wełny mineralnej jest konieczna do uzyskania prawidłowego chłodzenia. Zastosowanie jej poprawia też tłumienie hałasu w pomieszczeniu.

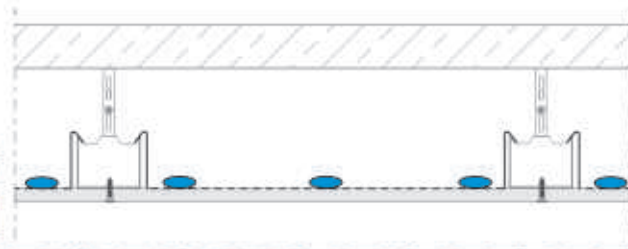


- **Sposób połączenia**

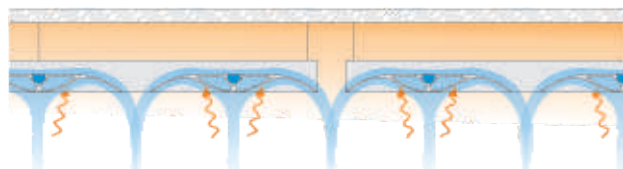
Sufitowe elementy chłodzące, warstwa izolacji akustycznej i metalowy panel stropu podwieszony są sklejane w całość fabrycznie lub podczas montażu na budowie. Technologia adhezyjna pomaga uzyskać dobry przepływ ciepła. Akustyczne właściwości filcu podwyższają skuteczność absorpcji hałasu z pomieszczenia.



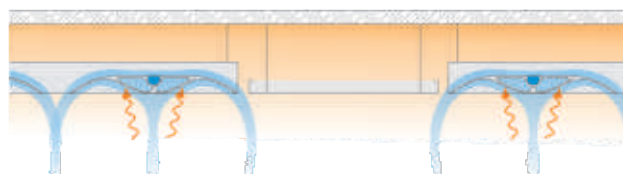
- Zabudowa w gipsowo-kartonowym stropie podwieszonym
Elementy chłodzące są podwieszane do stropu, a następnie montowane są do nich płyty gipsowo-kartonowe. Uzyskany w ten sposób kontakt powierzchniowy pomiędzy elementami chłodzącymi i płytą stropu zapewnia najlepszy transfer ciepła.



- Swobodnie zawieszane sufity elementy chłodzące lub rastrowe stropy podwieszone
Swobodnie zawieszane sufity elementy chłodzące mogą być stosowane przy każdym typie stropu podwieszonego. W przypadku rastrowego stropu podwieszonego elementy chłodzące montowane są nad rastrami.



- Zabudowa konwekcyjnych sufitowych elementów chłodzących w zamkniętym (fałszywym) stropie podwieszonym
Konwekcyjne sufity elementy chłodzące mogą być zlicowane z zamkniętym stropem podwieszonym z lub bez szczelin. Jednakże pozostawienie szczelin w suficie zdecydowanie zwiększa wydajność chłodniczą, a jednocześnie może być ciekawym elementem dekoracyjnym.



Ograniczenia stosowania

- W systemach klimatyzacji komfortu odpowiednia jakość powietrza wewnętrznego może być uzyskana tylko przez zastosowanie systemu wentylacji nawiewnej pracującej na powietrzu świeżym w połączeniu z sufitami chłodzącymi.
- Przewietrzanie przestrzeni wewnętrznych przez otwieranie okien nie powinno być stosowane, gdyż w przypadku wysokiej wilgotności powietrza zewnętrznego na powierzchniach chłodzących wystąpić może zjawisko kondensacji wilgoci.
- W pomieszczeniach zewnętrznych bez wentylacji mechanicznej sufity chłodzące mogą być stosowane tylko w sytuacji, gdy w obszarach tych nie ma ryzyka wystąpienia wysokiego poziomu wilgotności, w innym przypadku istnieje zagrożenie wystąpienia kondensacji wilgoci.

Dobór urządzeń

Efektywna różnica temperatur

Oprócz rozwiązań konstrukcyjnych sufitu chłodzącego i użytych materiałów równie ważnym parametrem przy doborze urządzenia jest efektywna różnica temperatur.

$$\Delta t_{RW} = \frac{(t_{KWV} + t_{KWR})}{2} - t_R$$

Δt_{RW} Efektywna różnica temperatur
 t_{KWV} Temperatura wody chłodzącej - zasilanie
 t_{KWR} Temperatura wody chłodzącej - powrót
 t_R Temperatura pomieszczenia

Przeliczenie na inną różnicę temperatur

Dane katalogowe podawane przez producenta określają z reguły wydajność cieplną przy ustalonej różnicy temperatur. Wydajność cieplna, jaka może być uzyskana w warunkach projektowych obliczona może być przy użyciu poniższego wzoru.

$$\dot{Q} \cong \dot{Q}_N \cdot \left(\frac{\Delta t}{\Delta t_N} \right)^{1.1^*}$$

\dot{Q} Wydajność cieplna (grzewcza lub chłodnicza)
 \dot{Q}_N Wydajność cieplna, wg danych katalogowych
 Δt Efektywna różnica temperatur, projektowa
 Δt_N Efektywna różnica temperatur, wg danych katalogowych
 * zależnie od typu sufitu

Natężenie przepływu wody

Wymagane natężenie przepływu wody może być obliczone przy użyciu prostego wzoru podanego poniżej.

$$\dot{V}_W = \frac{\dot{Q}}{\Delta t_W} \cdot 0.86$$

\dot{V}_W Strumień objętościowy wody w l/h
 \dot{Q} Wydajność cieplna (chłodnicza lub grzewcza) w W
 Δt_W Różnica temperatur w obiegu wody

Współczynniki korekcyjne do strumienia objętościowego wody

Dane katalogowe podawane przez producenta odnoszą się z reguły do określonego strumienia objętościowego wody. Oczywiście, jeśli strumień ten jest większy, to możliwa jest do osiągnięcia wyższa wydajność urządzenia. Jednak w niektórych sytuacjach może być wymagany także mniejszy przepływ, co oznacza zmniejszenie osiąganej wydajności. Informacje dotyczące współczynnika korekcyjnego można znaleźć także w kartach katalogowych urządzeń.

Zwiększenie wydajności

Zwiększenie wydajności sufitowego elementu chłodniczego można uzyskać, gdy element chłodzący zamontowany jest bez izolacyjnej maty z wełny mineralnej. W tym przypadku chłodzona jest cała przestrzeń nadsufitowa, a inne części stropu podwieszono biorą udział w wymianie ciepła. Dane możliwej do uzyskania wyżki wydajności sufitowego elementu chłodniczego dostępne u producenta.

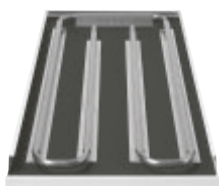
Przykład doboru

Parametry do doboru urządzeń			
Parametry	Wartości standardowe	Przykład	Uwagi
Temperatura pomieszczenia	22 do 26 °C	26 °C	
Powierzchnia sufitu		50 m ²	
Moc chłodnicza obiegu wodnego		2250 W	
Wydajność chłodnicza na m ²	30 do 100 W/m ²	45 W/m ²	
Temperatura wody chłodzącej - zasilanie	16 do 20 °C	18 °C	
Temperatura wody chłodzącej - powrót	18 do 23 °C	20 °C	
Wyniki doboru ¹⁾			
Efektywna różnica temperatur	-10 do -4 K	-7 K	
Nominalna wydajność chłodnicza	50 do 90 W/m ²		
Wg danych katalogowych			70 W/m ² przy -8 K
Wydajność chłodnicza przy -7 K		60 W/m ²	
Wymagana powierzchnia		38 m ²	2250 W / 61 (W/m ²)
Stopień wypełnienia	60 do 80 %	76 %	38 m ² / 50 m ²
Wzrost wydajności		5 %	Dane producenta
Aktywna powierzchnia sufitu chłodzącego		35 m²	38 m² / 1.05
Natężenie przepływu wody chłodzącej		968 l/h	

¹⁾ Obliczenia według programu TROX do doboru urządzeń

Radiacyjne stropowe elementy chłodzące

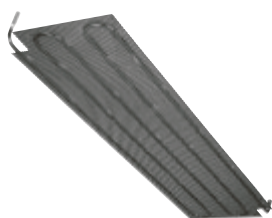
Typ WK-D-UG



- Dostosowany do montażu w każdym typie stropu podwieszanego
- Fabryczny montaż płyt sufitu i chłodzących elementów stropowych
- Możliwość zabudowy w gipsowo-kartonowym stropie podwieszonym

◄► L: max 2400 mm · W: 750 mm
❄ Wydajność chłodnicza do 80 W/m²

Typ WK-D-UM



Typ WK-D-UL

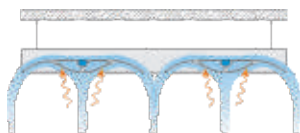


- Dostosowany do montażu w każdym typie stropu podwieszanego
- Możliwość zabudowy w gipsowo-kartonowym stropie podwieszonym
- Łatwy montaż

◄► L: max. 2400 mm · W: 1000 mm
❄ Wydajność chłodnicza do 80 W/m²

Konwekcyjne stropowe elementy chłodzące

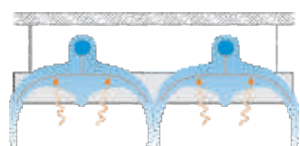
Typ WK-D-WF



- Efektownie ukształtowane lamele
- Montaż w wersji swobodnie podwieszonej
- Możliwość montażu w panelowych stropach podwieszonych
- Dostępne także wykonanie z płytą pilśniową tłumiącą hałas
- Możliwość montażu nad stropem rastrowym
- Opcje wykonania elementu zgodnie z wymaganiami projektowymi

◄► L: max 4000 mm · W: 1400 mm
❄ Wydajność chłodnicza do 130 W/m²

Typ WK-D-EL



- Efektowne wzornictwo z eliptycznych profili
- Opcjonalnie ze zintegrowanym oświetleniem i innymi instalacjami
- Dostępne także wykonanie z płytą pilśniową tłumiącą hałas
- Możliwość montażu nad otwartym stropem rastrowym
- Opcje wykonania elementu zgodnie z wymaganiami projektowymi

◄► L: max 6000 mm · W: 1500 mm
❄ Wydajność chłodnicza do 110 W/m²

Chambre de Commerce, Luksemburg



Scentralizowane systemy wentylacji działające z zastosowaniem powietrza pierwotnego, w połączeniu z nawiewnikami indukcyjnymi z poziomym nawiewem powietrza, mogą zapewnić uzyskanie wysokiego poziomu komfortu w pomieszczeniach, nawet w przypadku występowania w nim dużych zysków ciepła. Natężenie przepływu powietrza świeżego i wydajność cieplna takiego układu liczona jest niezależnie dla każdego z jego składników, z uwzględnieniem występujących szczególnych wymagań. Dzięki temu uzyskujemy wysoką sprawność energetyczną systemu.

Ze względu na dostępność różnych opcji wykonania, jednostki indukcyjne są odpowiednio zarówno do projektów dotyczących budynków nowych, jak i modernizowanych.

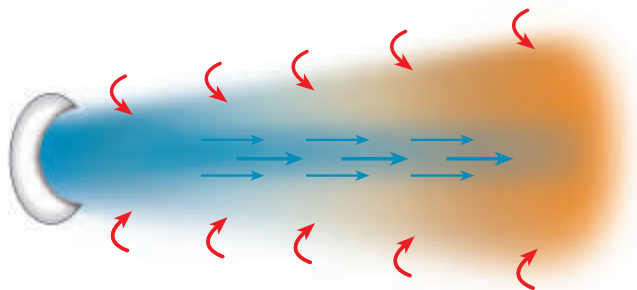
Nawiewniki indukcyjne nie wymagają dodatkowego wentylatora. Przepływ powietrza wtórnego przez wymiennik ciepła wywołany jest przy wykorzystaniu indukcji powietrza.



Hotel Straelener Hof, Straelen, Niemcy

Indukcja powietrza – opis zjawiska

Podstawy teoretyczne do wyjaśnienia zasady indukcji stanowi prawo aerodynamiczne swobodnego strumienia. Powietrze wypływając do dużej przestrzeni zachowuje się jak strumień swobodny.



W miejscu wypływu powietrza natężenie strumienia powietrza, jego prędkość i kierunek wypływu definiowane jest przez pole przekroju poprzecznego. Wokół granicy strumienia swobodnego interakcja z powietrzem z pomieszczenia powoduje ruch warstw powietrza stykających się ze strumieniem. Powietrze indukowane jest do strumienia i tym samym zwiększa się całkowita objętość powietrza w strumieniu.

Ponieważ indukowana część powietrza musi być wprowadzona w ruch, wynikowa prędkość przepływu całego strumienia spada. Proces następuje aż do momentu, gdy średnia prędkość przepływu spadnie do zera.

Nawiew powietrza do pomieszczenia z każdego typu nawiewnika powoduje proces indukcji powietrza wewnętrznego. W przypadku poziomego nawiewu z nawiewnika indukcyjnego, strumień powietrza nawiewanego „przykleja” się do powierzchni sufitu. Z tego też powodu proces indukcji dotyczy tylko dolnej, swobodnej części strumienia, który następnie rozprzestrzenia się po całym pomieszczeniu.

W przypadku nawiewnika indukcyjnego proces indukcji zachodzi także wewnątrz urządzenia. Nawiewnik jest tak skonstruowany, że powietrze indukowane (wtórne) przepływa przez wymiennik ciepła. Powietrze świeże (pierwotne) i powietrze wtórne podgrzane lub ochłodzone, (zależnie od potrzeb), są po zmieszaniu nawiewane do pomieszczenia. Przy takiej samej ilości świeżego powietrza proces indukcji jest w stanie zapewnić dużo wyższą wydajność cieplną niż w przypadku systemu z nawiewnikami pracującymi na powietrzu przygotowanym w centrali klimatyzacyjnej.

Zalety

- Dobre właściwości akustyczne i charakterystyki przepływu gwarantują osiągnięcie doskonałego komfortu
- Wielkości natężenia przepływu powietrza świeżego (pierwotnego) mogą być ustalane tak, aby zapewnić dobrą jakość powietrza sprzyjającą zdrowiu użytkowników
- Natężenie przepływu powietrza świeżego jest zwykle stałe
- Ilość niezbędnego powietrza świeżego jest trzykrotnie niższa niż w systemach powietrznych
- Przeważająca część zysków ciepła z pomieszczenia usuwana jest przez wodę
- Współdziałanie nawiewników i wodnego systemu chłodzącego gwarantuje ekonomiczną pracę systemu
- Nie ma konieczności stosowania wentylatorów powietrza wtórnego
- Doskonała asymilacja z aranżacją wnętrza pomieszczenia
 - Harmonijna integracja z wystrojem ścian, sufitu lub podłogi
 - Jednostki swobodnie zawieszane są dodatkowym elementem zdobniczym
- Zmniejszenie niezbędnej przestrzeni technicznej potrzebnej do montażu systemów rozdziału powietrza dzięki mniejszej centrali klimatyzacyjnej i systemowi kanałów, a także małej wysokości całkowitej jednostki indukcyjnej
- W sąsiadujących pomieszczeniach mogą być niezależnie realizowane różne tryby pracy: grzanie lub chłodzenie
- Brak konieczności montażu dodatkowego systemu ogrzewania
- Brak części ruchomych, co gwarantuje niezawodność działania i niskie koszty konserwacji

Informacje do projektowania

Natężenie przepływu powietrza świeżego

Do pomieszczenia doprowadzane jest centralnie przygotowane powietrze pierwotne, w celu zapewnienia odpowiedniego poziomu komfortu. Wymagana ilość powietrza pierwotnego zależy przede wszystkim od liczby osób. W przypadku występowania wysokich zysków ciepła może być wymagane większe natężenie przepływu powietrza świeżego, aby zapewnić wymaganą wydajność cieplną.

Wydajność cieplna

Wydajność cieplna nawiewnika indukcyjnego jest sumą wydajności cieplnej strumienia powietrza pierwotnego i wydajności cieplnej powietrza przepływającego przez wymiennik ciepła. Natężenie przepływu powietrza pierwotnego i jego temperatura określone są zależnie od tego, w jakich celach definiowana jest jego wydajność cieplna. Wydajność cieplna wymiennika ciepła zależna jest z jednej strony od temperatury przepływającej wody, a z drugiej od natężenia przepływu zarówno powietrza jak i wody. Wraz ze wzrostem stopnia indukcji wzrasta natężenie przepływu powietrza, a więc zwiększa się pojemność cieplna. Wydajność wymiennika ciepła o określonych wymiarach można zwiększyć stosując inną średnicę dysz. Należy jednak pamiętać, że wyższy stopień indukcji może być uzyskany tylko poprzez zastosowanie wyższego ciśnienia w dyszach, a to oznacza jednocześnie wyższy poziom generowanego hałasu.

Punkt rosy

W wielu przypadkach, w trybie chłodzenia w jednostkach indukcyjnych wykorzystane jest chłodzenie suche (jawne). Z jednej strony, wilgotność pozostaje pod kontrolą ze względu na klimatyzację pomieszczenia, z drugiej strony temperatura przepływającej wody chłodzącej jest ograniczona wartością wyłączenia powyżej temperatury punktu rosy w pomieszczeniu. W ten sposób zapewnione jest działanie jednostki w trybie chłodzenia suchego (jawnego).

Wysoką wydajność chłodniczą osiągnąć można wykorzystując proces chłodzenia mokrego (utajonego). W takim przypadku temperatura wody chłodzącej znajduje się poniżej punktu rosy i z tego powodu na powierzchni wymiennika następuje wykraplanie wilgoci. Oznacza to konieczność stosowania tacki kondensatu zainstalowanej pod wymiennikiem ciepła.

W regionach, które mają tendencję do wysokiej wilgotności (tropiki, subtropiki) praktycznie tylko jednostki z tacką kondensatu powinny być brane pod uwagę w procesie projektowym.

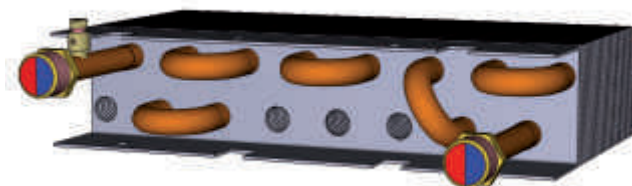
Otwieranie okien

Otwarcie okien może wywołać wzrost wilgotności w pomieszczeniu, a skutkiem tego wzrost temperatury punktu rosy. Temperatura przepływającej wody chłodzącej może znaleźć się wówczas poniżej punktu rosy. W celu uniknięcia wystąpienia takiej sytuacji okna powinny być wyposażone w stycznik, który odetnie przepływ wody chłodzącej w momencie otwarcia okna. Z punktu widzenia oszczędności energii, w chwili otwarcia okna, klimatyzacja (grzanie lub chłodzenie) w tym pomieszczeniu powinna być wyłączona.

Wymiennik ciepła w systemie dwururowym

Zastosowanie systemu dwururowego oznacza, że w obiegu wodnym płynie albo woda chłodząca albo grzewcza i system pracuje w tak zwanym trybie naprzemiennym (change-over) zależnie od wysokości temperatury zewnętrznej. Oczywiście oznacza to, że w tym samym trybie pracy znajdują się wszystkie jednostki zainstalowane w obiekcie lub te jednostki, które są podłączone do obiegu wodnego.

Jeśli jednostki są przeznaczone wyłącznie do chłodzenia, na przykład w strefie wewnętrznej lub jeśli zapotrzebowanie na ciepło realizowane jest przez ogrzewanie konwekcyjne, wymienniki ciepła pracują wyłącznie z wodą chłodzącą.



Wymiennik ciepła w systemie czterururowym

Zastosowanie systemu czterururowego umożliwia uzyskanie w każdym pomieszczeniu dowolnego trybu pracy, zależnie od indywidualnych potrzeb: grzania lub chłodzenia, niezależnie od trybu pracy urządzeń w innych pomieszczeniach. Do realizacji funkcji grzania i chłodzenia są przewidziane odrębne obiegi wodne. System ten doskonale nadaje się do budynków o zróżnicowanych obciążeniach cieplnych. W takim przypadku programowanie pracy instalacji przy elastycznym dopasowaniu temperatury wody zasilającej wymiennik, pozwala na optymalną, energooszczędną pracę systemu. Mieszanie wody ciepłej i zimnej nie jest możliwe.



Wymiennik ciepła bez tacki kondensatu

Nawiewniki indukcyjne z wymiennikiem ciepła bez tacki kondensatu są odpowiednie do procesów suchego (jawnego) chłodzenia lub wyłącznie grzania. Wymiennik jest wówczas montowany poziomo.

Wymiennik ciepła z tacką kondensatu

Do procesu mokrego (utajonego) chłodzenia, podczas którego tworzy się kondensat może być stosowana jednostka z tacką kondensatu zainstalowaną pod wymiennikiem. Wymiennik jest wówczas montowany pionowo.

Regulacja

Natężenie przepływu uzdatnionego powietrza pierwotnego

Zwykle nawiewniki indukcyjne pracują przy stałym przepływie powietrza pierwotnego. W wielu jednostkach, w celu zapewnienia rozdziału powietrza o wymaganym natężeniu przepływu stosuje się przepustnice dławiące i regulatory przepływu.



Przepustnice dławiące

Uruchomienie instalacji jest czynnością bardzo czasochłonną, ponieważ prędkość przepływu musi być mierzona i korygowana po kilka razy w stosunku do wszystkich jednostek w systemie.



Regulatory stałego przepływu

Wartość przepływu powietrza ustawiana jest na zewnętrznej skali. Ewentualne zmiany wartości przepływu możliwe są i łatwe do ustawienia w dowolnym momencie.



Regulator stałego przepływu powietrza

Przy użyciu tego urządzenia, uruchomienie instalacji odbywa się łatwo i szybko poprzez nastawienie żądanej wartości przepływu i wsunięcie regulatora w kanał.



Regulatory zmiennego przepływu

Natężenie przepływu powietrza pierwotnego (świeżego) regulowane jest przy użyciu elektrycznego lub pneumatycznego zasilania zewnętrznego. Możliwa jest także regulacja zmiennego przepływu lub przełączenie trybu pracy noc/dzień. Stosowanie regulatorów zmiennego przepływu jest także celowe w przypadku konieczności odcięcia przepływu powietrza lub gdy wymagana jest informacja o rzeczywistej wartości przepływu w formie sygnału napięciowego.



Temperatura pomieszczenia

Regulator pomieszczeniowy utrzymuje wymaganą wydajność wymiennika ciepła sterując pracą zaworu regulacyjnego zainstalowanego na obiegu wody. W przypadku zastosowania systemu 4-rurowego regulator pomieszczeniowy musi być wyposażony w dwa wyjścia kontrolne – obiegu chłodniczego i

obiegu grzewczego. Przy obiegu 2-rurowym wystarczający jest regulator z jednym wyjściem kontrolnym, ewentualnie wyposażony w funkcje przełączenia trybu pracy.

Wymagane funkcje regulacyjne mogą być realizowane przy użyciu elektronicznego regulatora temperatury lub regulatora pracującego w trybie bezpośredniego sterowania cyfrowego (DDC).

Komponenty służące do nastawy i regulacji natężenia przepływu, regulatory pomieszczeniowe i regulacyjne zawory wodne mogą być zmontowane fabrycznie, wstępnie okablowane i dostarczane jako akcesoria systemowe. Dobór tych urządzeń i ich zwymiarowanie powinno być wykonane w ścisłej współpracy z zespołem odpowiedzialnym za nadrzędne systemy regulacji i monitoringu w budynku.

Nawiewniki indukcyjne

Aktywne belki chłodzące

Aktywne belki chłodzące są odpowiednim rozwiązaniem w szerokim zakresie aplikacji i wymaganych wydajności chłodniczych. Niezależnie, czy wbudowane w strop podwieszony, czy swobodnie zawieszony są w stanie odprowadzać duże zyski ciepła z pomieszczeń bez wywoływania przeciągów. Są one odpowiednim rozwiązaniem do pomieszczeń zewnętrznych i wewnętrznych w każdym budynku, w którym wykonano aranżacje wnętrz według koncepcji „otwartej przestrzeni” (open space). W budynkach wielkogabarytowych takich jak hale wystawowe i podobnych obiektach o dużej wysokości aktywne belki chłodzące o wysokiej wydajności mogą być instalowane nawet na wysokości 25 metrów. Wielofunkcyjne aktywne belki chłodzące, jako uzupełnienie do technologii rozdziału powietrza, oferują możliwość montażu dodatkowych elementów funkcyjnych, stając się miejscem podłączenia innych systemów zainstalowanych w budynku.

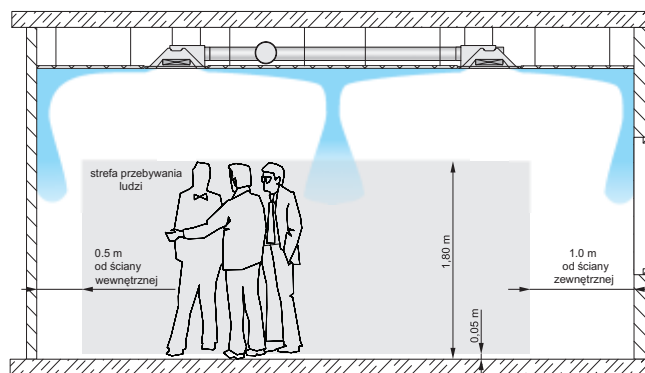


Constitution Center, Waszyngton, DC, USA

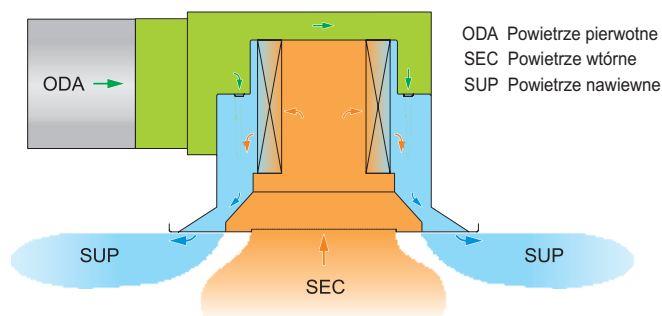
Zasada działania

W celu zapewnienia odpowiedniej jakości powietrza w pomieszczeniu aktywne belki chłodzące dostarczają do pomieszczenia świeże powietrze z centrali klimatyzacyjnej, zapewniając jednocześnie jego ochłodzenie i/lub podgrzanie przy użyciu wymiennika ciepła.

Powietrze pierwotne dostarczane jest do komory mieszającej belki poprzez dysze. W wyniku tego przepływu indukowane jest powietrze wtórne z pomieszczenia, które poprzez kratkę wlotową i przez wymiennik ciepła wpływa do komory mieszającej. W komorze powietrze wtórne miesza się z pierwotnym i jako powietrze nawiewne wprowadzane jest poziomo do pomieszczenia poprzez szczeliny nawiewne.



Rozdział powietrza przy zastosowaniu aktywnych belek chłodzących



Wielofunkcyjna aktywna belka chłodząca typ MFD

Strugi powietrza wprowadzane do pomieszczenia poziomo pozwalają na uzyskanie rozdziału powietrza charakteryzującego wentylację mieszającą. Prędkość wyptywu ze szczelin nawiewnych jest tak dobrana, aby powietrze nawiewane docierało do strefy przebywania ludzi w celu zapewnienia odpowiedniej jakości powietrza, a jednocześnie nie powodowało przeciągów. W wyniku indukcji powietrza z pomieszczenia do strumienia nawiewanego, spada jego prędkość i zmniejsza się różnica temperatur.

Zalety

- Zastosowanie aktywnych belek chłodzących umożliwia odprowadzenie dużych zysków ciepła z pomieszczeń bez wystąpienia przeciągów
- Bardzo duża swoboda w aranżacji przestrzeni biurowej, dzięki zastosowaniu poziomego nawiewu powietrza
- Swoboda w umiejscowieniu szafek i ścianek działowych
- Dostępne w pełnym wachlarzu wielkości pokrywających zakres wydajności od niskiej do wysokiej
- Większe jednostki o wysokiej wydajności mogą być montowane w stropie
- Często są jedyną alternatywą w przypadku modernizacji istniejących systemów rozdziału powietrza z podwieszonym stropem o małej wysokości
- Niska wysokość zabudowy jest zaletą zarówno przy realizacji projektów nowych budynków jak i modernizacji

Informacje do projektowania

Informacje ogólne

Aktywne belki chłodzące są projektowane w taki sposób, aby ich wygląd współgrał z aranżacją sufitu. Ich wymiar jest kompatybilny z wymiarami standardowych systemów sufitowych. Jako swobodnie zawieszane, aktywne belki chłodzące mogą stanowić efektowny element aranżacji, a możliwość zastosowania różnych konfiguracji krętek indukcyjnych stwarza możliwość ciekawego uzupełnienia wystroju wnętrza.

Jeśli aktywne belki chłodzące są zainstalowane w pomieszczeniu w stropie podwieszonym, to takie rozwiązanie pozwala na pełną elastyczność przy aranżacji powierzchni pomieszczenia i daje możliwość późniejszych zmian.

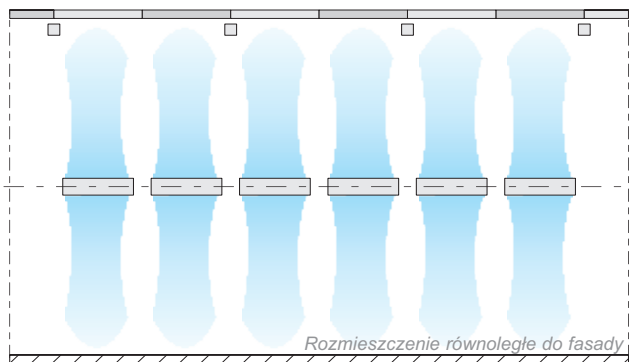
Poziomy rozdział powietrza

Nawiew z aktywnych belek chłodzących realizowany jest z relatywnie wysoką prędkością (od 2 do 4 m/s), co pozwala na efektywną wentylację pomieszczenia. Jednakże w strefie przebywania ludzi prędkość napływu powietrza nie powinna przekraczać 0.2m/s. Na ogół jest to osiągnięte przez wydłużenie drogi strumienia powietrza nawiewanego przed wejściem do strefy przebywania ludzi. Oznacza to, że przy danej wysokości pomieszczenia, przy ustalaniu lokalizacji belki należy zapewnić minimalną odległość od najbliższej ściany w celu uzyskania prawidłowego rozdziału powietrza. Podobnie, jeśli aktywne belki chłodzące są montowane obok siebie należy zapewnić minimalną odległość pomiędzy nimi.

Aranżacja sufitu

Sposób rozmieszczenia aktywnych belek chłodzących równoległe lub prostopadłe do fasady zależy głównie od projektowanej aranżacji paneli sufitowych. Ponieważ aranżacja ta ma znaczący wpływ na sposób rozprowadzenia poziomego strumienia powietrza w pomieszczeniu, lokalizacja aktywnych belek chłodzących powinna być rozważana już na wstępie procesu projektowania, przy ustalaniu głębokości pomieszczenia, szerokości modułów, projektowanego wykorzystania pomieszczenia i wymaganej elastyczności rozwiązań.

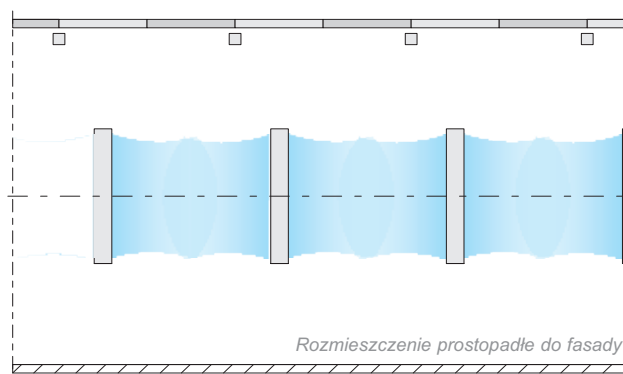
- **Montaż równoległe do fasady**
Jest to rozwiązanie optymalne z punktu widzenia wentylacji pomieszczenia. Powietrze przepływa w kierunku fasady i ścian czy obszarów wewnętrznych przez całą szerokość modułu.



Nawiew powietrza w kierunku fasady budynku niesie ze sobą zalety związane z komfortem cieplnym w pomieszczeniu: z jednej strony powierzchnia okien utrzymywana jest w umiarkowanej temperaturze, z drugiej strony prędkość przepływu powietrza i różnica temperatur zmniejsza się poza strefą przebywania ludzi. Infiltracja występująca w obszarze okien jest neutralizowana przez strumień powietrza nawiewanego i w ten sposób zmniejszane jest ryzyko wystąpienia przeciągów i wykroplenia kondensatu na powierzchni wymiennika ciepła.

Przyporządkowanie aktywnej belki chłodzącej do każdego modułu umożliwia dokonywanie podziałów w pomieszczeniu z wysoką elastycznością, zarówno w początkowym systemie podziału przestrzeni pomieszczenia jak i w przypadku zmiany tego układu w przyszłości.

- **Montaż prostopadłe do fasady**
Prostopadłe rozmieszczenie aktywnych belek chłodzących prowadzi do redukcji ich ilości, a przez to obniżenia kosztów rozwiązania. Jednak w tym przypadku należy brać pod uwagę skutki poziomego rozdziału powietrza zorganizowanego poprzecznie w stosunku do modułów i mniejszą elastyczność rozwiązania.

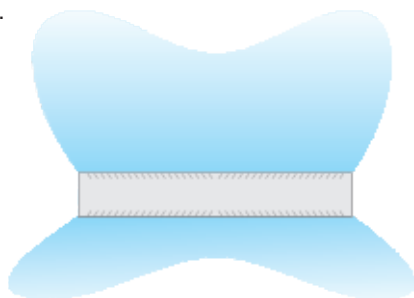


Efektywniejszy, poziomy nawiew powietrza do pomieszczenia można uzyskać w przypadku, gdy długość aktywnej belki chłodzącej jest zbliżona do głębokości pomieszczenia. Parametry aktywnej belki chłodzącej - natężenie przepływu powietrza i wydajność cieplna, są wystarczające do zastosowania jednej belki do obsługi od trzech do pięciu modułów. Jednak przyjęcie takiego schematu zdecydowanie redukuje stopień elastyczności rozwiązania. Zastosowanie pojedynczej belki chłodzącej na każdy moduł nie zapewnia właściwej wentylacji pomieszczenia. Odległość pomiędzy dwoma belkami w takim przypadku jest mniejsza niż zalecane minimum, co oznacza, że powietrze wpływa do strefy przebywania ludzi ze zbyt wysoką prędkością. Jak z tego wynika w praktyce jedna belka chłodząca powinna być przeznaczona do obsługi przynajmniej dwóch modułów. Ponieważ przepływ powietrza w pomieszczeniu odbywa się równoległe do fasady budynku, powietrze zewnętrzne napływające prostopadłe na powierzchnię szyb może infiltrować do pomieszczenia wywołując przeciągi, a także doprowadzić do wystąpienia procesu kondensacji na powierzchni wymiennika ciepła.

Wybór lokalizacji belek aktywnych prostopadłe do fasady jest rozwiązaniem właściwym, jeśli elastyczność przyjętego rozwiązania projektowego nie jest priorytetem, co oznacza, że rozmiary pomieszczeń i sposób ich wykorzystania są ustalone.

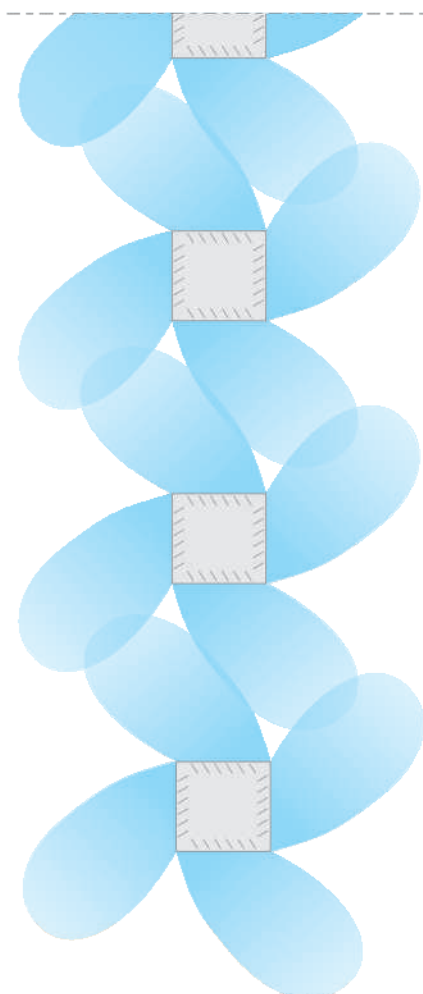
Regulacja kierunku poziomego nawiewu powietrza

W przypadku konieczności zapewnienia dużej wydajności chłodniczej przy użyciu aktywnych belek chłodzących na bardzo małej powierzchni rozwiązaniem może być zastosowanie regulacji kierunku poziomo nawiewanego strumienia powietrza, dzięki czemu możliwe będzie uzyskanie akceptowalnej prędkości przepływu powietrza w strefie przebywania ludzi. W zależności od wymiarów geometrycznych pomieszczenia wykorzystanie tej funkcji może umożliwić rozszerzenie strumienia nawiewanego powietrza.



Przy zmianie sposobu wykorzystania pomieszczenia, istnieje możliwość optymalizacji rozdziału powietrza przez korektę ustawień.

Kierunki wypływu powietrza nawiewanego z kilku kwadratowych aktywnych belek chłodzących mogą zostać ukształtowane w taki sposób, że strumienie powietrza nie zderzają się bezpośrednio ze sobą, ale stykają na ich granicach. W ten sposób w wyniku powstania wirów, następuje szybka redukcja prędkości przepływu powietrza i spadek różnicy temperatury na krótkim dystansie.



Volksbank Salzburg, Salzburg, Austria

Swobodnie zawieszane lub wbudowane w strop podwieszony

Sposób montażu belek chłodzących: wbudowanie w strop podwieszony, czy swobodne zawieszenie jest nie tylko kwestią aranżacji wnętrza. Zabudowa aktywnych belek chłodzących, zlicowanie ich z powierzchnią stropu podwieszonego może być niezbędna ze względów aerodynamicznych przy niektórych typach wypływu strumienia powietrza. Poziomy nawiew powietrza wymaga, aby powierzchnia sufitu była jednolita i pozioma, w celu uniknięcia „opadnięcia” strumienia nawiewanego powietrza o relatywnie niskiej temperaturze do strefy przebywania ludzi, w niewielkiej odległości od aktywnej belki chłodzącej. Zaistnienie takiego zjawiska może prowadzić do wywołania problemów związanych z występowaniem przeciągów w strefie przebywania ludzi.

W każdym przypadku, przy wyborze natężenia przepływu w aktywnej belce chłodzącej należy rozważyć ze szczególną starannością planowane miejsce jej instalacji w celu zapewnienia warunków komfortu cieplnego w strefie przebywania ludzi.

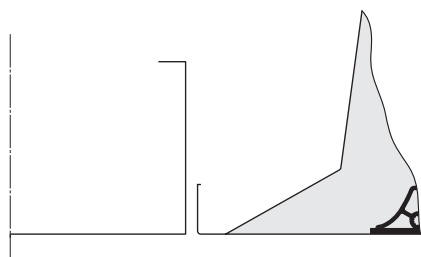
Nawiewniki indukcyjne

Aktywne belki chłodzące

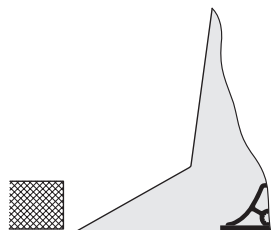
Zabudowa w różnych typach systemów sufitowych

Aktywne belki chłodzące są odpowiednie do montażu w każdym typie stropu podwieszanego, a ich wymiary są dostosowane do standardowych wymiarów paneli stropowych. Zgodnie z wymaganiami projektowymi, możliwy jest także montaż zlicowany z płytami stropu.

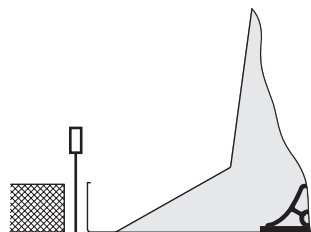
- Strop panelowy
Aktywne belki chłodzące i panele stropowe są podwieszane niezależnie. Krawędź belki przylega i jest zlicowana z panelami sufitu.



- Strop gipsowo-kartonowy
Płyta stropu opiera się na prostej krawędzi aktywnej belki chłodzącej.



- Strop z teownikami
Aktywna belka chłodząca leży na teownikach.



Ograniczenia stosowania

- Wysokość do sufitu lub do miejsca zamontowania nie powinna być mniejsza niż 2.60 m.
- W przypadku wysokości stropu podwieszanego lub wysokości montażu do 3.80 m nawiewane powietrze osiąga strefę przebywania ludzi bez konieczności dodatkowych rozwiązań. W pomieszczeniach bardzo wysokich zalecane jest stosowanie systemów wentylacyjnych wyposażonych w aktywne belki chłodzące typu IDH. W przypadku montażu na wysokościach pośrednich istnieje konieczność zastosowania indywidualnych rozwiązań projektowych.



Dobór urządzeń

Efektywna różnica temperatur

Oprócz rozwiązań konstrukcyjnych belki jak i materiałów, z których wykonany jest wymiennik ciepła, równie ważnym parametrem przy doborze urządzenia jest efektywna różnica temperatur.

$$\Delta t_{RW} = \frac{(t_{KWV} + t_{KWR})}{2} - t_R$$

- Δt_{RW} Efektywna różnica temperatur
- t_{KWV} Temperatura wody chłodzącej - zasilanie
- t_{KWR} Temperatura wody chłodzącej - powrót
- t_R Temperatura pomieszczenia

Przeliczenie na inną różnicę temperatur

Dane katalogowe podawane przez producenta określają z reguły wydajność cieplną ustalonej różnicy temperatur. Wydajność cieplna, jaka może być uzyskana w warunkach projektowych obliczona może być przy użyciu poniższego wzoru.

$$\dot{Q} \cong \dot{Q}_N \cdot \frac{\Delta t}{\Delta t_N}$$

- \dot{Q} Wydajność cieplna (grzewcza lub chłodnicza)
- \dot{Q}_N Wydajność cieplna, wg danych katalogowych
- Δt Efektywna różnica temperatur, projektowa
- Δt_N Efektywna różnica temperatur, wg danych katalogowych

Natężenie przepływu wody

Wymagane natężenie przepływu wody może być obliczone przy użyciu prostego wzoru podanego poniżej.

$$\dot{V}_W = \frac{\dot{Q}}{\Delta t_W} \cdot 0,86$$

- \dot{V}_W Strumień objętościowy wody w l/h
- \dot{Q} Wydajność cieplna (chłodnicza lub grzewcza) w W
- Δt_W Różnica temperatur w obiegu wody

Współczynniki korekcyjne do strumienia objętościowego wody

Dane katalogowe podawane przez producenta odnoszą się z reguły do określonego strumienia objętościowego wody. Oczywiście, jeśli strumień ten jest większy, to możliwa jest do osiągnięcia wyższa wydajność urządzenia. Jednak w niektórych sytuacjach może być wymagany także mniejszy przepływ, co oznacza zmniejszenie osiąganej wydajności. Informacje dotyczące współczynnika korekcyjnego można znaleźć także w kartach katalogowych urządzeń.







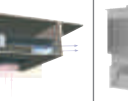

Przykład doboru

Parametry do doboru urządzeń			
Parametry	Wartości standardowe	Przykład	Uwagi
Temperatura pomieszczenia	22 do 26 °C	26 °C	
Powierzchnia pomieszczenia (moduł 1.5 x 6.0 m)		9 m ²	
Wydajność chłodnicza		620 W	
Wymagana wydajność chłodnicza	50 do 100 W/m ²	70 W/m ²	
Natężenie przepływu powietrza świeżego	5 do 8 (m ³ /h)/m ²	60 m ³ /h	
Temperatura powietrza świeżego		16 °C	
Temperatura wody chłodzącej - zasilanie	16 do 20 °C	16 °C	
Temperatura wody chłodzącej - powrót	18 do 23 °C	18 °C	
Wyniki doboru ¹⁾			
Pojemność chłodnicza powietrza		200 W	
Efektywna różnica temperatur	-10 do -4 K	-9 K	
Wymagana pojemność chłodnicza obiegu wodnego		420 W	620 - 200 W
Wydajność chłodnicza przy -10 K		467 W	
Natężenie przepływu wody chłodzącej	50 do 250 l/h	185 l/h	
Wydajność chłodnicza przy -10 K i 110 l/h		409 W	/ 1.14 współczynnik korekcyjny do 110 l/h
Dobrano: DID300B-M/1350 x 1200			Dysza typu: M
Nominalna wydajność chłodnicza		410 W/m	przy -10 K, dane producenta
Projektowa wydajność chłodnicza		621 W	421 + 200
Prędkość powietrza przy ścianie	0.2 do 0.4 m/s	0.36 m/s	Wysokość: 1.80 m
Spadek ciśnienia po stronie obiegu wody	2.0 do 20 kPa	4.3 kPa	
Poziom ciśnienia akustycznego	25 do 40 dB(A)	31 dB(A)	Przy 6 dB tłumienia pomieszczenia

¹⁾ Obliczenia według programu TROX do doboru urządzeń

Nawiewniki indukcyjne

Aktywne belki chłodzące

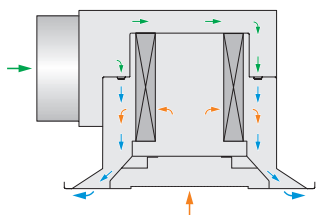
	DID312	DID300B	DID604	DID632	AKV	DID-R	DID-E	IDH
								
Szczegóły montażu								
Swobodnie podwieszono					●			●
Strop panelowy	300 mm	300 mm	600 mm	600 mm	300 mm			
Strop z teownikami	●	●	●	●				
Strop zamknięty	●	●	●	●	●	●	●	
Wymiennik ciepła								
Układ wymiennika ciepła	2 lub 4	2 lub 4	2 lub 4	2 lub 4	2	2 lub 4	2 lub 4	2
Tacka kondensatu	●		●			●		●
Parametry techniczne								
Natężenie przepływu powietrza świeżego [l/s]	5 - 70	3 - 45	5 - 50	5 - 70	12 - 80	12 - 70	10 - 78	278/555
[m ³ /h]	18 - 252	10 - 160	18 - 180	10 - 252	43 - 288	43 - 252	36 - 281	1000/2000
Maksymalna wydajność chłodnicza [W]	1800	1600	1600	2500	1600	500	1000	27000
Maksymalna wydajność cieplna [W]	1250	1250	1700	3000	1530	1200	500	10000

Nawiewniki indukcyjne

Aktywne belki chłodzące

Nominalna szerokość 300 mm

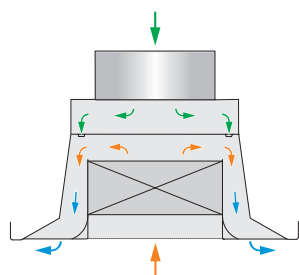
Typ DID312



- Cztery warianty wykonania kratki powrotnej
- Wymiennik ciepła umieszczony pionowo z tacką kondensatu do pracy przy niskiej temperaturze wody chłodzącej
- Boczne podłączenie króćca powietrza pierwotnego
- Możliwość wykonania jednostki nawiewno-wywiewnej

L: 900 – 3000 mm · H: 210 i 241 mm
 5 – 70 l/s · 18 – 252 m³/h powietrza pierwotnego
 Wydajność chłodnicza do 1800 W
 Wydajność cieplna do 1250 W

Typ DID300B

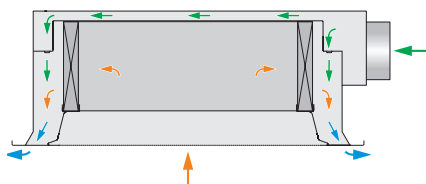


- Boczne lub górne podłączenie króćca pierwotnego
- Możliwość wykonania jednostki nawiewno-wywiewnej

L: 900 – 3000 mm · H: 210 mm
 3 – 45 l/s · 10 – 160 m³/h powietrza pierwotnego
 Wydajność chłodnicza do 1600 W
 Wydajność cieplna do 1250 W

Nominalna szerokość 600 mm

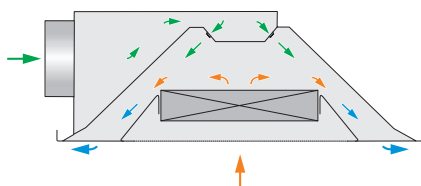
Typ DID604



- Nawiew czterostronny
- Regulacja kierunku wypływu powietrza za pomocą przestawnych kierownic
- Boczne podłączenie króćca powietrza pierwotnego
- Wymiennik ciepła umieszczony pionowo z tacką kondensatu do pracy przy niskiej temperaturze wody chłodzącej

L: 600 i 1200 mm · H: 225 mm
 5 – 50 l/s · 18 – 180 m³/h powietrza pierwotnego
 Wydajność chłodnicza do 1600 W
 Wydajność cieplna do 1700 W

Typ DID632



- Duża moc chłodnicza
- Cztery warianty wykonania kratki indukcyjnej
- Regulacja kierunku wypływu powietrza za pomocą przestawnych kierownic
- Boczne podłączenie króćca powietrza pierwotnego
- Możliwość wykonania jednostki nawiewno-wywiewnej
- Wymienne dysze powietrza pierwotnego

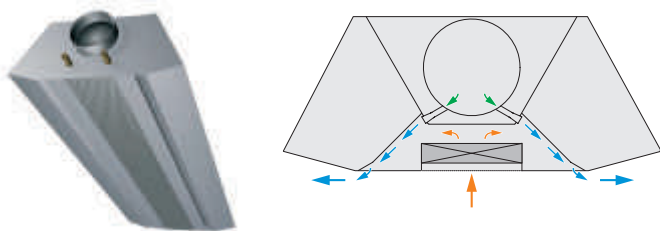
L: 900 – 3000 mm · H: 210 mm
 5 – 70 l/s · 18 – 252 m³/h powietrza pierwotnego
 Wydajność chłodnicza do 2500 W
 Wydajność cieplna do 3000 W

Nawiewniki indukcyjne

Aktywne belki chłodzące

Swobodnie podwieszane

Typ AKV



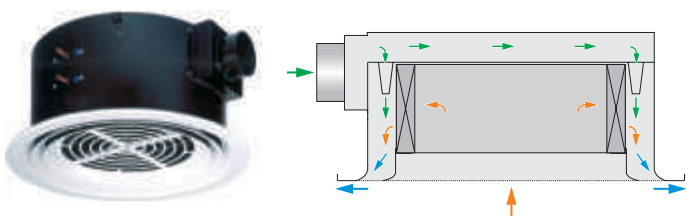
- Mała wysokość urządzenia
- Czołowe podłączenie króćca powietrza pierwotnego
- Wymiennik ciepła umieszczony poziomo, bez tacki kondensatu
- Na zamówienie możliwość indywidualnych wykonań

◀▶ L: 900 – 3000 mm · W: 300 i 500 mm
H: 175 i 200 mm

- ➔ 12 – 80 l/s · 43 – 288 m³/h powietrza pierwotnego
- ❄ Wydajność chłodnicza do 1600 W
- 🔥 Wydajność cieplna do 1530 W

Okrągłe

Typ DID-R



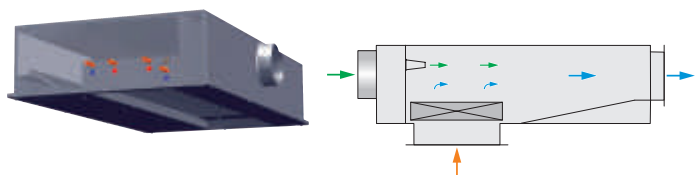
- Dostępny w wielu opcjach konstrukcyjnych
- Płyta nawiewnika okrągła lub kwadratowa
- Boczne podłączenie króćca powietrza pierwotnego
- Wymiennik ciepła umieszczony pionowo, z tacką kondensatu do pracy przy niskiej temperaturze wody chłodzącej
- Możliwość zabudowy w suficie podwieszonym

◀▶ □: 593, 618, 598 i 623 mm, Ø: 598 mm

- ➔ 12 – 70 l/s · 43 – 252 m³/h powietrza pierwotnego
- ❄ Wydajność chłodnicza do 500 W
- 🔥 Wydajność cieplna do 1200 W

Nawiew jednostronny

Typ DID-E



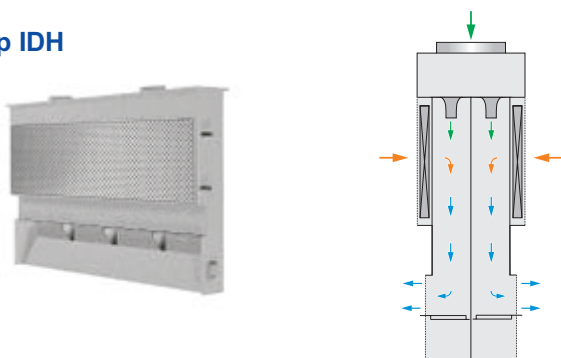
- Doskonale rozwiązanie wentylacji pokoi hotelowych i sal szpitalnych
- Różne warianty kratki nawiewnych i indukcyjnych
- Boczne podłączenie króćca powietrza pierwotnego
- Wymiennik ciepła umieszczony poziomo bez tacki kondensatu
- Mała wysokość urządzenia

◀▶ L: 550 i 614 mm · W: 900, 1200 i 1500 mm
H: 200 mm

- ➔ 10 – 78 l/s · 36 – 281 m³/h powietrza pierwotnego
- ❄ Wydajność chłodnicza do 1000 W
- 🔥 Wydajność cieplna do 500 W

Do instalacji w pomieszczeniach wysokich

Typ IDH



- Nawiew jedno- lub dwustronny
- Regulowany kierunek wypływu powietrza
- Duże wydajności do pomieszczeń wielokubaturowych
- Górne podłączenie króćca powietrza pierwotnego
- Wymiennik ciepła umieszczony pionowo, z tacką kondensatu do pracy przy niskiej temperaturze wody chłodzącej
- Swobodnie zawieszony

◀▶ L: 1500, 2000 i 2500 mm · W: 305 i 548 mm
H: 1405 mm

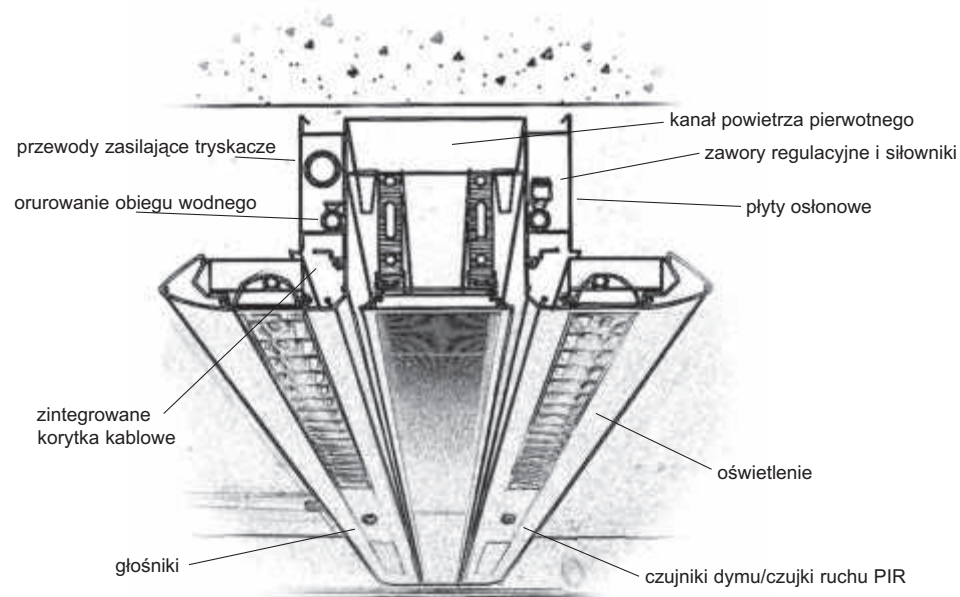
- ➔ do 1670 l/s · 6000 m³/h powietrza pierwotnego
- ❄ Wydajność chłodnicza do 27 kW
- 🔥 Wydajność cieplna do 10 kW

Wielofunkcyjność

Aktywne belki chłodzące mogą pełnić dodatkowe funkcje. Prefabrykacja okablowania i orurowania umożliwia uzyskanie urządzenia typu „plug and play” („podłącz i uruchom”) przy instalacji na budowie.



- Zintegrowane oprawy oświetleniowe w różnych opcjach i rozwiązaniach technicznych systemu oświetlenia
- Detektory dymu
- Tryskacze
- Głośniki
- Detektory ruchu
- Ukryte korytka kablowe



Zalety

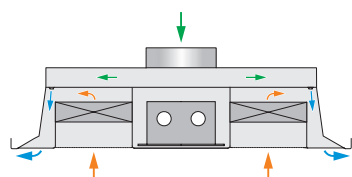
- Skrócenie czasu realizacji projektu
- Szybsza amortyzacja inwestycji dla Inwestora
- Ułatwienia w instalacji (plug and play)
- Znacząca redukcja ilości połączeń i interfejsów
- Wysoka jakość realizowanego systemu dzięki prefabrykacji elementów składowych

Nawiewniki indukcyjne

Wielofunkcyjne aktywne belki chłodzące

Montaż zlicowany ze stropem podwieszonym

Typ DID600B-L

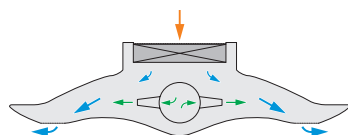


- Zintegrowane liniowe oprawy oświetleniowe
- Mała wysokość urządzenia
- Górne lub boczne podłączenie króćca powietrza pierwotnego
- Wymiennik ciepła umieszczony poziomo
- Wymiary dopasowane do wymogów projektowych

▬ L: 1500 – 3000 mm · W: 593 mm · H: 210 mm
➡ 3 – 43 l/s · 11 – 155 m³/h powietrza pierwotnego
❄ Wydajność chłodnicza do 1610 W
☀ Wydajność cieplna do 1730 W

Swobodnie podwieszone

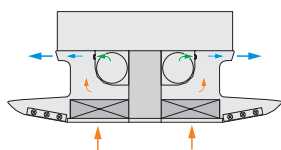
Typ MFD



- Atrakcyjny wygląd
- Poziomy wymiennik ciepła
- Zintegrowane dodatkowe funkcje zgodnie z wymogami projektowymi
- Dostępne ze zintegrowanymi liniowymi oprawami oświetleniowymi

▬ L: 1980 mm · W: 800 mm · H: 213 mm
➡ 14 – 22 l/s · 50 – 80 m³/h powietrza pierwotnego
❄ Wydajność chłodnicza do 790 W
☀ Wydajność cieplna do 500 W

Typ MSCB



- Atrakcyjny wygląd
- Wydajność chłodnicza dostosowana do wymogów projektowych
- Zintegrowane dodatkowe funkcje zgodnie z wymogami projektowymi
- Dostępne ze zintegrowanymi liniowymi oprawami oświetleniowymi lub halogenowym oświetleniem punktowym

▬ L: 1500 – 5000 mm · W: 600 – 1200 mm · H: 440 mm
➡ 3 – 45 l/s · 10 – 160 m³/h powietrza pierwotnego
❄ Wydajność chłodnicza do 2750 W
☀ Wydajność cieplna do 2000 W

Nawiewniki indukcyjne

Podokienne nawiewniki indukcyjne

Podokienne nawiewniki indukcyjne są właściwym rozwiązaniem w szerokim zakresie zastosowań.

Powietrze nawiewane jest do pomieszczenia wykorzystując zasadę przepływu wyporowego lub quasi-wyporowego i dzięki temu uzyskujemy w pomieszczeniu szczególnie komfortowe warunki klimatu wewnętrznego, bez przeciągów i o dobrej jakości powietrza wewnętrznego.

Montaż urządzeń we wnękach podokiennych, w ścianach wewnętrznych lub zewnętrznych pozwala na osiągnięcie znacznej swobody projektowej zarówno w aranżacji podłogi jak i sufitu.

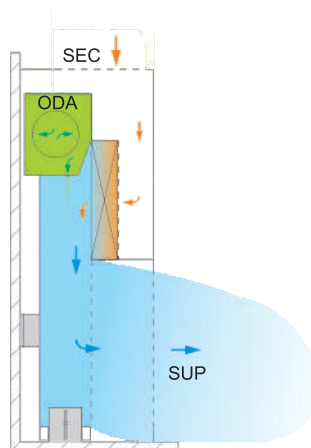
Wykorzystanie zasady przepływu wyporowego pozwala na uzyskanie komfortowego i ekonomicznego systemu klimatyzacji o niskim natężeniu przepływu powietrza, wysoka efektywność systemu uzyskiwana jest dzięki dostarczaniu powietrza praktycznie bezpośrednio do użytkowników pomieszczenia.



Deutsches Hygiene-Museum, Drezno, Niemcy

Zasada działania

Podokienne nawiewniki indukcyjne montowane są we wnękach podokiennych wzdłuż ścian wewnętrznych lub zewnętrznych, w celu zapewnienia nawiewu powietrza do pomieszczenia. Dostarczają one świeże powietrze z centrali klimatyzacyjnej i są wyposażone we własny wymiennik ciepła do podgrzania powietrza lub usunięcia zysków ciepła. Powietrze pierwotne dostarczane jest do komory mieszającej poprzez dysze. W wyniku tego przepływu indukowane jest powietrze wtórne, które poprzez kratkę wlotową i przepływając przez wymiennik ciepła wpływa do komory mieszającej. Następnie zmieszane powietrze z komory nawiewane jest do pomieszczenia w systemie wyporowym lub quasi-wyporowym.

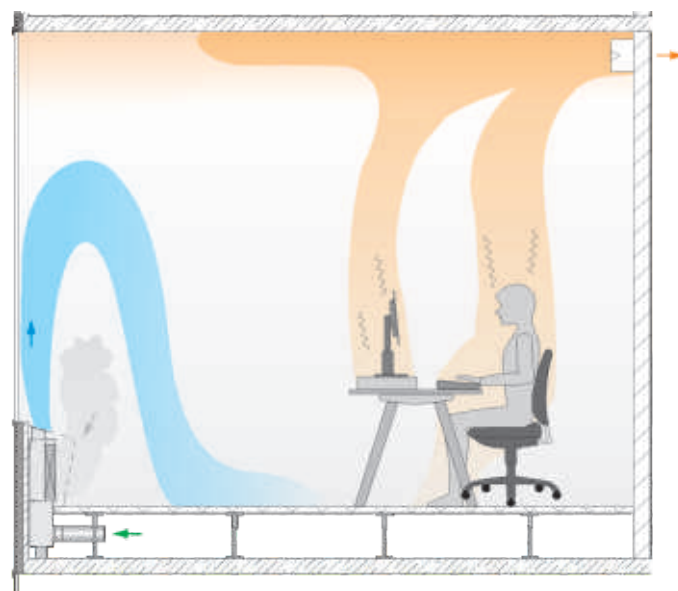


ODA Powietrze pierwotne
SEC Powietrze wtórne
SUP Powietrze nawiewne



Przepływ wyporowy

Chłodne powietrze nawiewane jest do pomieszczenia poziomo przez kratkę nawiewną z niewielką prędkością (<0.5 m/s). Podczas tego procesu prędkość przepływu powietrza maleje. W pobliżu podłogi tworzy się warstwa powietrza nawiewanego charakteryzująca się niską prędkością przepływu i dobrą jakością powietrza. Strumienie konwekcyjne powstające od ludzi i innych źródeł ciepła w pomieszczeniu unoszą powietrze z warstwy przypodłogowej tworząc komfortowe warunki w strefie przebywania ludzi.



Przepływ quasi-wyporowy

Chłodne powietrze nawiewane jest do pomieszczenia pionowo lub pod niewielkim kątem ze średnią prędkością 1 do 1.5 m/s. Ponieważ jednak powietrze zimne jest cięższe od ciepłego, kierunek przepływu powietrza zmienia się i nawiewane powietrze lokalnie opada w kierunku podłogi. Tam tworzy warstwę powietrza nawiewanego o poprzednio opisanych własnościach.

Informacje do projektowania

Informacje ogólne

Podokienne nawiewniki indukcyjne montowane są w ścianach wewnętrznych lub zewnętrznych i przesłonięte osłoną. Wybór lokalizacji zależy od typu pomieszczenia, wymogów architektonicznych i granic strefy przebywania ludzi.

Jedynymi widocznymi częściami jednostki indukcyjnej pozostają kratki: nawiewna i powietrza wtórnego.

Są dwie opcje lokalizacji tych krat:

- Obie kratki umieszczone są pionowo i skierowane w stronę pomieszczenia
- Jedna z kratki umieszczona jest poziomo lub pod niewielkim kątem i skierowana w stronę sufitu, a druga umieszczona jest pionowo i skierowana w stronę pomieszczenia

Kratki dostępne są w różnych opcjach konstrukcyjnych, jako pojedyncze kratki lub jako rząd kratki (w parapecie) i wykonane z aluminium, stali lub stali nierdzewnej. Dostępne są także kratki wykonane z różnych rodzajów płyty perforowanej.

Zalety

- Wysoka jakość powietrza w strefie przebywania ludzi
- Nieturbulentny, wyrównany przepływ z niską prędkością w strefie przebywania ludzi
- Ukryty montaż we wnęce podparapetowej
- Estetyka powierzchni sufitu i podłogi nie jest zakłócona kratkami wentylacyjnymi
- Praktycznie brak zanieczyszczeń na kratce nawiewnej dzięki przepływowi powietrza o niskiej turbulencji
- Możliwość współpracy z systemem chłodzenia sufitowego, nie wymagającym stosowania stropu podwieszonego
- Z powodu niskiego poziomu generowanego hałasu, szczególnie zalecane do stosowania w pomieszczeniach z systemem chłodzenia sufitowego, gdzie nie ma możliwości na poziomie sufitu zastosowania materiału tłumiącego hałas
- Odpowiednie do projektów modernizacyjnych z wysokociśnieniowymi jednostkami indukcyjnymi

Poziomy rozdział powietrza

W celu uzyskania prawidłowego wyporowego charakteru przepływu, w obszarze od 1.0 do 1.5 m od czoła kratki nawiewnej nie powinny znajdować się żadne elementy zakłócające przepływ. Ten obszar nie może być uznawany za część strefy przebywania ludzi. Jak w przypadku każdego przepływu wyporowego powietrze wywiewane musi być zawsze wyciągane w pobliżu sufitu.

Ograniczenia stosowania

- Maksymalna głębokość pomieszczeń w przypadku stosowania tego systemu może wynosić od 5 do 7m. W większych pomieszczeniach podokienne nawiewniki indukcyjne powinny obsługiwać obszar przebywania ludzi z dwóch lub większej ilości stron lub należy zastosować dodatkowy system.
- Różnica pomiędzy temperaturą nawiewu i temperaturą pomieszczenia nie powinna przekraczać -6 do -8 K.

Sky-Office, Düsseldorf, Niemcy



Dobór urządzeń

Efektywna różnica temperatur

Oprócz rozwiązań konstrukcyjnych nawiewnika i materiałów, z których wykonany jest wymiennik ciepła, równie ważnym parametrem przy doborze urządzenia jest efektywna różnica temperatur.

$$\Delta t_{RW} = \frac{(t_{KWV} + t_{KWR})}{2} - t_R$$

Δt_{RW} Efektywna różnica temperatur
 t_{KWV} Temperatura wody chłodzącej - zasilenie
 t_{KWR} Temperatura wody chłodzącej - powrót
 t_R Temperatura pomieszczenia

Przeliczenie na inną różnicę temperatur

Dane katalogowe podawane przez producenta określają z reguły wydajność cieplną przy ustalonej różnicy temperatur. Wydajność cieplna, jaka może być uzyskana w warunkach projektowych obliczona może być przy użyciu poniższego wzoru

$$\dot{Q} \cong \dot{Q}_N \cdot \frac{\Delta t}{\Delta t_N}$$

\dot{Q} Wydajność cieplna (grzewcza lub chłodnicza)
 \dot{Q}_N Wydajność cieplna, wg danych katalogowych
 Δt Efektywna różnica temperatur, projektowa
 Δt_N Efektywna różnica temperatur, wg danych katalogowych

Natężenie przepływu wody

Wymagane natężenie przepływu wody może być obliczone przy użyciu prostego wzoru podanego poniżej.

$$\dot{V}_W = \frac{\dot{Q}}{\Delta t_W} \cdot 0,86$$

\dot{V}_W Strumień objętościowy wody w l/h
 \dot{Q} Wydajność cieplna (chłodnicza lub grzewcza) w W
 Δt_W Różnica temperatur w obiegu wody

Współczynniki korekcyjne do strumienia objętościowego wody

Dane katalogowe podawane przez producenta odnoszą się z reguły do określonego strumienia objętościowego wody. Oczywiście, jeśli strumień ten jest większy, to możliwa jest do osiągnięcia wyższa wydajność urządzenia. Jednak w niektórych sytuacjach może być wymagany także mniejszy przepływ, co oznacza zmniejszenie osiąganej wydajności. Informacje dotyczące (wartości) współczynnika korekcyjnego można znaleźć także w kartach katalogowych urządzeń.

Przykład doboru

Parametry do doboru urządzeń			
Parametry	Wartości standardowe	Przykład	Uwagi
Temperatura pomieszczenia	22 do 26 °C	26 °C	
Powierzchnia pomieszczenia (moduł 1.5 x 6.0 m)		9 m ²	
Wydajność chłodnicza		540 W	
Wymagana wydajność chłodnicza	40 do 80 W/m ²	60 W/m ²	
Natężenie przepływu powietrza świeżego	5 do 8 (m ³ /h)/m ²	50 m ³ /h	
Temperatura powietrza świeżego		16 °C	
Temperatura wody chłodzącej - zasilenie	16 do 20 °C	16 °C	
Temperatura wody chłodzącej - powrót	18 do 23 °C	19 °C	
Wyniki doboru ¹⁾			
Pojemność chłodnicza powietrza		167 W	
Efektywna różnica temperatur	-10 do -4 K	-8.5 K	
Wymagana pojemność chłodnicza obiegu wodnego		373 W	
Wydajność chłodnicza przy -10 K		439 W	
Natężenie przepływu wody chłodzącej	50 do 250 l/h	107 l/h	
Wydajność chłodnicza przy -10 K i 110 l/h		439 W	/ 1.0 wkaźnik korekcyjny do 110 l/h
Dobrano: QLI-2-G/1200			Dysza typu: G
Nominalna wydajność chłodnicza	200 do 1100 W	440 W	przy -10 K, dane producenta
Projektowa wydajność chłodnicza		541 W	374 + 167
Prędkość powietrza w odległości 1.5 m	0.15 do 0.22 m/s	0.16 m/s	Wysokość: 0.10 m
Spadek ciśnienia po stronie wody	3.0 do 4.5 kPa	3.8 kPa	
Poziom ciśnienia akustycznego	do 30 dB(A)	<20 dB(A)	Przy 6 dB tłumienia pomieszczenia

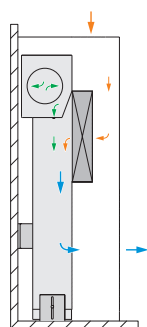
¹⁾ Obliczenia według programu TROX do doboru urządzeń

Nawiewniki indukcyjne

Podokienne nawiewniki indukcyjne

Nawiew wyporowy

Typ QLI



- Boczne podłączenie króćca powietrza pierwotnego
- Wymiennik ciepła umieszczony pionowo z tacką kondensatu do pracy przy niskiej temperaturze wody chłodzącej

◀▶ W: 900, 1200 i 1500 mm · H: 730 mm · D: 200 mm

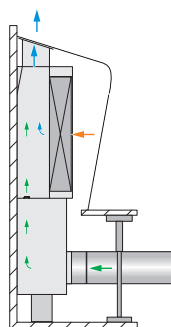
➡ 4 – 50 l/s · 14 – 180 m³/h powietrza pierwotnego

❄ Wydajność chłodnicza do 1100 W

🔥 Wydajność cieplna do 1730 W

Nawiew mieszający i wyporowy

Typ IDB



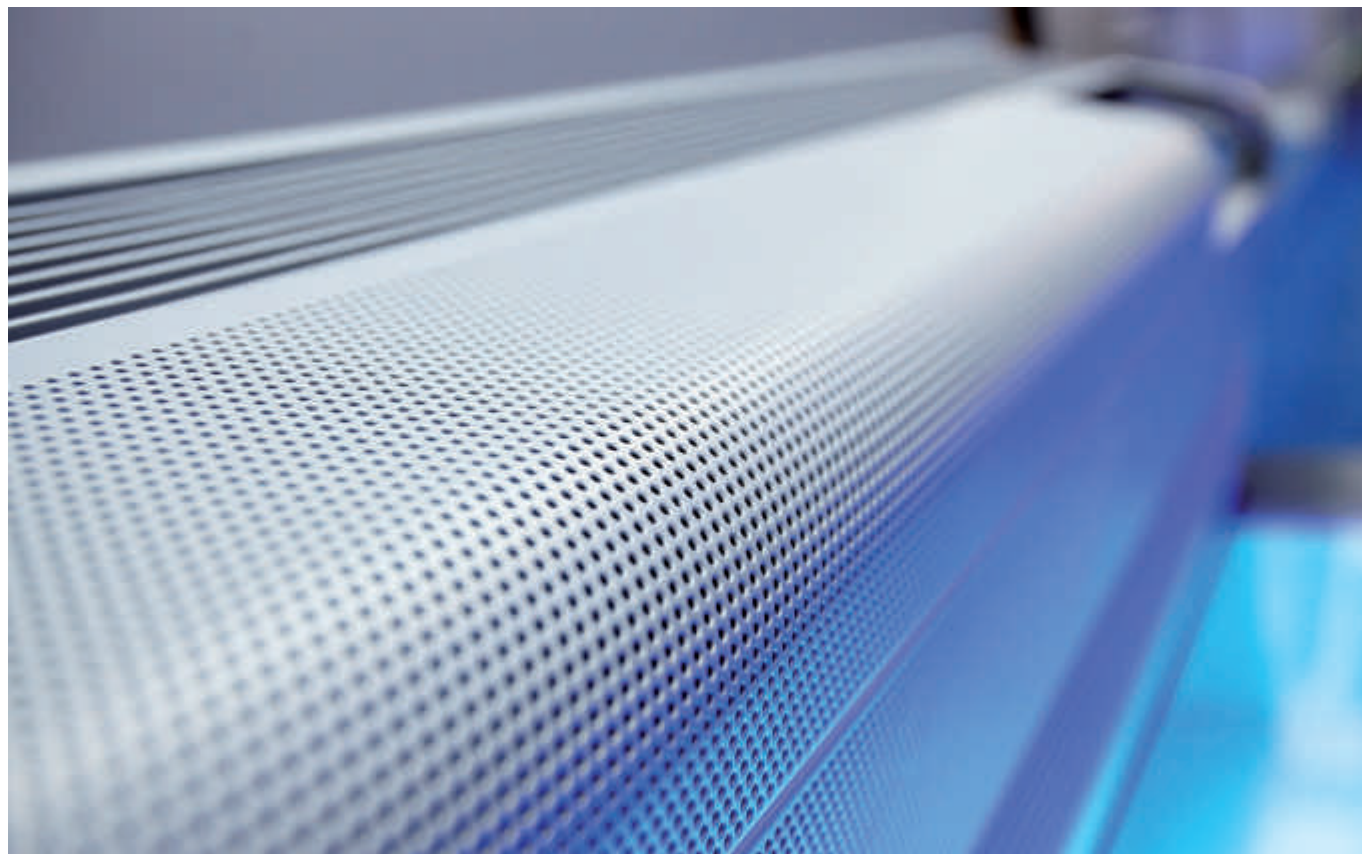
- Boczne podłączenie króćca powietrza pierwotnego w podniesionej podłodze
- Z zainstalowanym filtrem zgrubnym
- Wymiary dopasowane do wymogów projektowych

◀▶ W: 1200 mm · H: 567 mm · D: 134 mm

➡ 4 – 40 l/s · 14 – 144 m³/h powietrza pierwotnego

❄ Wydajność chłodnicza do 800 W

🔥 Wydajność cieplna do 1000 W



Nawiewniki indukcyjne

Podłogowe nawiewniki indukcyjne

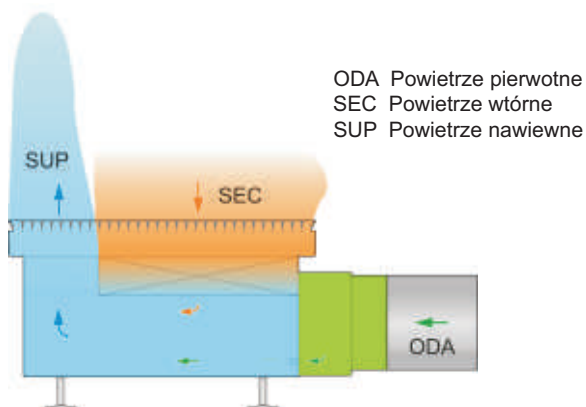
Podłogowe nawiewniki indukcyjne są optymalnym rozwiązaniem wentylacji pomieszczeń przyfasadowych, zwłaszcza w przypadku budynków z przeszkloną fasadą na całej wysokości ściany zewnętrznej. W nowoczesnych budynkach biurowych stosowanie fałszywej podłogi jest coraz częstsze, dlatego też stosowanie tej technologii jest jak najbardziej zasadne. Lokalizacja podłogowych jednostek indukcyjnych bezpośrednio poniżej powierzchni okien pozwala na eliminację niepożądanych dla komfortu cieplnego efektów termicznych występujących na wewnętrznej powierzchni okien w ciągu całego roku.



Office am See, Bregenz, Austria

Zasada działania

Podłogowe nawiewniki indukcyjne są montowane pod powierzchnią fałszywej podłogi w obszarze przylegającym do elewacji budynku. Dostarczają one do pomieszczeń przylegających do przegród zewnętrznych świeże powietrze z centrali klimatyzacyjnej i są wyposażone we własny wymiennik ciepła do podgrzania powietrza lub usunięcia lokalnych zysków ciepła.



Przekrój jednostki IDA

Powietrze pierwotne dostarczane jest do komory mieszającej poprzez dysze. W wyniku tego przepływu indukowane jest powietrze wtórne, które przez podłogową kratkę wlotową i przepływając przez wymiennik ciepła wpływa do komory mieszającej. W komorze powietrze wtórne miesza się z pierwotnym i jako powietrze nawiewne wprowadzane jest pionowo do pomieszczenia przez kratki nawiewne z niską prędkością (0,7 m/s).

European Investment Bank, Luksemburg



Zalety

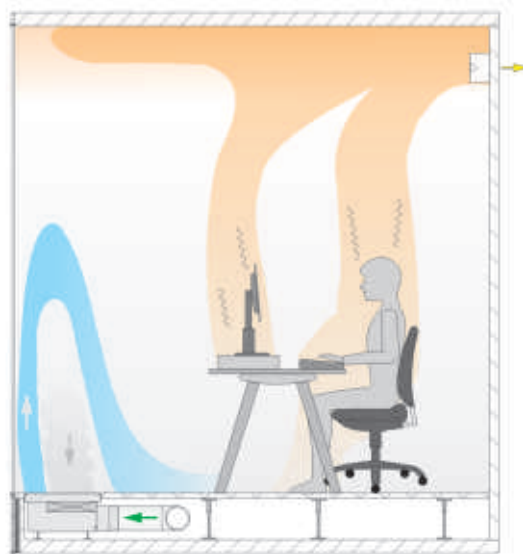
- Dobry poziom komfortu cieplnego w strefie przebywania ludzi, dzięki zastosowaniu nawiewu wyporowego
- Nieturbulentny wyrównany przepływ z niską prędkością w strefie przebywania ludzi
- Całkowicie wolna przestrzeń wewnętrzna, brak kolizji z pełnym przeszkleniem fasady
- Ukryty montaż jednostki, nie wpływający na komfort użytkowników
- Nie wymagany strop podwieszony
- Zminimalizowany wpływ zysków ciepła od okien na poziom komfortu
 - Efekt chłodnych szyb w lecie
 - Kontrolowana temperatura szyb w zimie
- Możliwość współpracy z systemem chłodzenia sufitowego
- Z powodu niskiego poziomu generowanego hałasu, szczególnie zalecany do stosowania w pomieszczeniach z systemem chłodzenia sufitowego, gdzie nie ma możliwości zastosowania na suficie materiału tłumiącego hałas

Nawiewniki indukcyjne

Podłogowe nawiewniki indukcyjne

Tryb chłodzenia

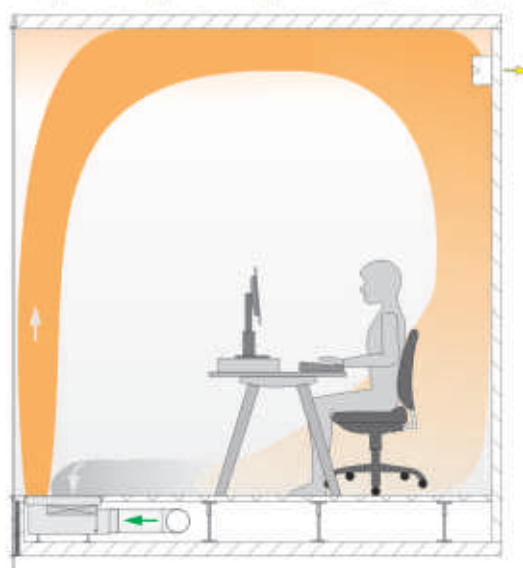
W tym trybie pracy w pomieszczeniu występuje poziomy rozptył powietrza podobny do przepływu wyporowego. Chłodne powietrze nawiewane jest do pomieszczenia pionowo, ponieważ jednak powietrze zimne jest cięższe od ciepłego, kierunek przepływu zmienia się i powietrze lokalnie opada w kierunku podłogi. Podczas tego procesu prędkość przepływu powietrza maleje. W pobliżu podłogi tworzy się warstwa powietrza nawiewanego charakteryzująca się niską prędkością przepływu i dobrą jakością powietrza. Strumienie konwekcyjne powstające wokół ludzi i innych źródeł ciepła w pomieszczeniu unoszą powietrze z warstwy przypodłogowej i dzięki temu tworzą się komfortowe warunki w strefie przebywania ludzi. Część powietrza nawiewanego ogrzewa się w kontakcie z powierzchnią okna i przemieszcza się do góry. Z punktu widzenia użytkowników jest to jednak efekt pożądany, ponieważ w ten sposób obniżana jest temperatura powierzchni okna.



Tryb grzania

Powietrze nawiewane ogrzane lub w temperaturze pomieszczenia wypływa pionowo do góry. Ze stale rosnącą dodatnią różnicą temperatury pomiędzy powietrzem nawiewanym i powietrzem w pomieszczeniu, strumień powietrza nawiewanego nie może opaść w kierunku podłogi i w wyniku tego procesu w pomieszczeniu występuje mieszający przepływ powietrza. Ciepły strumień powietrza przepływający wzdłuż powierzchni okna ma pozytywny wpływ na odczucia użytkowników, gdyż temperatura powierzchni okna wzrasta.

Nie występuje nieprzyjemne uczucie, które pojawia się w pobliżu powierzchni zimnego okna (promieniowanie zimna).



Tryb grzania bez nawiewu

W trybie grzania bez nawiewu (tryb dyżurny, stand-by) podłogowe nawiewniki indukcyjne spełniają funkcję konwekcyjnego grzejnika. Powietrze ogrzewa się w wymienniku ciepła i dzięki ruchom konwekcyjnym unosi się do góry. Powietrze stykające się z powierzchnią okien może opadać na wymiennik ciepła. W ten sposób straty ciepła z powierzchni okien są bezpośrednio kompensowane.



Informacje do projektowania

Informacje ogólne

Ponieważ podłogowe nawiewniki indukcyjne montowane są bezpośrednio przy fasadach budynku, szerokość jednostki jest zależna od rozstawu modułów fasady. Ma to szczególne znaczenie w budynkach o całkowicie przeszklonej fasadzie. Podłogowe nawiewniki indukcyjne są rozmieszczone w przerwach pomiędzy betonowymi filarami zlokalizowanymi wzdłuż ścian zewnętrznych. Odstęp pomiędzy nimi może wynosić od 1.20 do 1.80 m. Jedynym wskaźnikiem miejsca ich montażu są liniowe kratki podłogowe z lamelkami położonymi prostopadłe lub równoległe do fasady budynku. Opcją są pojedyncze kratki, rząd krątek lub kratka liniowa wykonana z aluminium, stali lub stali nierdzewnej.

Poziomy rozdział powietrza

W celu uzyskania wyporowego charakteru przepływu bez zakłóceń, w obszarze od 1.0 do 1.5 m od czoła kratki nawiewnej nie powinny znajdować się żadne elementy zakłócające przepływ. Ten obszar nie może być uznawany za część strefy przebywania ludzi. Jak w przypadku każdego przepływu wyporowego powietrze wywiewane musi być zawsze wyciągane w pobliżu sufitu.

Ograniczenia stosowania

Maksymalna głębokość pomieszczeń w przypadku stosowania tego systemu może wynosić od 5 do 7m. W większych pomieszczeniach podłogowe nawiewniki indukcyjne mogą obsługiwać obszar przylegający do przegród zewnętrznych podczas gdy dodatkowy system taki jak aktywne belki sufitowe mogą zapewnić nawiew powietrza do obszarów wewnętrznych.

Przykład doboru

Parametry do doboru urządzeń			
Parametry	Wartości standardowe	Przykład	Uwagi
Temperatura pomieszczenia	22 do 26 °C	26 °C	
Powierzchnia pomieszczenia (moduł 1.5 x 6.0 m)		9 m ²	
Wydajność chłodnicza		450 W	
Wymagana wydajność chłodnicza	40 do 70 W/m ²	50 W/m ²	
Natężenie przepływu powietrza świeżego	5 do 8 (m ³ /h)/m ²	50 m ³ /h	
Temperatura powietrza świeżego		16 °C	
Temperatura wody chłodzącej - zasilanie	16 do 20 °C	16 °C	
Temperatura wody chłodzącej - powrót	18 do 23 °C	18 °C	
Wyniki doboru ¹⁾			
Pojemność chłodnicza powietrza		167 W	
Efektywna różnica temperatur	-10 do -4 K	-9 K	
Wymagana pojemność chłodnicza obiegu wodnego		283 W	
Wydajność chłodnicza przy -10 K		314 W	
Natężenie przepływu wody chłodzącej	50 do 250 l/h	122 l/h	
Wydajność chłodnicza przy -10 K i 110 l/h		308 W	/ 1.02 wkaźnik korekcyjny do 110 l/h
Dobrano: BID-4-U/1250x900x98			Dysza typu: U
Nominalna wydajność chłodnicza	200 do 1000 W	357 W	przy -10 K, dane producenta
Projektowa wydajność chłodnicza		495 W	328 + 167
Prędkość powietrza w odległości 1.5 m	0.15 do 0.22 m/s	0.11 m/s	Wysokość: 0.10 m
Spadek ciśnienia po stronie wody	3.0 do 4.5 kPa	5.5 kPa	
Poziom ciśnienia akustycznego	do 40 dB(A)	<20 dB(A)	Przy 6 dB tłumienia pomieszczenia

¹⁾ Obliczenia według programu TROX do doboru urządzeń

Dobór urządzeń

Efektywna różnica temperatur

Oprócz rozwiązań konstrukcyjnych nawiewnika i użytych materiałów, z którego wykonany jest wymiennik ciepła, równie ważną zmienną do doboru urządzenia jest uzyskiwana efektywna różnica temperatur.

$$\Delta t_{RW} = \frac{(t_{KWV} + t_{KWR})}{2} - t_R$$

Δt_{RW} Efektywna różnica temperatur
 t_{KWV} Temperatura wody chłodzącej - zasilanie
 t_{KWR} Temperatura wody chłodzącej - powrót
 t_R Temperatura pomieszczenia

Przeliczenie na inną różnicę temperatur

Dane katalogowe podawane przez producenta określają z reguły wydajność cieplną dla ustalonej różnicy temperatur. Wydajność cieplna, jaka może być uzyskana w warunkach projektowych obliczona może być przy użyciu poniższego wzoru.

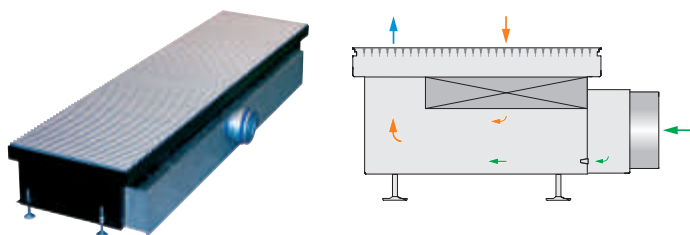
$$\dot{Q} \cong \dot{Q}_N \cdot \frac{\Delta t}{\Delta t_N}$$

\dot{Q} Wydajność cieplna (grzewcza lub chłodnicza)
 \dot{Q}_N Wydajność cieplna, wg danych katalogowych
 Δt Efektywna różnica temperatur, projektowa
 Δt_N Efektywna różnica temperatur, wg danych katalogowych

Nawiewniki indukcyjne

Podłogowe nawiewniki indukcyjne

Typ BID



- Prostokątna kratka podłogowa wykonana w różnych konfiguracjach z różnych materiałów
- Mała wysokość urządzenia
- Wymiary dopasowane do wymogów projektowych

◀▶ W: 1100 – 1849 mm · H: 191 mm · D: 404 mm
⌚ 4 – 40 l/s · 14 – 144 m³/h powietrza pierwotnego
❄ Wydajność chłodnicza do 1030 W
☀ Wydajność cieplna do 1225 W



European Investment Bank (Europejski Bank Inwestycyjny), Luksemburg



Light-Tower, Frankfurt nad Menem, Niemcy

Decentralizacja systemów wentylacyjnych i instalacja ich w lub na fasadzie budynku przy realizacji wielu projektów pozwala na osiągnięcie korzyści w zakresie efektywności ekonomicznej, rozwiązań technicznych i poziomu komfortu wewnętrznego. W takim przypadku nie ma wymogu zapewnienia odpowiedniej wielkości pomieszczeń maszynowni wentylacyjnej i sieci kanałów wentylacyjnych lub jest ona znacząco zmniejszona. Ma to znaczny wpływ na wysokość kondygnacji liczonej w osiach konstrukcyjnych stropów, a w związku z tym na koszty całego budynku. Zastosowanie fasadowych urządzeń wentylacyjnych umożliwia w przypadku nowych obiektów konstrukcyjnych zaprojektowanie innowacyjnego, dopasowanego do specyfiki projektu systemu wentylacyjnego, oferując jednocześnie wysoki stopień elastyczności proponowanych rozwiązań i ich wysoką efektywność energetyczną. Często też zastosowanie tego systemu jest jedynym możliwym rozwiązaniem w przypadku modernizacji istniejących budynków z systemami wentylacji i klimatyzacji, ponieważ przy stosowaniu fasadowych urządzeń wentylacyjnych nie jest potrzebna centralna maszynownia wentylacyjna.



Pomiar przepływu powietrza

Zasada działania

Fasadowe urządzenia wentylacyjne realizują różne funkcje centrali klimatyzacyjnej. Są one ulokowane w lub na zewnętrznej ścianie budynku lub fasadzie. Zastosowanie tych urządzeń pozwala na dostarczanie uzdatnionego powietrza najkrótszą drogą przy kontrolowanym poziomie hałasu, do lub z pomieszczeń. System kanałów wentylacyjnych jest w tym przypadku zbędny. Fasadowe urządzenia wentylacyjne to zazwyczaj urządzenia specjalnie zaprojektowane i skonstruowane na potrzeby określonego projektu, wykorzystujące zaawansowane technicznie i sprawdzone moduły funkcyjne. Do doboru i prawidłowego wykorzystania oferowanych przez te urządzenia funkcji bardzo ważne jest określenie następujących kryteriów: wymaganej koncepcji zdecentralizowanego systemu wentylacji, zakresu wymaganych funkcji oraz lokalizacji urządzeń. W oparciu o te kryteria do dnia dzisiejszego zrealizowane zostały liczne projekty wyposażone w fasadowe urządzenia wentylacyjne, a w przyszłości będą dostępne dalsze opcje.

System wentylacji fasadowej

Pomieszczenia mogą być wentylowane wyłącznie za pomocą fasadowych urządzeń wentylacyjnych. Urządzenia te mogą być również zastosowane jako uzupełnienie centralnego systemu wentylacji.

Funkcje

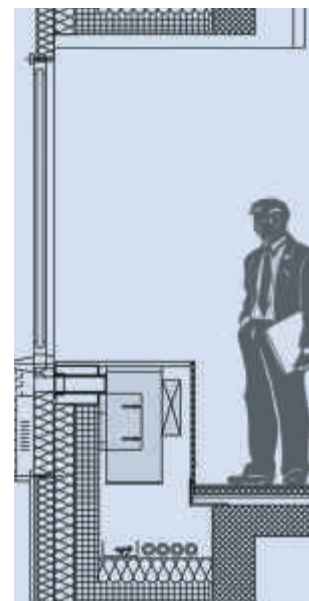
Fasadowe urządzenia wentylacyjne mogą pełnić funkcje od prostej jednostki nawiewno/wywiewnej aż po złożoną mini centralę klimatyzacyjną. W jednostkach możliwe jest zastosowanie innowacyjnych technologii, na przykład wykorzystanie materiałów zmiennofazowych (PCM).

Poniżej znajdziecie Państwo szczegółowy opis opcji możliwych do zastosowania w fasadowych urządzeniach wentylacyjnych wraz z opisem funkcji stosowanych modułów i dostępnych komponentów.

Miejsce instalacji

Fasadowe urządzenia wentylacyjne montowane są głównie pod parapetem lub w przestrzeni podpodłogowej. Urządzenia podokienne mogą być montowane pod parapetem (pod oknem), przed parapetem, lub też w górnej części lub z boku okna. Urządzenia podłogowe są montowane w przestrzeni podpodłogowej przylegającej do fasady. Jest to idealne rozwiązanie dla projektowanych budynków o całkowicie przeszklonej fasadzie.

Fasadowe urządzenia wentylacyjne mogą być również zintegrowane z istniejącą fasadą budynku. Prefabrykacja elementów fasady wraz z jednostkami wentylacyjnymi przed dostarczeniem na budowę pozwala na usprawnienie procesu logistyki przy realizacji projektu, a w efekcie na uzyskanie bardzo wysokiej jakości i redukcję kosztów.



Zalety

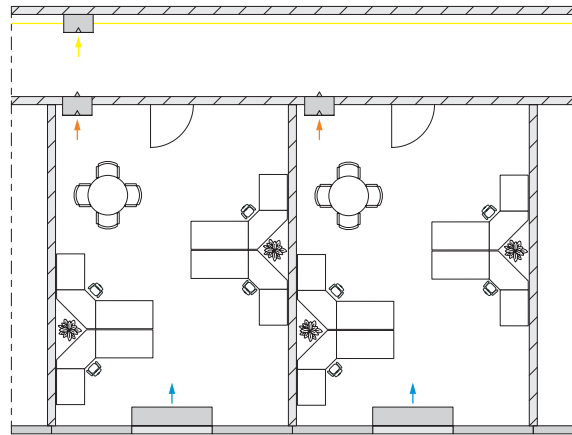
- Zadowolenie z rozwiązania ze strony użytkowników
 - Możliwość indywidualnej regulacji
 - Możliwość otwierania okien
- Wysoka efektywność energetyczna
 - System wyłącza się automatycznie, gdy nie jest używany lub są otwarte okna
 - Możliwość zastosowania odzysku ciepła
- Niskie zapotrzebowanie na energię, gdyż powietrze jest dostarczane do pomieszczeń z małą prędkością i najkrótszą drogą
- Dzięki niskiej energochłonności systemu uzyskuje się wysoką sprawność wentylatorów, a co za tym idzie uzyskiwany jest niski wskaźnik właściwej mocy wentylatorów (SFP)
- Bardzo efektywne wykorzystanie przestrzeni dzięki eliminacji maszynowni klimatyzacyjnej i systemu kanałów wentylacyjnych
- Często jest to jedyne praktyczne rozwiązanie w przypadku modernizacji budynku z mechanicznym systemem wentylacji/klimatyzacji o akceptowalnym poziomie kosztów
- Proste określenie kosztów związanych z obsługą i uproszczenie rozliczenia kosztów w przypadku wynajmu powierzchni biurowej przez wielu użytkowników

System wentylacji fasadowej

Zdecentralizowany nawiew powietrza - scentralizowany wywiew powietrza

Fasadowe urządzenia wentylacyjne zapewniają jakość powietrza w pomieszczeniu poprzez nawiew powietrza pierwotnego do pomieszczenia. W najprostszym przypadku jednostka nawiewna umożliwia dopływ takiej ilości powietrza do pomieszczenia, jaka może być usunięta przez system mechanicznej wentylacji wywiewnej. Jednostka nawiewna wyposażona w wentylator pozwala na regulację przepływu powietrza poprzez sterowanie lub dławienie wentylatora. W tym przypadku powietrze świeże może być także filtrowane i uzdatniane.

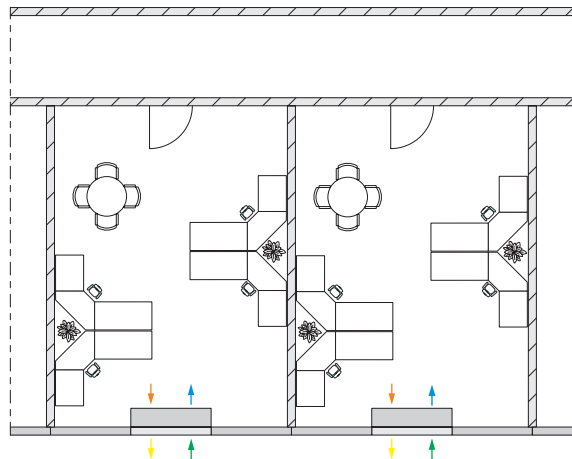
Powietrze wywiewane jest na wysokości podłogi z pomieszczenia lub grupy pomieszczeń przy użyciu scentralizowanego systemu wentylacji wywiewnej. Przykład zastosowania: modernizacja systemu wentylacji w celu polepszenia jakości powietrza wewnętrznego przy zastosowaniu istniejącego systemu wentylacji wywiewnej.



Zdecentralizowany system nawiewu i wywiewu powietrza

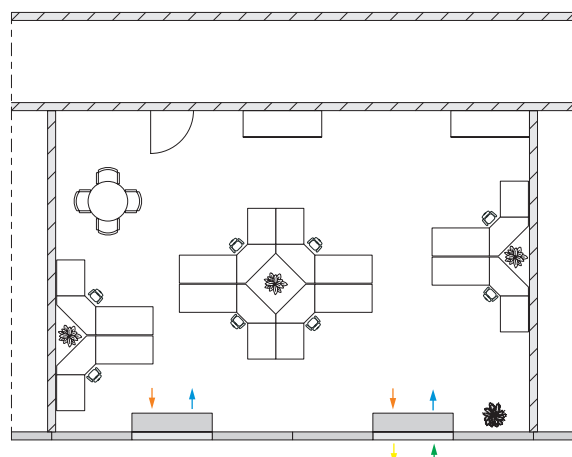
Cały system wentylacji jest zdecentralizowany. Uzyskiwana jest bardzo dobra jakość powietrza wewnętrznego, dzięki zastosowaniu fasadowych urządzeń wentylacyjnych, gdyż dostarczają one uzdatnione świeże powietrze bezpośrednio do pomieszczenia. Procesy oczyszczania i uzdatniania powietrza połączone są w jednym urządzeniu. Proces uzdatniania powietrza dostosowany jest do specyfiki, wymogów i warunków indywidualnego rozwiązania projektowego.

Całe powietrze usuwane jest na zewnątrz przy użyciu fasadowej jednostki wentylacyjnej. W tym celu stosowane są kombinowane jednostki nawiewno-wywiewne. Przykład zastosowania: obiekt nowobudowany lub modernizowany w technologii wentylacji rozproszonej.



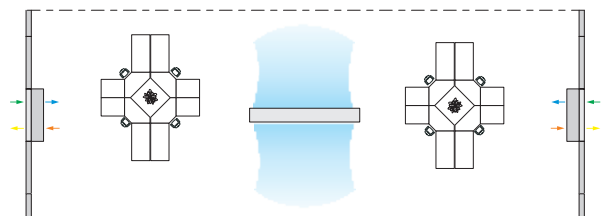
Powietrze wtórne

Do pomieszczeń lub stref budynku o wysokim obciążeniu cieplnym, nawiew powietrza świeżego jest realizowany tylko w ilości niezbędnej do zapewnienia odpowiedniej jakości powietrza wewnętrznego. Moc cieplna i chłodząca wymagana ponad tę dostarczoną z powietrzem świeżym dostarczana jest przez jednostki recyrkulacyjne. Jednostki tego typu efektywnie uzupełniają systemy wentylacji zarówno rozproszonej jak i scentralizowanej. Przykład zastosowania: obiekt nowobudowany, modernizowany lub renowacja (konieczność wymiany urządzeń).



Duże pomieszczenia

Przy wentylacji dużych kubatur efektywnym rozwiązaniem może być kombinacja fasadowych urządzeń wentylacyjnych i na przykład aktywnych belek chłodzących.

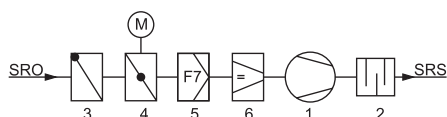


Funkcje

Moduł powietrza nawiewanego

Wentylator powietrza nawiewanego zapewnia nawiew świeżego powietrza, które następnie jest filtrowane, uzdatniane i doprowadzane do pomieszczenia.

- **Kłapa zwrotna**
W zależności od kierunku wiatru, na jednej ze ścian budynku może wystąpić podciśnienie. Może to doprowadzić do wstecznego przepływu powietrza uzdatnionego w jednostce na zewnątrz. Aby temu zapobiec stosowana jest kłapa zwrotna.
- **Przepustnica odcinająca**
W przypadku, gdy jednostka wentylacji rozproszonej jest wyłączona, siłownik ze sprężyną powrotną zamyka przepustnicę odcinającą w celu zapobieżenia niekontrolowanemu przepływowi powietrza, które mogłoby bardzo szybko podgrzać budynek w lato lub wystudzić w zimie.
- **Filtr dokładny**
Oczyszczanie powietrza odbywa się przy użyciu filtra dokładnego. Filtr na wlocie do urządzenia chroni przed zanieczyszczeniami zarówno sam wentylator jak położone dalej w kierunku przepływu powietrza urządzenia, szczególnie wymiennik ciepła. Dzięki temu do strefy przebywania ludzi nawiewane jest powietrze dobrej jakości.
- **Regulator przepływu**
Z powodu stosowania filtrów i zmiennego ciśnienia wiatru na fasadę budynku, wywoływana przez te czynniki różnica ciśnień może zmieniać częstość wymian w pomieszczeniu. Zastosowanie regulatora przepływu nie dopuszcza do przekroczenia wymaganego przepływu powietrza.
- **Wentylator**
Aby zapewnić nawiew powietrza stosowany jest cichy, wysokosprawny wentylator promieniowy.
- **Tłumik**
Zarówno hałas generowany przez pracę wentylatora jak i ten pochodzący z otoczenia budynku może być efektywnie zredukowany w tłumiku pomimo jego niewielkich rozmiarów. Szczególnie niski poziom mocy akustycznej wentylatora pozwala na wykorzystanie jednostek nawet w obiektach, które wymagają wyjątkowo niskiego poziomu hałasu.



- | | |
|---|--|
| 1 Wentylator | 7 Wymiennik ciepła |
| 2 Tłumik | 8 Czujnik temperatury |
| 3 Kłapa zwrotna | 9 Zawór regulacyjny z siłownikiem |
| 4 Przepustnica odcinająca z siłownikiem | 10 Regulator FSL-CONTROL |
| 5 Filtr | SRO Powietrze świeże do pojedynczego pomieszczenia |
| 6 Regulator przepływu | SRS Powietrze nawiewane pojedynczego pomieszczenia |

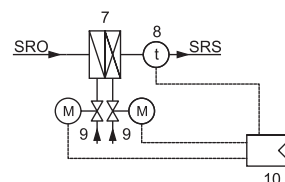


Moduł wymiennika ciepła

Moduł wymiennika ciepła zawiera wymiennik (chłodnicę i/lub nagrzewnicę), zawory regulacyjne z siłownikami, zawory odcinające i czujnik temperatury powietrza nawiewanego. Taca kondensatu służy do zbierania pojawiających się skroplin.

Zyski ciepła z pomieszczenia usuwane są za pomocą wymienników. Przy przepływie przez nagrzewnicę temperatura powietrza wzrasta, podczas gdy wilgotność bezwzględna pozostaje stała. Wydajność chłodnicy zależy od temperatury przepływającej wody chłodzącej. Jeśli ta temperatura jest wyższa od punktu rosy powietrza świeżego zachodzi tak zwany suchy (jawny) proces chłodzenia, w którym zawartość wilgoci w powietrzu pozostaje stała. W sytuacji, gdy temperatura spada poniżej punktu rosy, część wilgoci zawartej w powietrzu wykrapla się na powierzchni wymiennika (chłodzenie utajone) i tym samym odbierane jest dodatkowe ciepło z powietrza. Fasadowe urządzenia wentylacyjne są głównie przeznaczone do pracy w systemie chłodzenia suchego (jawnego).

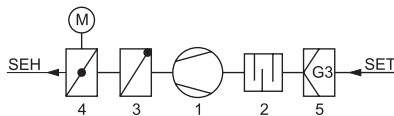
Pomimo tego, w jednostkach montowana jest taca kondensatu, która może zbierać ewentualnie pojawiający się kondensat, gdy temperatura powietrza chwilowo spadnie poniżej temperatury punktu rosy. Zebrany w wyniku tego kondensat odparowuje z czasem.



Moduł powietrza wywiewanego

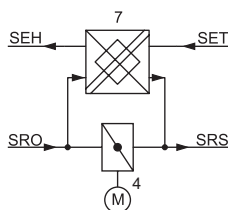
Wentylator powietrza wywiewanego wyciąga powietrze z pomieszczenia i usuwa je na zewnątrz.

- **Filtr zgrubny**
Filtr zgrubny zabezpiecza wentylator i wymiennik ciepła przed zanieczyszczeniami.
- **Tłumik**
Hałas generowany przez wentylator jest skutecznie zredukowany przez tłumik. Szczególnie niski poziom mocy akustycznej wentylatora pozwala na korzystanie z jednostek nawet w projektach, które wymagają wyjątkowo niskiego poziomu hałasu.
- **Wentylator**
Aby zapewnić wywiew powietrza stosowany jest cichy, wysokosprawny wentylator promieniowy.
- **Kłapa zwrotna**
W przypadku ciśnienia wywieranego przez napór wiatru nieuzdatnione powietrze świeże może przedostawać się do pomieszczenia. Zabezpieczenie przed odwrotnym przepływem powietrza stanowi zainstalowana kłapa zwrotna.
- **Przepustnica odcinająca**
W przypadku, gdy jednostka wentylacji fasadowej jest wyłączona, siłownik ze sprężyną powrotną zamyka przepustnicę odcinającą w celu zapobieżenia niekontrolowanemu przepływowi powietrza, które mogłoby bardzo szybko podgrzać budynek w lato lub wystudzić w zimie.



Odzysk ciepła

W wymienniku zapewniającym odzysk ciepła, część ciepła odbieranego od powietrza wywiewanego przekazywana jest do powietrza świeżego. Podczas okresów przejściowych i aby uniknąć oblodzenia wymiennika odzysku ciepła stosowana jest przepustnica obejścia (by pass'u).



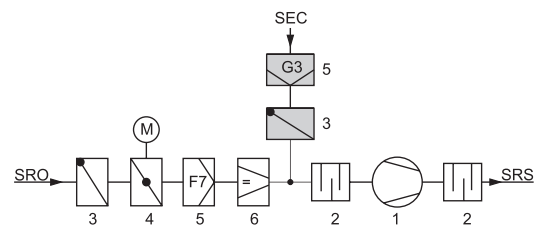
- | | |
|---|--|
| 1 Wentylator | SRO - Powietrze świeże do pojedynczego pomieszczenia |
| 2 Tłumik | SRS - Nawiew do pojedynczego pomieszczenia |
| 3 Kłapa zwrotna | SEH - Wywiew z pojedynczego pomieszczenia |
| 4 Przepustnica odcinająca z siłownikiem | SET - Wywiew z pojedynczego pomieszczenia |
| 5 Filtr | SEC - Powietrze wtórne |
| 6 Regulator przepływu | |
| 7 Wymiennik ciepła | |

Capricorn-Building, Düsseldorf, Niemcy

Moduł powietrza wtórnego

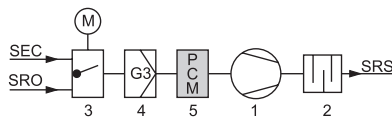
W celu uniknięcia wysokiego obciążenia termicznego z pomieszczenia, powietrze wewnętrzne recyrkuluje i przepływa przez wymiennik ciepła razem z powietrzem świeżym. Ponieważ dzięki temu wzrasta całkowite natężenie przepływu powietrza, wzrasta jednocześnie wydajność chłodząca lub ciepła. W celu kontroli wydajności wentylator nawiewny powinien posiadać regulację wielostopniową lub płynną.

- **Moduł mieszania powietrza wtórnego**
Wraz ze wzrostem obciążenia cieplnego czy chłodniczego wzrasta też prędkość obrotowa wentylatora, a więc i natężenie przepływu powietrza nawiewanego. Kiedy natężenie przepływu powietrza nawiewanego jest większe od natężenia przepływu powietrza świeżego różnica w natężeniu przepływu uzupełniana jest powietrzem wewnętrznym. Natężenie przepływu powietrza wtórnego regulowane jest przez regulator przepływu bezpośredniego działania.
- **Tryb działania na powietrzu wtórnym**
W sytuacji, gdy w pomieszczeniu nie ma użytkowników skorzystanie z działania jednostki w trybie dyżurnym bez dopływu powietrza jest atrakcyjną możliwością. Do regulacji temperatury w pomieszczeniu wykorzystane jest tylko powietrze wewnętrzne przepływające przez wymiennik ciepła.
- **Moduł recyrkulacji**
Moduł powietrza wtórnego nie ma przyłącza powietrza świeżego; jest on przeznaczony tylko do recyrkulacji powietrza wtórnego w celu usunięcia obciążeń cieplnych.



Materiały zmiennofazowe (PCM)

W ciągu dnia gorące powietrze świeże przepływa przez akumulator ciepła PCM, gdzie jest chłodzone, a następnie nawiewane do pomieszczenia. Proces chłodzenia jest efektywny do momentu, gdy materiał zmiennofazowy PCM początkowo w fazie stałej ulegnie stopieniu w wyniku akumulacji ciepła. Podczas pracy w cyklu nocnym zimniejsze powietrze zewnętrzne przepływa przez jednostkę i materiał zmiennofazowy PCM ulega ponownej krystalizacji i dzięki temu może być powtórnie użyty w ciągu dnia do chłodzenia pomieszczenia. Zależnie od rozwiązania konstrukcyjnego akumulatora energii utajonej jest on w stanie zapewnić akceptowalną temperaturę w pomieszczeniu do 10 godzin w ciągu następnego dnia.



Fasadowe urządzenie wentylacyjne pobiera powietrze świeże poprzez kratkę wlotową w fasadzie i dostarcza je do pomieszczenia. W przypadku pojawienia się bardzo wysokich temperatur zewnętrznych praca jednostki w trybie mieszanym z powietrzem wtórnym lub tylko na powietrzu wtórnym pozwala na spowolnienie procesu topnienia materiału zmiennofazowego PCM w akumulatorze ciepła utajonego a tym samym akumulator „nie rozładowuje” się zbyt szybko.

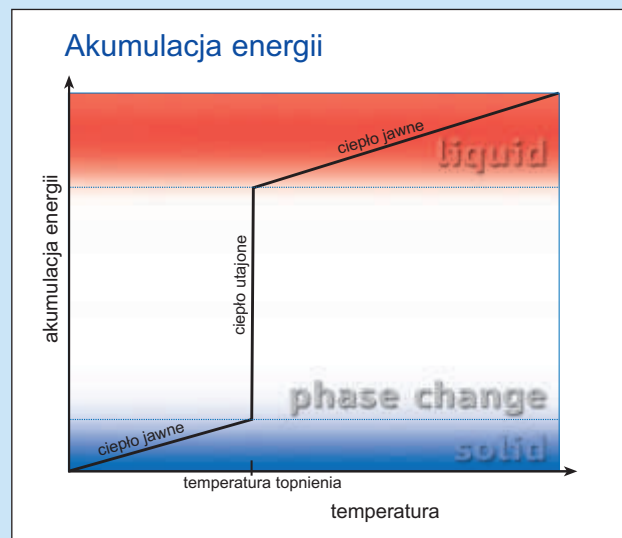
W okresie letnim, podczas nocnego trybu pracy jednostki z modulem PCM, także cała kubatura budynku jest chłodzona (nocne przewietrzanie). Oznacza to, że tego typu jednostki mogą być stosowane w pomieszczeniach o obciążeniu cieplnym do 60 W/m².

- | | |
|----------------------------|--|
| 1 Wentylator | 5 Blok materiału zmiennofazowego PCM |
| 2 Tłumik | SRO Powietrze świeże do pojedynczego pomieszczenia |
| 3 Przepustnica regulacyjna | SRS Powietrze wywiewane z pojedynczego pomieszczenia |
| 4 Filtr | SEC Powietrze wtórne |

Naturalne chłodzenie przy użyciu materiałów zmiennofazowych (PCM)

Jeśli do substancji dostarczana lub odbierana jest energia (ciepło) zmienia się jej temperatura lub substancja ta zmienia swój stan skupienia (ciało stałe, ciecz lub gaz) w określonej temperaturze (punkt topnienia i parowania) bez dalszej zmiany temperatury. Taką właściwość mają wszystkie materiały i substancje, ale przy różnych wartościach temperatury i ciśnienia. Do zastosowań w technologii wentylacyjnej, jako materiał zmiennofazowy PCM wykorzystywana jest parafina lub sól uwodniona, których temperatura topnienia zawarta jest pomiędzy 20 i 25°C. W momencie przemiany fazowej ogromna ilość ciepła, tak zwanego ciepła utajonego, jest pobierana lub uwalniana przy zachowaniu stałej temperatury. Nawet niewielka różnica temperatury wystarcza, aby wywołać przemianę fazową. Załóżmy, że masa jednego kilograma betonu zostaje schłodzona o 10 K w normalnej temperaturze pokojowej podczas nocnego ochłodzenia (spadku temperatury). Oznacza to, że ta masa dysponuje potencjałem chłodniczym pozwalającym na usunięcie 10 kJ ciepła z pomieszczenia w ciągu dnia.

Ponieważ materiał zmiennofazowy PCM zmienia swój stan skupienia z cieczy w ciało stałe przy tych samych warunkach ochłodzenia nocnego to w tym przypadku potencjał chłodniczy wzrasta do ok. 190 kJ (ok. 0,05 kWh) na kilogram tj. 19 razy więcej niż w przypadku betonu.



Regulacja

W zależności od zakresu funkcji realizowanych przez fasadowe urządzenie wentylacyjne oraz projektu technicznego ogólnego systemu regulacji i sterowania określany jest dodatkowy zakres regulacji w jednostce. W tym zakresie powinny być rozważone także różne tryby pracy energooszczędnej, a także kompatybilność przyjętych rozwiązań z nadrzędnym systemem sterowania i monitoringu budynku (BMS).

FSL-CONTROL to system regulacyjny poszczególnych pokoi, który jest dostosowany do sterowania pracą fasadowych urządzeń wentylacyjnych. Regulator wyposażony jest w niezbędne wyjścia elektroniczne do podłączenia i komunikacji z panelami sterującymi, czujnikami temperatury i siłownikami urządzeń wykonawczych oraz w oprogramowanie służące regulacji wymienionych poniżej parametrów.

Temperatura pomieszczenia

Temperatura pomieszczenia regulowana jest głównie poprzez sterowanie pracą zaworów regulacyjnych zainstalowanych na obiegach wodnych wymienników ciepła. Moduł powietrza wtórnego pracuje przy zmiennej ilości powietrza nawiewanego. Dodatkowo obroty wentylatora regulowane są krokowo.

Temperatura powietrza nawiewanego

Wyjątkowo rygorystyczne wymogi dotyczące poziomu komfortu w pomieszczeniu mogą być spełnione poprzez regulację lub ograniczanie temperatury powietrza nawiewanego. W trybie kaskadowej regulacji nastawa temperatury powietrza nawiewanego pociąga konieczność regulacji temperatury w pomieszczeniu.

Natężenie przepływu powietrza świeżego

Typ wentylatora powietrza nawiewanego i określenie roboczej prędkości obrotowej ustalane jest na podstawie natężenia przepływu powietrza świeżego. Stosowanie odrębnej regulacji natężenia przepływu nie jest konieczne. W zależności od wymagań, wentylator powietrza nawiewanego wyposażony jest zwykle w trzystopniową regulację prędkości obrotowej. Najniższa prędkość obrotowa określana jest na podstawie wymaganego minimalnego natężenia przepływu powietrza świeżego.



Panel sterowania
FSL-CONTROL

Elementy składowe FSL-CONTROL

- Regulator LON
- Panel sterowania
- Regulacyjny zawór wody chłodzącej i grzewczej
- Siłownik zaworu
- Czujnik temperatury nawiewu

Tryby pracy regulatora FSL-CONTROL

- Tryb komfortu
Temperatura w pomieszczeniu jest regulowana zgodnie z zadaną wartością temperatury określoną przez użytkownika.
- Tryb gotowości (stand-by)
Wartość nastawy jest obniżana lub zwiększana.
- Tryb oszczędny (pomieszczenia puste)
Temperatura pomieszczenia nie jest regulowana. Funkcje zabezpieczenia przed zamarzaniem i przegrzaniem nadal są aktywne. Moduł nawiewu z funkcją powietrza wtórnego przełączony jest na pracę na powietrzu wtórnym.

FSL-CONTROL – funkcje bezpieczeństwa

- Zabezpieczenie wymiennika ciepła przed zamarzaniem
- Zabezpieczenie wymiennika ciepła przed oblodzeniem
- Zabezpieczenie przed przegrzaniem i wyiębieniem budynku

Budynek biurowy przy Feldbergstraße, Frankfurt nad Menem, Niemcy



Informacje do projektowania

Warianty jednostek

Funkcja	Model jednostki					
	ZUL	ABL	ZAB	ZAS	ZUS	SEK
Moduły						
Nawiew	•		•	•	•	
Wywiew		•	•	•		
Powietrze wtórne				•	•	•
Moduły dodatkowe						
Wymiennik ciepła	•		•	•	•	•
Odzysk ciepła			•	•		
Materiał zmienno fazowy (PCM)	•		•	•	•	•

Projekt

Fasadowe urządzenia wentylacyjne to zazwyczaj urządzenia specjalnie zaprojektowane i skonstruowane do indywidualnych rozwiązań i wymagań związanych z konkretnym projektem nowego lub modernizowanego budynku. W ten sposób dostępny zakres opcji jednostek jest praktycznie nieograniczony. Jednostki podokienne są obudowane przez klienta. Kratki wentylacyjne nawiewne i wywiewne dostępne są w różnych wykonaniach. Kratka wywiewna może być montowana pod lub w parapecie. W przypadku jednostek podłogowych są widoczne tylko wentylacyjne kratki liniowe, przy czym mogą mieć one łopatki usytuowane prostopadłe lub równoległe do fasady budynku. Innymi opcjami są pojedyncze kratki, rząd kratek lub kratka liniowa wykonana z aluminium, stali lub stali nierdzewnej.

Aranżacja fasady

Określenie wielkości, usytuowania i projektu otworów nawiewnych i wywiewnych zlokalizowanych w fasadzie wymaga koordynacji na wczesnym etapie projektu konstrukcyjnego budynku pomiędzy architektem, architektem zajmującym się projektem fasady, konstruktorem, projektantem części mechanicznej i producentem urządzeń.

- Lokalizacja otworów wlotowych i wylotowych
Odległość pomiędzy otworami wlotowym i wylotowym powietrza powinna być tak duża jak to tylko jest możliwe aby uniknąć spięcia pomiędzy powietrzem wywiewanym a nawiewanym. Powietrze wylotowe powinno być usuwane z dużą prędkością i skierowane w stronę przeciwną od miejsca poboru powietrza. Odnosi się to również do jednostek obsługujących sąsiadujące pomieszczenia.
- Konstrukcja
Zapewnienie trwałego i szczelnego połączenia pomiędzy fasadą a jednostką FSL jest szczególnie ważne. Dodatkowo pomiędzy jednostką a zewnętrzną powierzchnią fasady powinna znajdować się dylatacja termiczna.
- Zabezpieczenie przed wpływem atmosfery
Prawidłowe zabezpieczenie przed przedostawaniem się deszczu do środka jednostki uzyskać można na dwa sposoby: albo instalując na wlocie powietrza czerpnię ścienną z zabezpieczeniem przed wpływami atmosfery lub odpowiednio profilując wlot powietrza. Prędkość przepływu powietrza przez otwór wlotowy w fasadzie budynku nie powinna przekraczać 2.0 m/s. Obudowa wlotu powietrza powinna posiadać odpowiednie nachylenie na zewnątrz zapewniające odprowadzanie wody podczas skrajnych warunków pogodowych.

Poziomy rozdział powietrza

Niezależnie od ich lokalizacji fasadowe urządzenia wentylacyjne realizują nawiew do pomieszczenia w formie nawiewu waporowego. Wyższa prędkość przepływu powietrza (do 2 m/s) występuje w przypadku przepływu przez kratkę podłogową lub obudowę jednostki. Jednak nawet w tym przypadku prędkość przepływu powietrza gwałtownie spada dzięki zjawisku indukcji tak, że w strefie przebywania ludzi mamy do czynienia z przepływem waporowym. W celu uzyskania waporowego charakteru przepływu w obszarze od 1.0 do 1.5 m od czoła urządzenie nie powinny znajdować się żadne elementy mogące zakłócić przepływ. Ten obszar, nie może być uznawany za część strefy przebywania ludzi.

Ograniczenia stosowania

- Jeśli wilgotność względna ma być utrzymywana w ścisłych granicach, to w przypadku tego systemu będzie to bardzo kosztowne rozwiązanie. Pomieszczenia o dużej ilości użytkowników i o limitowanej szerokości fasady nie mogą być obsługiwane wyłącznie przez fasadowe urządzenia wentylacyjne.
- Maksymalna głębokość pomieszczeń w przypadku stosowania tego systemu może wynosić od 5 do 7m. W większych pomieszczeniach fasadowe urządzenia wentylacyjne mogą obsługiwać pomieszczenie obwodowe przylegające do przegród zewnętrznych, podczas gdy inny system, taki jak: aktywne belki sufitowe mogą zapewnić nawiew powietrza do obszarów wewnętrznych.
- Fasadowe urządzenia wentylacyjne nie są odpowiednim systemem do klimatyzacji pomieszczeń czystych.

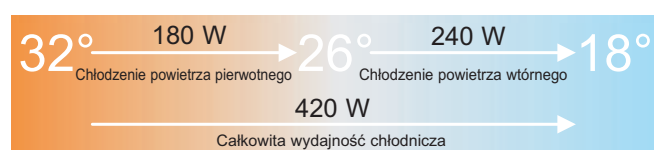
Laimer Würfel, Monachium, Niemcy



Dobór urządzeń

Projektowanie - funkcje i wartości specyficzne

Fasadowe urządzenia wentylacyjne są indywidualnie projektowane i dobierane w oparciu o wymagania i warunki konkretnego projektu. Wielkości tych jednostek nie można wybrać z zakresu standardowych rozmiarów, co jest standardowym postępowaniem w przypadku innych produktów, gdyż konstrukcja ich dopasowana do potrzeb klienta wymaga indywidualnego opracowania rozwiązań technicznych przez producenta. Istotne dane wymagane do zdefiniowania wydajności jednostki i jej funkcji są wymienione poniżej.



Zyski i straty ciepła

Zyski i straty ciepła, w oparciu o które liczone są moce grzewcze i chłodnicze określone są w oparciu o strumień powietrza nawiewanego i różnicę temperatur powietrza nawiewnego i powietrza w pomieszczeniu.

$$\dot{Q} = \dot{V} \cdot (t_{\text{SUP}} - t_R) \cdot a$$

Moc cieplna i chłodnicza

Przy doborze wymiennika ciepła, agregatu chłodniczego i bojlera należy uwzględnić różnicę temperatury pomiędzy powietrzem nawiewanym a powietrzem świeżym.

$$\dot{Q} = \dot{V} \cdot (t_{\text{SUP}} - t_{\text{ODA}} - \Delta t_F) \cdot a$$

\dot{V}	a
l/s	1,20
m ³ /h	0,33

- \dot{Q} Moc cieplna (grzewcza lub chłodnicza) w W
- \dot{V} Natężenie strumienia powietrza nawiewanego w l/s lub m³/h
- t_{SUP} Temperatura nawiewu
- t_R Temperatura pomieszczenia
- t_{ODA} Temperatura powietrza zewnętrznego
- Δt_F Wzrost temperatury na powierzchni fasady budynku

Przykład doboru

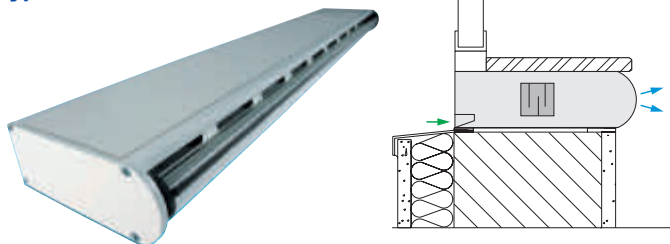
Dane techniczne	Projekt Traungasse
Wymagane parametry jednostki	
Natężenie przepływu powietrza świeżego	do 120 m ³ /h
Wydajność chłodnicza	do 780/320 W
Wydajność cieplna	do 1780/420 W
Maksymalny poziom mocy akustycznej	45 dB(A)
Redukcja hałasu przenikającego z zewnątrz do wewnątrz	50 do 55 dB
Maksymalne wymiary	W: 1200 mm · H: 630 mm · D: 320 mm
Dane eksploatacyjne	
Temperatura pomieszczenia (lato/zima)	26°C / 21°C
Temperatura powietrza zewnętrznego (lato/zima)	32°C / -12°C
Temperatura wody grzewczej (zasilanie/powrót)	60°C / 40°C
Temperatura wody chłodzącej (zasilanie/powrót)	16°C / 19°C
Zakres funkcji	
Miejsce montażu	Parapet
Typ jednostki	Jednostka nawiewna i wywiewna (ZAB)
Filtr powietrza świeżego	F7
Filtr powietrza wywiewanego	G3
Wentylator	Tak
Regulator przepływu	Tak
Wymiennik ciepła	System czterorurowy
Odzysk ciepła z przepustnicą na obejściu	Tak
Przepustnica odcinająca z siłownikiem ze sprężyną powrotną	Tak
Kłapa zwrotna	Tak
Regulator FSL-CONTROL	Tak
Podłączenie hydrauliczne (zawory, siłowniki zaworów, złącza, przyłączki)	Tak
Węże elastyczne	Nie
Kratki wentylacyjne lub liniowe kratki wentylacyjne (stal/stal nierdzewna/aluminium)	Tylko w przypadku jednostek podłogowych
Nawilżanie parowe	Nie
Materiały zmiennofazowe (PCM)	Nie

Fasadowe urządzenia wentylacyjne

Jednostki podokienne

Jednostki nawiewne lub wywiewne

Typ FSL-B-60

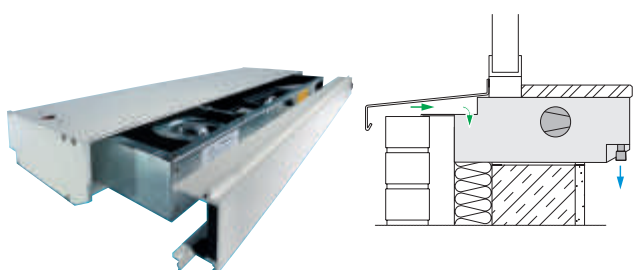


- Naturalna wentylacja przy zachowaniu dobrych parametrów akustycznych
- Montaż nad/pod oknem lub w ścianie
- Nieregulowana wentylacja
- Ręcznie ustawiany regulacyjny cylinder rozdziela powietrza z izolacją termiczną/akustyczną

W: 200 – 3000 mm · H: 60 mm · D: 140 – 600 mm
3 – 42 l/s · 10 – 150 m³/h przy różnicy ciśnień 12 Pa

Jednostki nawiewne lub wywiewne

Typ FSL-B-100

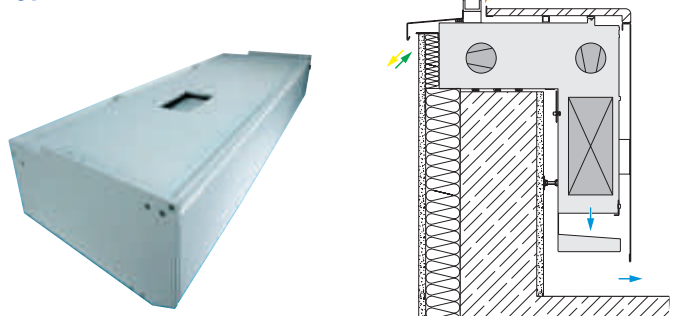


- Naturalna wentylacja przy zachowaniu dobrych parametrów akustycznych
- Konstrukcja dopasowana do wymogów projektowych
- Montaż nad/pod oknem lub z boku okna
- Konstrukcja modułowa:
Podstawowa obudowa do instalacji w fazie budowy
Wkłady modułowe do indywidualnych konfiguracji
- Z izolacją termiczną/akustyczną
- Możliwość montażu filtra dokładnego

W: 1000 – 3000 mm · H: 100 mm · D: 230 – 600 mm
8 – 22 l/s · 30 – 80 m³/h powietrza pierwotnego

Jednostki nawiewne i wywiewne (ZAB)

Typ FSL-B-190



- Mechaniczna wentylacja przy zachowaniu dobrych parametrów akustycznych
- Z odzyskiem ciepła
- Opcjonalnie z wymiennikiem ciepła do celów grzewczych lub chłodniczych
- Montaż podparapetowy lub podokienny
- Elementy modułowe:
Obudowa bazowa przygotowana do montażu w fazie konstrukcyjnej budynku
Modularne wkłady do późniejszego montażu
- Możliwość pracy w trybie grzania konwekcyjnego

W: 1200 mm · H: 190 mm · D: 450 – 600 mm
17 – 33 l/s · 60 – 120 m³/h powietrza świeżego
Wydajność chłodnicza do 560 W
Wydajność cieplna do 1735 W

Jednostki nawiewne z materiałem zmiennofazowym (PCM)

Typ FSL-B-PCM



- Nawiew powietrza z możliwością recyrkulacji
- Chłodzenie bez użycia freonów, neutralne pod względem emisji CO₂
- Z wymiennikiem ciepła
- Wymiary dostosowane do wymogów projektowych
- Idealny w przypadku modernizacji obiektu

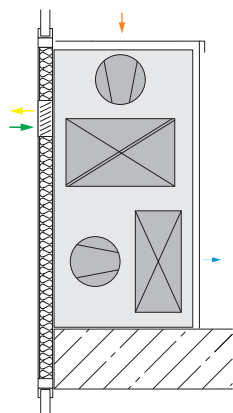
W: 1200 mm · H: 600 mm · D: 300 mm
do 42 l/s · do 150 m³/h powietrza świeżego
Wydajność chłodnicza ok. 280 W przy 5h użytkowaniu
Wydajność cieplna do 2000 W

Fasadowe urządzenia wentylacyjne

Jednostki podokienne (rozwiązania projektowe)

Jednostka nawiewna i wywiewna (ZAB) z modułem powietrza wtórnego (SEK)

Traungasse, Wiedeń, Austria

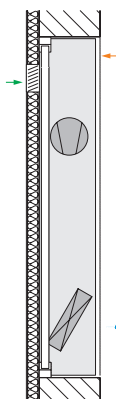


- Wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła
- Moduł powietrza wtórnego (SEK) do odbioru zysków ciepła
- Wymiennik ciepła (grzanie i chłodzenie)
- Montaż pod parapetem
- Wypływ powietrza quasi-wyporowy
- Wysokosprawny wentylator promieniowy
- Regulator przepływu powietrza świeżego niezależnie od ciśnienia wiatru
- Niski poziom mocy akustycznej

W: 1200 mm · H: 630 mm · D: 320 mm
28 – 33 l/s · 100 – 120 m³/h powietrza świeżego (ZAB)
Wydajność chłodnicza do 780 W, SEK: 580 W
Wydajność cieplna do 1780 W, SEK: 790 W

Jednostka nawiewna z podmieszaniem powietrza wtórnego (ZUS)

Feldbergstraße, Frankfurt nad Menem, Niemcy

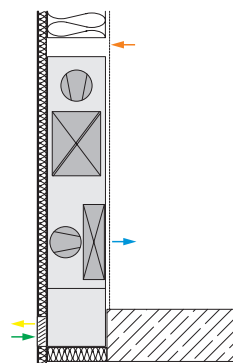


- Wentylacja mechaniczna
- Montaż nad parapetem obok okna
- Wypływ powietrza quasi-wyporowy z dwukierunkowym nawiewem
- Wymiennik ciepła (grzanie i chłodzenie)
- Wysoko sprawny wentylator promieniowy
- Trzystopniowa regulacja prędkości obrotowej wentylatora
- Regulator przepływu powietrza świeżego niezależnie od ciśnienia wiatru
- Niski poziom mocy akustycznej

W: 352 mm · H: 1880 mm · D: 301 mm
21 l/s · 75 m³/h powietrza świeżego
21 – 58 l/s · 75 – 210 m³/h powietrza nawiewnego
Wydajność chłodnicza do 835 W
Wydajność cieplna do 2150 W

Jednostka nawiewna i wywiewna z podmieszaniem powietrza wtórnego (ZAS)

CAPRICORN Haus, Düsseldorf, Niemcy



- Wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła
- Zintegrowana z fasadą konstrukcja modułowa: Obudowa bazowa przygotowana do montażu w fazie konstrukcyjnej budynku
Modularne wkłady do późniejszego montażu
- Wypływ powietrza quasi-wyporowy z dwukierunkowym nawiewem
- Wymiennik ciepła (grzanie i chłodzenie)
- Tryb pracy nawiewny i wywiewny, podmieszania powietrza wtórnego, możliwa pełna recyrkulacja
- Wysoko sprawny wentylator promieniowy
- Trzystopniowa regulacja prędkości obrotowej wentylatora
- Regulator przepływu powietrza świeżego niezależnie od ciśnienia wiatru

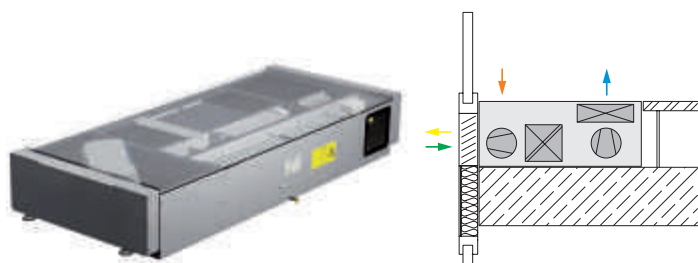
W: 1065 mm · H: 1065 mm · D: 195 mm
16 – 33 l/s · 60 – 120 m³/h powietrza świeżego
Wydajność chłodnicza do 460 W
Wydajność cieplna do 800 W

Fasadowe urządzenia wentylacyjne

Jednostki podłogowe

Jednostka nawiewna i wywiewna

Typ FSL-U-ZAB

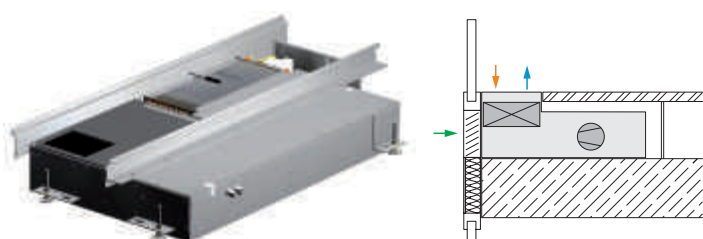


- Wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła
- Wymiennik ciepła (grzanie i chłodzenie)
- Funkcja grzania konwekcyjnego
- Wyływ powietrza quasi-wyporowy
- Regulator przepływu powietrza świeżego niezależnie od ciśnienia wiatru

W: 1200 mm · H: 200 mm · D: 500 mm
16 – 33 l/s · 60 – 120 m³/h powietrza świeżego
Wydajność chłodnicza do 560 W
Wydajność cieplna do 800 W

Jednostka nawiewna z podmieszaniem powietrza wtórnego

Typ FSL-U-ZUS

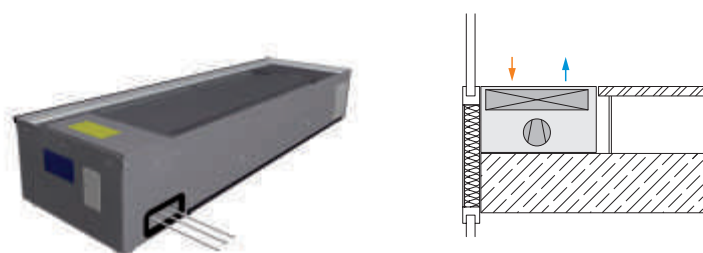


- Wentylacja mechaniczna
- Wymiennik ciepła (grzanie i chłodzenie)
- Wyływ powietrza quasi-wyporowy
- Wysoko sprawny wentylator promieniowy
- Trzystopniowa regulacja prędkości obrotowej wentylatora
- Regulator przepływu powietrza świeżego niezależnie od ciśnienia wiatru

W: od 1100 mm · H: 180 – 230 mm · D: 550 – 640 mm
22 – 33 l/s · 80 – 120 m³/h powietrza świeżego
22 – 56 l/s · 80 – 200 m³/h powietrza nawiewnego
Wydajność chłodnicza do 930 W
Wydajność cieplna do 1330 W

Moduł powietrza wtórnego

Typ FSL-U-SEK



- Do odbioru zysków ciepła
- Wymiennik ciepła (grzanie i chłodzenie)
- Wyływ powietrza quasi-wyporowy
- Wysoko sprawny wentylator promieniowy
- Niski poziom mocy akustycznej

W: od 1200 mm · H: 212 mm · D: 340 mm
22 – 83 l/s · 80 – 300 m³/h powietrza świeżego
Wydajność chłodnicza do 792 W
Wydajność cieplna do 1613 W

Normy/ Wytyczne	Tytuł	Istotne informacje i definicje
PN-EN 13779:2007	Wentylacja budynków niemieszkalnych - Wymagania dotyczące właściwości instalacji wentylacji i klimatyzacji	<ul style="list-style-type: none"> Definicja typów powietrza Klasyfikacja powietrza odciąganego, powietrza wywiewanego, powietrza zewnętrznego i jakości powietrza wewnętrznego Klasyfikacja energetycznego wskaźnika sprawności wentylatorów - SFP Definicja strefy przebywania ludzi Zalecane minimalne klasy filtrów (w załączniku informacyjnym)
PN-EN 15251:2007	Kryteria środowiska wewnętrznego, obejmujące warunki cieplne, jakość powietrza wewnętrznego, oświetlenie i hałas	<ul style="list-style-type: none"> Zalecana krotność wymian w budynkach niemieszkalnych przy standardowym zapełnieniu Zalecane kryteria wyboru wilgotności w strefie przebywania ludzi Określanie poziomu ciśnienia akustycznego w skali A
PN-EN ISO 7730:2007	Ergonomia środowiska termicznego - – Analityczne wyznaczanie i interpretacja komfortu termicznego z zastosowaniem obliczania wskaźników PMV i PPD oraz kryteriów lokalnego komfortu termicznego	<ul style="list-style-type: none"> Maksymalna możliwa prędkość średnia powietrza, jako funkcja temperatury powietrza i intensywności turbulencji Pionowa różnica temperatury pomiędzy wysokością głowy i kolan Wymiana ciepła
VDI 6035 2008	Technologia wentylacji i klimatyzacji – System wentylacji zdecentralizowanej – Klimatyzatory ściennie	<ul style="list-style-type: none"> Podział jednostek na typy urządzeń Wymagania, możliwości zastosowania, ograniczenia stosowania Zasady planowania: fasada, pomieszczenia Konserwacja, kontrola, działanie, serwisowanie Wpływ wiatru Zalety wentylacji zdecentralizowanej
VDMA 24390 2007	Jednostki wentylacji zdecentralizowanej, jakość, sposoby badania	<ul style="list-style-type: none"> Wymagania dotyczące jakości Urządzenia i metody badania Definicje danych producentów
PN-EN 14240:2004	Wentylacja budynków - Sufity chłodzące - Badanie i wzorcowanie	<ul style="list-style-type: none"> Definicja warunków badań i metodyki do określenia wydajności chłodniczej Postanowienia dotyczące porównywalnych i powtarzalnych wartości charakterystycznych produktu
PN-EN 14518:2005	Wentylacja budynków - Belki chłodzące Badanie i wzorcowanie pasywnych belek chłodzących	<ul style="list-style-type: none"> Definicja warunków badań i metodyki do określenia wydajności chłodniczej Definicja metodyki dla określenia lokalnej prędkości przepływu powietrza i temperatury powietrza pod pasywną belką chłodzącą Postanowienia dotyczące porównywalnych i powtarzalnych wartości charakterystycznych produktu
PN-EN 15116:2008	Wentylacja budynków - Belki chłodzące - Badanie i wzorcowanie aktywnych belek chłodzących	<ul style="list-style-type: none"> Definicja metodyki określenia wydajności chłodniczej Postanowienia dotyczące porównywalnych i powtarzalnych wartości charakterystycznych produktu



Karty katalogowe



Informacje o projekcie



Programy doboru



Internet

Broszury techniczne

Karty katalogowe urządzeń

W kartach katalogowych zawarte są informacje dotyczące opisu urządzeń, materiałów konstrukcyjnych, dane akustyczne i aerodynamiczne oraz wymiary urządzeń. W informacji do zamawiania konkretnego urządzenia podane są wszystkie jego ważne właściwości i materiały konstrukcyjne. Opisy te gwarantują, że tylko najwyższej jakości urządzenia są przedmiotem dostawy.

Informacja o projekcie

Wiele indywidualnych rozwiązań projektowych dotyczących systemów wentylacji rozproszonej prezentowanych jest w kartach informacji o projekcie.

Opis funkcji systemu, zastosowane rozwiązania projektowe i parametry techniczne oferują dobrą podstawę do prac koncepcyjnych przy opracowywaniu nowych projektów.

Dobór urządzeń przy użyciu programu doboru urządzeń

Nowa wersja programu do doboru Easy Product Finder docelowo obejmie programy doboru wszystkich urządzeń w jednym programie, znajdują się w nim także wszystkie informacje umożliwiające właściwy wybór urządzenia.

- Dane techniczne
- Zdjęcie produktu, schemat funkcji, wizualizacje przepływu
- Rysunki CAD (model 3D zgodnie z VDI 3805, format DXF lub inny)
- Specyfikacja obejmująca szczegóły dotyczące urządzenia i jego wariantów
- Montaż urządzenia w budynku (szczegóły i wytyczne montażowe)

Firma TROX w Internecie

www.trox.pl

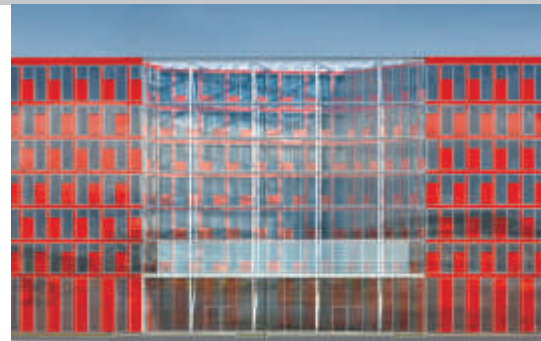
Pełna dokumentacja opublikowana jest w Internecie. Ponadto w Internecie znajdą Państwo wiele przykładów instalacji naszych produktów i systemów oraz opis projektów referencyjnych.

Skoordynowany proces projektowy i współpraca w procesie rozwoju

Systemy powietrzno-wodne są zwykle rozwiązaniami dostosowanymi do indywidualnych wymagań projektowych obejmujących wiele funkcji.

Z tego powodu skoordynowanie procesu projektowego ma fundamentalne znaczenie przy optymalnym doborze wydajności, wymogów w stosunku do jednostek wentylacyjnych i niezbędnych interfejsów, od koncepcji przez konstrukcję aż po uruchomienie systemu.

Proces projektowy oparty na współdziałaniu i kooperacji jest niezbędny, aby projekt został ukończony w terminie, a wymagane poziomy wydajności osiągnięte.



Capricorn House, Düsseldorf, Niemcy

Koncepcja budynku



- **Zadania**

Definiowanie przeznaczenia i planu budynku, jego wymiarów, kształtu i wielkości, opracowanie koncepcji wyposażenia technicznego budynku, systemu fasadowego, projekt

- **Uczestnicy**

Inwestor, architekt, projektant

- **Wsparcie techniczne TROX**

Konsultacje i doradztwo podczas analizy i wyboru systemu

Planowanie pomieszczeń i kondygnacji



- **Zadania**

Definiowanie typu pomieszczeń i typów podłóg, określenie konstrukcji stropów, podłóg i fasady, ustalenie funkcji jednostek wentylacyjnych, obliczenie wymaganej wydajności chłodniczej i cieplnej, ustalenie możliwych lokalizacji montażowych i wstępne określenie wymiarów, definicja niezbędnych interfejsów do innych urządzeń

- **Uczestnicy**

Architekt i projektanci różnych branż

- **Wsparcie techniczne TROX**

Określenie koncepcji jednostek wentylacyjnych, w oparciu o specyficzne wymagania projektu

Projekt jednostek



- **Zadania**

Ustalenie konstrukcji jednostek i określenie ich mocy, projekt przyłączy (powietrza, wody, prądu). Projekt regulacji i centralnego systemu sterowania i monitoringu budynku (BMS)

- **Uczestnicy**

Projektanci różnych branż wszystkich typów jednostek przewidzianych w projekcie oraz generalny wykonawca, instalacyjne firmy wykonawcze i firmy z branży automatyki

- **Wsparcie techniczne TROX**

Szczegółowa koncepcja rozwiązań jednostki wentylacyjnej, jej rozmiaru, wykonanie prototypu i pomiary wydajności, dokumentacja przetargowa wraz ze specyfikacją jednostki wentylacyjnej, określenie danych technicznych i rysunki wykonawcze

Realizacja projektu



- **Zadania**

Realizacja zamówienia, instalacja i podłączenie wszystkich jednostek, uruchomienie i odbiory

- **Uczestnicy**

Projektanci różnych branż i firmy wykonawcze dla wszystkich jednostek umieszczonych w projekcie

- **Wsparcie techniczne TROX**

Realizacja zamówienia, dokumentacja techniczno-ruchowa, uruchomienie

Systemy powietrzno-wodne

Referencje



IBC, Frankfurt, Niemcy

Post Tower, Bonn, Niemcy



Constitution Center, Washington, DC, USA

City of Justice, Barcelona, Hiszpania



Alu

Brixen, Włochy

Antwerp Tower

Antwerp, Belgia

Busbahnhof

Unna, Niemcy

Capricorn House

Düsseldorf, Niemcy

Chambre de Commerce

Luxembourg, Luksemburg

*European Investment Bank,
Luksemburg*

City of Justice

Barcelona, Hiszpania

Constitution Center

Washington, USA

Daimler Chrysler

Sindelfingen, Niemcy

DEG Zentrale

Köln, Niemcy

Dexia BIL

Luxembourg, Luksemburg

EBH Bank

Dania

European Investment Bank

Luxembourg, Luksemburg

Feldbergstraße

Frankfurt nad Menem, Niemcy

Greater London Authority

London, Wielka Brytania

Helvea

Zürich, Szwajcaria

Investment Banking Centre

Frankfurt nad Menem, Niemcy

Imtech Haus

Hamburg, Niemcy

KIA

Frankfurt nad Menem, Niemcy

Laimer Würfel

Monachium, Niemcy

Mannheimer Insurance

Mannheim, Niemcy

Messehalle 3

Frankfurt nad Menem, Niemcy

Messehalle 11

Frankfurt nad Menem, Niemcy

Messezentrum

Salzburg, Austria

Migros

Genf, Szwajcaria

Mondrian EU-Administration

Brüssel, Belgium

Neumühlequai

Zürich, Szwajcaria

Nestlé

Vevey, Szwajcaria

Post Tower

Bonn, Niemcy

Office am See

Bregenz, Austria

Paul Scherrer Institut

Villingen, Szwajcaria

RAMADA Hotel

Solothurn, Szwajcaria

Swiss Post Office

Chur, Szwajcaria

Norwich Union HQ

Norwich, Wielka Brytania

SKYLINK Flughafen

Wien, Austria

Sky Office

Düsseldorf, Niemcy

St. Phillips Academy

New Jersey, USA

Swarovski

Wattens, Austria

Telefónica

Madrid, Hiszpania

Thuringia Insurance

Monachium, Niemcy

Traungasse

Wien, Austria

University

Amsterdam, Holandia

University

Fribourg, Szwajcaria

University Hospital

Zürich, Szwajcaria

WHG-Bürgleinstraße

München, Niemcy



TROX AUSTRIA GmbH (Sp. z o.o.)
Oddział w Polsce
ul. Techniczna 2
05-500 Piaseczno

tel.: 0-22 717 14 70
fax: 0-22 717 14 72
e-mail: trox@trox.pl
www.trox.pl

Centrala TROX

TROX GmbH
Heinrich-Trox-Platz
D-47504 Neukirchen-Vluyn

Phone +49(0)28 45 / 202-0
Fax +49(0)28 45 / 202-265
e-mail: trox@trox.de
www.troxtechnik.com

Oddziały i biura handlowe

Argentyna

TROX Argentina S.A.

Australia

TROX Australia Pty Ltd

Austria

TROX Austria GmbH

Belgia

S.A. TROX Belgium N.V.

Brazylia

TROX do Brasil Ltda.

Bułgaria

TROX Austria GmbH

Chiny

TROX Air Conditioning Components
(Suzhou) Co., Ltd.

Chorwacja

TROX Austria GmbH

Republika Czeska

TROX Austria GmbH

Dania

TROX Danmark A/S

Francja

TROX France Sarl

Niemcy

FSL GmbH & Co. KG
TROX Deutschland GmbH
TROX Filter GmbH

Wielka Brytania

TROX UK Ltd.
TROX AITCS Ltd.

Hong Kong

TROX Hong Kong Ltd.
TROX AITCS Ltd.

Węgry

TROX Austria GmbH

Indie

TROX INDIA PRIVATE LIMITED

Włochy

TROX Italia S.p.A.

Malezja

TROX Malaysia Sdn. Bhd.

Norwegia

TROX Auranor Norge AS

Rumunia

TROX Austria GmbH

Rosja

OOO TROX RUS

Serbia

TROX Austria GmbH

Afryka Południowa

TROX South Africa (Pty) Ltd

Hiszpania

TROX España, S.A.

Szwecja

TROX Sverige AB

Szwajcaria

TROX HESCO Switzerland AG

Zjednoczone Emiraty Arabskie

TROX Middle East (LLC)

USA

TROX USA, Inc.
TROX AITCS Ltd.

Przedstawiciele zagraniczni

Abu Dhabi

Bośnia i Hercegowina

Chile

Cypr

Egipt

Finlandia

Grecja

Islandia

Indonezja

Iran

Irlandia

Izrael

Jordania

Korea

Łotwa

Liban

Litwa

Meksyk

Maroko

Holandia

Nowa Zelandia

Oman

Pakistan

Filipiny

Portugalia

Arabia Saudyjska

Republika Słowacji

Słowenia

Szwecja

Taiwan

Tajlandia

Turcja

Ukraina

Urugwaj

Wenezuela

Wietnam

Zimbabwe