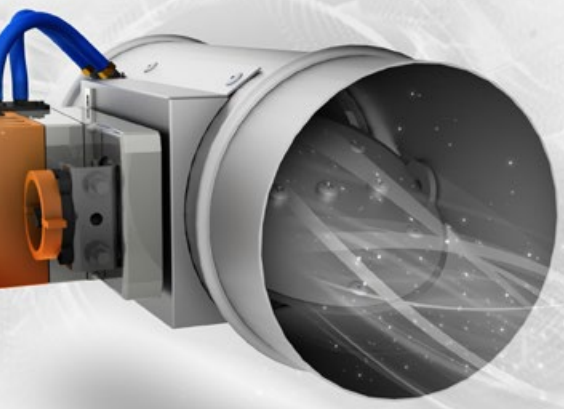
iFlow
system wentylacji

SYSTEM WENTYLACJI NA ŻĄDANIE

DLA ZRÓWNOWAŻONEGO BUDOWNICTWA

SMAV 30 LAT
WENTYLACJA BYTOWA I POŻAROWA

iFlow
system wentylacji



CZYM JEST WENTYLACJA

Autorzy

- Michał Cisowski
- Szymon Płonczyński
- Jarosław Wiche

Nr wydania: 2.0

Obecnie tendencja na rynku i wymagania niskiej energochłonności obiektów narzucają stosowanie rozwiązań dynamicznie zmieniających parametry. Do takich rozwiązań należą systemy nadążne, które dostosowują się do aktualnego obciążenia pomieszczeń, dzięki czemu przynoszą maksymalne oszczędności eksploatacyjne. Systemy te oznacza się jako DCV (Demand Controlled Ventilation). Można je kontrolować zgodnie z aktualnym zapotrzebowaniem. Co to oznacza? Analiza różnego rodzaju sygnałów – np. aktualnej temperatury w pomieszczeniu, stężenia CO_2, godzin pracy użytkowników, informacji z czujników obecności oraz czujników otwarcia okien – pozwala dostosować wydajność wentylacji do aktualnego zapotrzebowania. Wprawdzie to najbardziej kosztowne rozwiązania spośród wszystkich wymienionych, jednak dają najwyższe oszczędności eksploatacyjne.

Przy wieloletnim okresie eksploatacji obiektu oznaczają w ostatecznym rozrachunku największe korzyści – pod względem zarówno finansowym, jak i komfortu użytkownika.

Odpowiednia ilość świeżego powietrza dostarczana przez system wentylacyjny stanowi istotny element tworzenia w pomieszczeniu odpowiedniego klimatu. Ilość nawiewanego powietrza, oprócz typu obsługiwanego pomieszczenia, zależy przede wszystkim od liczby jednocześnie przebywających w nim osób. Budynki takie jak biurowce, szkoły,

Optymalizacja pracy centrali wentylacyjnej

Samodzielne uruchomienie systemu

System iFlow
posiada ECO Kartę

NA ŻĄDANIE I DLACZEGO WARTO JĄ STOSOWAĆ?

szpitale czy muzea charakteryzują się zmienną frekwencją w zależności od pory roku, dnia tygodnia czy też godziny. Liczba czynników wpływających na zmiany wydatku powietrza jest tak duża, że nie sposób jednoznacznie określić schematu, według którego można by dopasować ilość nawiewanego powietrza. Aktualnie coraz bardziej rozbudowane systemy wentylacji mechanicznej w obiektach sprawiają, że ich prawidłowe działanie może znacznie wpływać na koszty eksploatacji obiektu.

Jak działają systemy takie jak iFlow?

Najlepiej, aby każde pomieszczenie miało indywidualną możliwość zmiany wydatku, bez wpływu na inne części instalacji. W takich wypadkach systemy wentylacji dostosowujące się do obciążenia, takie jak iFlow, pozwalają zapewnić komfort oraz zoptymalizować pracę układu wentylacyjnego. Jest to rozwiązanie systemowe, które daje możliwość zmiennego rozdziału powietrza dla każdego pomieszczenia w zależności od potrzeb.

iFlow – przykładowe przeznaczenie systemu

System iFlow powstał z myślą o obiektach, których struktura i architektura wewnętrzna nie tworzy otwartych przestrzeni, a grupę zamkniętych pomieszczeń, w których ze względu na zmienność ich wykorzystania wymaga się dostosowania ilości dostarczanego powietrza zgodnie z zapotrzebowaniem. Obiektami tymi mogą być szpitale, urzędy, budynki użyteczności publicznej, szkoły, przedszkola, biurowce przy halach magazynowo-produkcyjnych, apartamenty lub kondygnacje w biurowcach do indywidualnej aranżacji. Na ogół budynki tego rodzaju nie mają rozbudowanych systemów BMS. Decydują o tym specyfika samych obiektów i koszty inwestycyjne tego typu rozwiązań (które jednak z pewnością przełożyłyby się na ograniczenie kosztów eksploatacyjnych).

iFlow jako zamiennik lub uzupełnienie systemów BMS

System iFlow wykorzystuje najważniejsze funkcje systemu BMS, by zoptymalizować pracę instalacji wentylacyjnej, i w przystępnej formie, w uniwersalny (ustandaryzowany) sposób prezentuje je na wbudowanym web serverze. Dodatkowo iFlow wykorzystuje klasyczne (i najpowszechniejsze) VAV, a niepersonalizowanie systemu indywidualnie pod konkretnego inwestora pozwala przy minimalnych kosztach dać pełną kontrolę i monitoring systemu wentylacji w obiekcie. Warto w tym miejscu podkreślić, że choć system iFlow nie tworzy struktury systemu BMS ani nie można go uznać za pełnowartościowy system BMS, może być z powodzeniem wykorzystywany jako system niezależny tam, gdzie rozbudowany BMS nie jest wymagany. Może również stanowić część systemu BMS odpowiadającą za układ wentylacji.

GŁÓWNE FUNKCJE SYSTEMU iFLOW

Monitoring parametrów poprzez web serwer

Sterowanie parametrami pomieszczenia

Edycja parametrów pomieszczenia

POTWIERDZONA IDEA

DZIĘKI PRZEPROWADZONYM BADANIOM

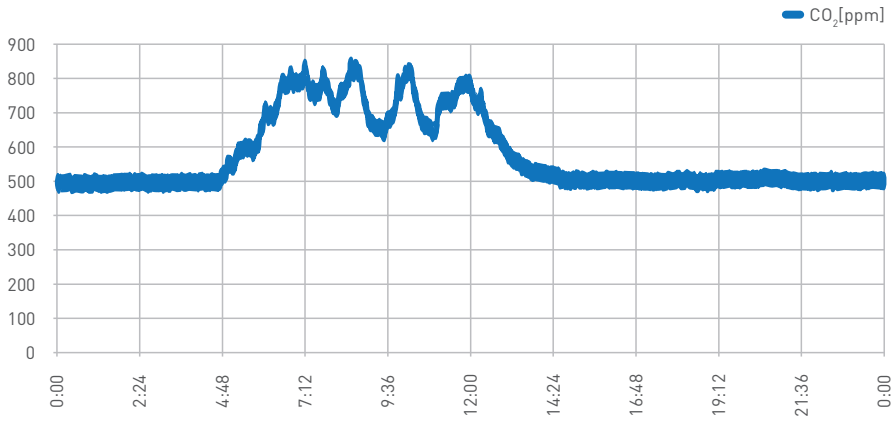
Już w roku 2014 firma Smay zaadaptowała pomieszczenia o łącznej powierzchni 220 m^2 specjalnie na potrzeby testowania systemu iFlow. Objęto je algorytmami sterowania wykorzystywanymi w obecnym rozwiązaniu. Pomieszczenia miały powierzchnię od 20 m^2 do 75 m^2. Liczne wnioski z analiz, badań rynku, doświadczeń z wdrożenia poprzednich systemów oraz testów wpłynęły na poprawę funkcjonalności systemu pod względem nie tylko algorytmów sterowania, lecz również zachowań i preferencji użytkowników.

Z przeprowadzonych badań wynika, że większość osób uważa wentylację za układ klimatyzacyjny sterujący temperaturą w pomieszczeniu. To ten parametr jest ustawiany najczęściej (w 99% przypadków), nawet jeżeli użytkownik wie, że układ nie osiągnie pożądanej temperatury, ponieważ nawiewa stałą temperaturę powietrza. Zatem ograniczając możliwość wyboru do 3 wielkości, nie tylko poprawiamy skuteczność wentylacji, lecz także do pewnego stopnia zmniejszamy ryzyko wprowadzenia błędnych nastaw sterujących dla całego układu wentylacyjnego (jeżeli ten ma możliwość reagowania na preferencje użytkowników).

Z analiz wynika również, że najczulszym parametrem pozwalającym w krótkim czasie rejestrować jakoś powietrza w pomieszczeniu jest wciąż poziom CO_2. Warto jednak pamiętać, że wprowadzenie nieprawidłowej wartości zadanej CO_2 może powodować nieustanną pracę układu wentylacji na maksymalnym przepływie. Dla przykładu stężenie CO_2 w Krakowie w testowanych pomieszczeniach w okresie nocnym (kiedy w pomieszczeniach nie przebywali ludzie) nawet przy maksymalnym wentylowaniu nie spadało poniżej 500 ppm (obrazuje to wykres 1.), podczas gdy średnią wartość CO_2 dla świeżego powietrza przyjmuje się na poziomie 400 ppm. W związku z tym użytkownik może nieświadomie wpisywać nieosiągalne parametry zadane dla pomieszczenia (np. 200 ppm).

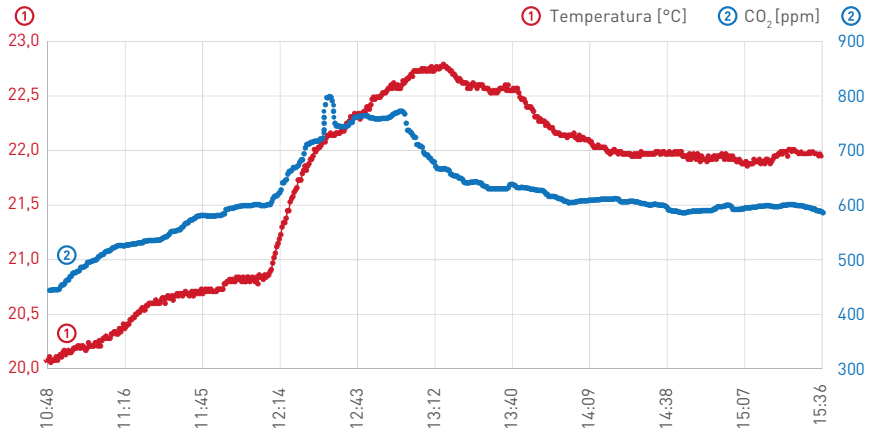
VOC (volatile organic compounds)

Czyli lotne związki organiczne (LZO), to grupa związków występujących dość powszechnie w naszym otoczeniu. Są one uwalniane z różnego rodzaju farb, lakierów, barwników, perfum, dywanów, tapet, klejów itp. pokrywających otaczające nas meble i przedmioty. Człowiek jest cały czas narażony na kontakt z nimi, a okazuje się, że 73% z nich może powodować takie objawy, jak apatia, bóle głowy, wysuszenie oczu, gardła i skóry itp. Obecnie parametr VOC uznaje się za najprecyzyjniejszy wskaźnik oceny jakości powietrza. Analizy pokazują, że lotne związki organiczne emitowane są przez cały okres użytkowania przedmiotów, jednak w największym stopniu przez nowe meble w okresie 0–5 lat do wytworzenia.



Wykres 1. Zmiany stężenia CO_2 w pomieszczeniu w czasie normalnego dnia pracy.

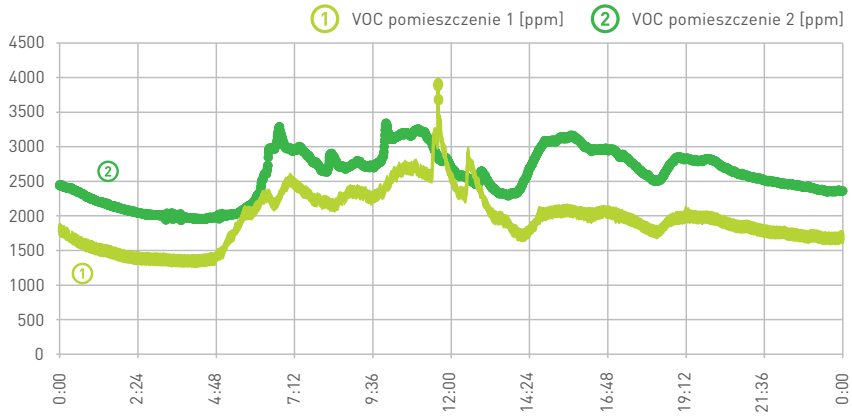
Poniższy wykres obrazuje z kolei, jak zmieniają się parametry w pomieszczeniu, w którym okresowo zmienia się liczba przebywających ludzi. Pokazuje także korelację temperatury i poziomu CO_2 w układach o stałej temperaturze nawiewu.



Wykres 2. Zależność stężenia CO_2 i temperatury w czasie zebrania.

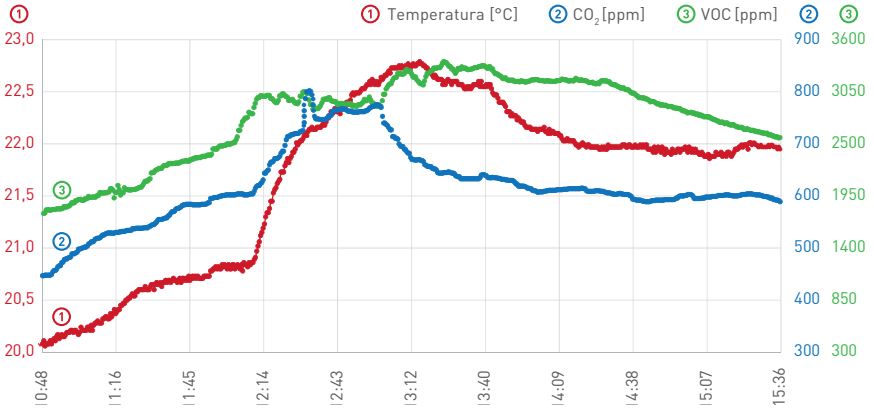
Z analizy wykresu można wywnioskować zarówno godzinę rozpoczęcia się spotkania oraz jego zakończenia, jak i reakcję systemu na wzrost obciążenia pomieszczenia.

Natomiast ostatnio coraz popularniejszy parametr VOC pokazuje, że między zbliżonymi kubaturowo pomieszczeniami, do których dostarczane jest powietrze o tych samych parametrach, mogą istnieć duże rozbieżności (wykres 3.). Warto tutaj dodać, że zarówno ilość dostarczanego powietrza, jak i sposób jego rozprowadzania w obu pomieszczeniach były identyczne i miały na celu ograniczanie narastania tego parametru.



Wykres 3. Różnice w stężeniu VOC dla dwóch porównywalnych pomieszczeń.

Wykres 4. Przedstawia pomieszczenie z analizy wykresu nr 2 i odczyt parametru VOC. Jak widać, nawet koniec spotkania nie wpłynął na zmniejszenie VOC, pomimo że poziom CO_2 i temperatura wskazują, iż pomieszczenie jest właściwie wentylowane.



Wykres 4. Zmiana poziomu stężenia VOC w porównaniu z temperaturą i CO_2 w czasie zebrania.

Na podstawie analizy wykresu nr 4, trudno zdefiniować korzystny poziom tego parametru dla strefy przebywania ludzi. Z naszych analiz wynika, że w Krakowie (w zależności od poziomu smogu) parametr ten może się wahać pomiędzy 1000 a 4000 ppm. Dodatkowo liczba czynników, które mogą zawyżać wynik, jest tak duża, że trudno przewidzieć, jak układ wentylacji powinien reagować na zmianę tego parametru, by osiągnąć pożądany rezultat.

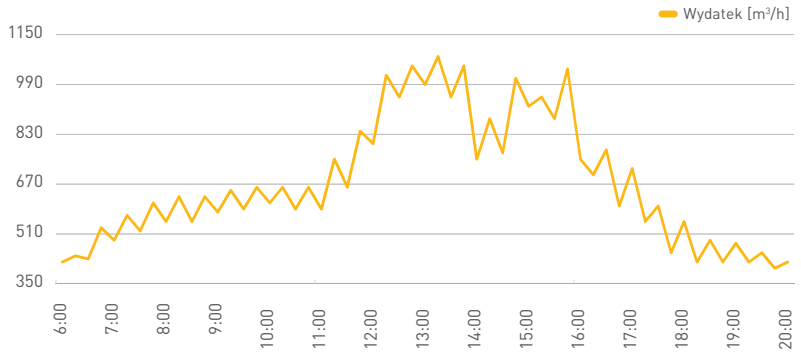
JAK PROJEKTOWAĆ

SYSTEM SPEŁNIAJĄCY TWOJE WYMAGANIA

- **REGULATORY VAV**
- **OSZCZĘDNOŚCI EKSPLOATACYJNE**
- **ZASTOSOWANIE**

Standardowa instalacja wentylacji to przeważnie statyczny układ, w którym do każdego pomieszczenia nawiewana jest maksymalna ilość powietrza zewnętrznego. Ilość ta wynika z bilansu powietrza. Obliczenia wykonuje się przy założeniu, że w danym miejscu przebywa zawsze stała (maksymalna) liczba ludzi, zatem wentylacja pracuje z najwyższą wydajnością. W praktyce natomiast liczba osób przebywająca w budynku jest mniejsza niż zakładana i bardzo rzadko (jeśli w ogóle) osiąga 100%. Należy bowiem wziąć pod uwagę, że codziennie część pracowników przebywa poza stanowiskiem pracy (delegacje, szkolenia, urlopy, zwolnienia lekarskie itp.). W zależności od pory dnia rzeczywista frekwencja waha się od 20% do około 80%.

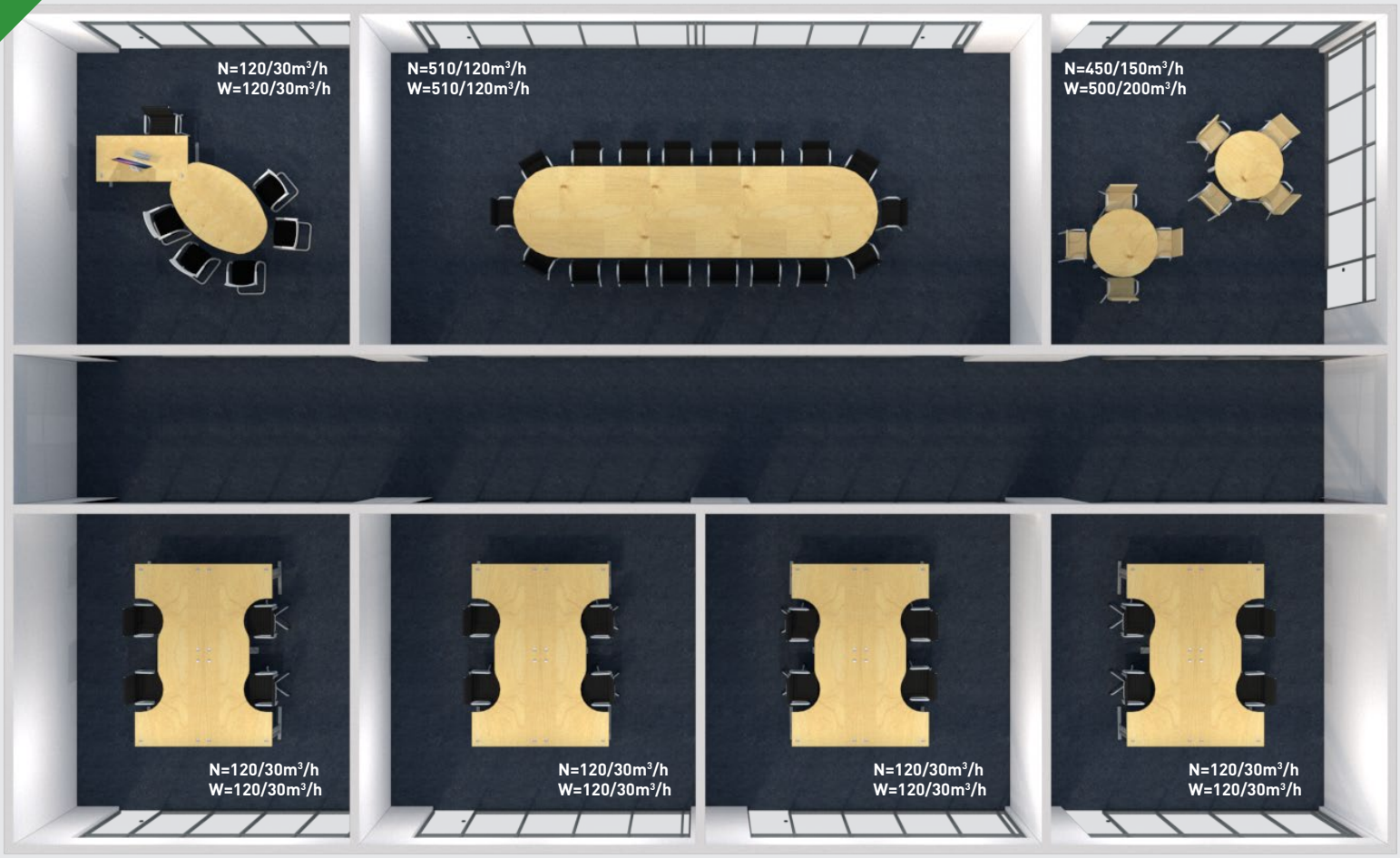
Wykres poniżej przedstawia zmienność obciążenia przeciętnego pomieszczenia biurowego w trakcie dnia pracy. Średnia wartość to około 50%. Obrazuje to, jakie realne zapotrzebowanie na świeże powietrze ma obiekt. Pozwala to wyciągnąć wniosek, że rzeczywiste wykorzystanie projektowej wydajności wentylacji ogranicza się do kilku godzin w ciągu dnia.



Wykres 5. Zmiana wydatku powietrza w ciągu dnia (m³/h).

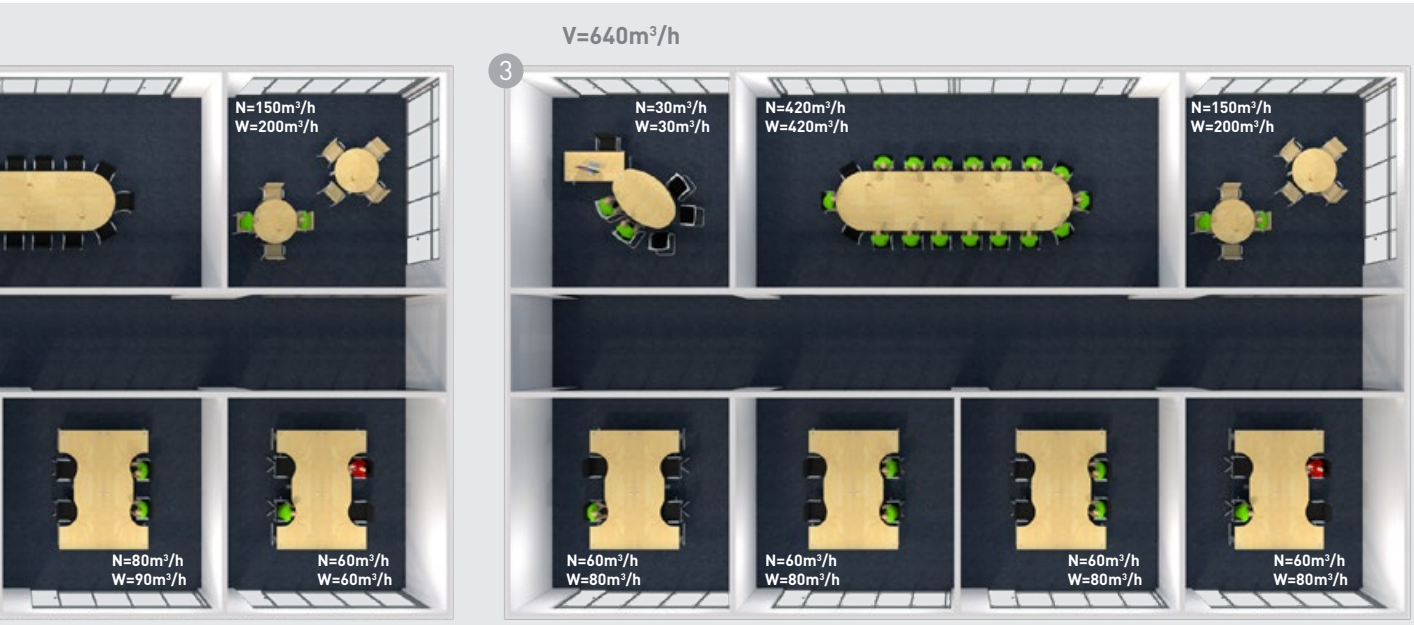
Rysunek 1 Przedstawia schemat rozmieszczenia stanowisk pracy. Wymagana ilość powietrza wentylacyjnego (zewnętrznego) wynikająca z bilansu powietrza to 1560 m³/h. To maksymalna ilość, jaka powinna być dostarczona do pomieszczeń przy założeniu, że każde zaznaczone krzesło odpowiada jednej osobie aktualnie przebywającej w biurze.

Przy uwzględnieniu minimalnej liczby osób (np. frekwencji 25–30%) oraz minimum wynikającego z ilości wymian wartość ta spada do 420 m³/h. W rzeczywistości zapotrzebowanie na powietrze zewnętrzne oscyluje pomiędzy przepływem maksymalnym Vmax = 1530 m³/h a przepływem minimalnym Vmin = 420 m³/h.



Rysunek 1. Przykładowe rozmieszczenie pomieszczeń.

Rysunek 2 przedstawia przykładowe zapełnienie lokalu przedsiębiorstwa w ciągu dnia. Jak widać, są to wartości około 27%, 42%, 54%. Sytuacja ta dowodzi, że monitorując stopień wykorzystania pomieszczeń, można dynamicznie obniżać wydajność wentylacji w pomieszczeniach niezajętych, co z kolei przekłada się na optymalizację pracy urządzeń powiązanych, takich jak wentylator centrali (w wypadku tego urządzenia chodzi o prędkość obrotową). Mniejszy przepływ oznacza również ograniczenie parametrów pracy nagrzewnicy bądź chłodnicy. Te wszystkie elementy w efekcie wpływają na obniżenie kosztów eksploatacji obiektu bez konieczności ciągłego nadzoru ze strony obsługi obiektu.



Rysunek 2. Przykładowe sytuacje zajętości pomieszczeń.

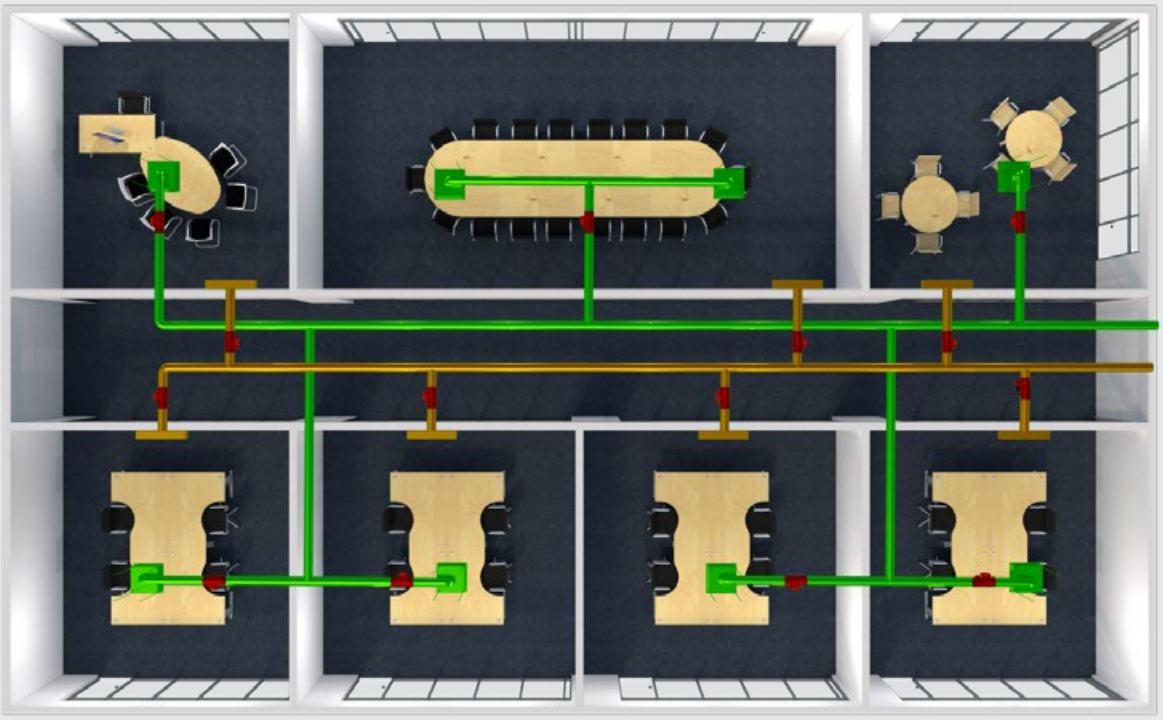
REGULATORY VAV – SPOSÓB PROJEKTOWANIA

W celu optymalizacji ilości powietrza dostarczanego do pomieszczenia z powodzeniem mogą służyć regulatory VAV. W takim wypadku układ statyczny wentylacji staje się układem dynamicznym, powietrze kierowane jest do konkretnych wnętrz w zależności od zapotrzebowania. Jeśli ilość nawiewanego powietrza uzależnimy od zawartości CO_2 w wywiewanym powietrzu, VAV będzie dostarczał odpowiednio większe lub mniejsze ilości powietrza wentylacyjnego, biorąc pod uwagę liczbę osób przebywających w danym momencie w pomieszczeniu. W rzeczywistości będziemy dostarczać mniejszą ilość powietrza wentylacyjnego do budynku przy jednoczesnym zachowaniu komfortu (a nawet jego zwiększeniu), co w efekcie wpłynie na zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych instalacji wentylacyjnej.

Regulatory VAV należy zamontować na każdej odnodze do pomieszczenia, w którym zakładamy zmienną liczbę osób w ciągu dnia. Tam, gdzie ilość powietrza ma być stała, niezależnie od liczby przebywających osób (WC, magazyny, zaplecza itp.), montujemy regulatory stałego wydatku, tzw. CAV. Każde odgałęzienie należy wyposażyć w te urządzenia.

Warto przy tym pamiętać o właściwym usytuowaniu regulatora. Aby pracował poprawnie, trzeba zapewnić odpowiednie odcinki proste na instalacji – zarówno przed, jak i za zamontowanym urządzeniem.

Regulatory należy dobierać w zakresie wydatków powietrza, jakie obsługuje. Zaleca się, aby maksymalne prędkości nie przekraczały 5,5 m/s. Przy większych niezbędne jest zastosowanie tłumików hałasu, redukujących szum przepływu. Przy mniejszych prędkościach należy każdorazowo sprawdzić, czy głośność regulatora nie przekracza dopuszczalnych poziomów ciśnienia akustycznego dla danego pomieszczenia.



– Nawiewnik sufitowy – Kratka wywiewna – Regulator VAV

Rysunek 3. Schemat instalacji wentylacyjnej wyposażonej w regulatory VAV.

OSZCZĘDNOŚCI EKSPLOATACYJNE

System iFlow umożliwi redukcję kosztów eksploatacyjnych instalacji wentylacyjnej w zakresie:

energii cieplnej nagrzewnicy

energii elektrycznej urządzeń ziębniczych

energii elektrycznej wentylatorów nawiewnego i wywiewnego

System iFlow posiada ECO Kartę.

Tabela 1. Szacunkowe obniżenie rocznych kosztów eksploatacyjnych na przykładzie centrali o wydajności 22 500 m³/h, pracującej ze średnią wydajnością około 50%.

LP	Miesiąc	Wydatek max	Wydatek 50%	Energia cieplna nagrzewnicy					Energia el. agregatu chłodniczego					Energia el. wentylatorów				Energia el. Pompy Fc		
				$T_{śr.zewn}$	Qc' max	Qc' 50%	Ec	Koszt[2]	Q_{ch}^3 max	Q_{ch}^3 50%	Obc.	Eel	Koszt[4]	P_{el-w} max	P_{el-w} 50%	Eel_w[5]	Koszt[4]	Pel_p[6]	Eel_p	Koszt[4]
		[m³/h]	[m³/h]	[°C]	[kW]	[kW]	[GJ]	[PLN]	[kW]	[kW]	[%]	[kWh]	[PLN]	[kW]	[kW]	[kWh]	[PLN]	[kW]	[kWh]	[PLN]
1	Styczeń	22 500	11 250	-2,1	49,87	24,94	31,6	1422,0	0	0	0	0	0	14,7	5,36	3287,7	1643,8	0,01	3,52	1,76
2	Luty	22 500	11 250	-0,8	46,94	23,47	29,7	1338,4	0	0	0	0	0	14,7	5,36	3287,7	1643,8	0,01	3,52	1,76
3	Marzec	22 500	11 250	3,1	38,14	19,07	24,2	1087,4	0	0	0	0	0	14,7	5,36	3287,7	1643,8	0,01	3,52	1,76
4	Kwiecień	22 500	11 250	8,7	25,50	12,75	16,2	727,1	135	67,5	0,25	1485	742,5	15,2	5,5	3414,4	1707,2	0,4	140,8	70,4
5	Maj	22 500	11 250	30	0,00	0,00	0,0	0,0	135	67,5	0,5	2970	1485	15,2	5,5	3414,4	1707,2	0,4	140,8	70,4
6	Czerwiec	22 500	11 250	30	0,00	0,00	0,0	0,0	135	67,5	0,5	2970	1485	15,2	5,5	3414,4	1707,2	0,4	140,8	70,4
7	Lipiec	22 500	11 250	30	0,00	0,00	0,0	0,0	135	67,5	0,75	4455	2227,5	15,2	5,5	3414,4	1707,2	0,4	140,8	70,4
8	Sierpień	22 500	11 250	30	0,00	0,00	0,0	0,0	135	67,5	0,5	2970	1485	15,2	5,5	3414,4	1707,2	0,4	140,8	70,4
9	Wrzesień	22 500	11 250	13,5	14,67	7,33	9,3	418,2	135	67,5	0,25	1485	742,5	15,2	5,5	3414,4	1707,2	0,01	3,52	1,76
10	Październik	22 500	11 250	8,7	25,50	12,75	16,2	727,1	0	0	0	0	0	14,7	5,36	3287,7	1643,8	0,01	3,52	1,76
11	Listopad	22 500	11 250	3,1	38,14	19,07	24,2	1087,4	0	0	0	0	0	14,7	5,36	3287,7	1643,8	0,01	3,52	1,76
12	Grudzień	22 500	11 250	-0,9	47,17	23,58	29,9	1344,8	0	0	0	0	0	14,7	5,36	3287,7	1643,8	0,01	3,52	1,76
						Suma [PLN]:		**8 152**			**Suma [PLN]:**		**8 168**			**Suma [PLN]:**	**20 106**	**Suma [PLN]:**		**364**

Suma [PLN]: 36 791

Legenda:

1. Do obliczenia zapotrzebowania mocy dla nagrzewnicy przyjęto 70% odzysku na wymienniku obrotowym oraz temp. powietrza nawiewanego równą 20°C.
2. Przyjęto koszt energi cieplnej z miejskiej sieci na poziomie 45 PLN/GJ.
3. Do obliczenia zapotrzebowania mocy dla chłodnicy przyjęto entalpie na poziomie 18KJ/KgK.
4. Przyjęto koszt energii elektrycznej na poziomie 0,5 PLN/kWh.
5. Przyjęto średni czas pracy wentylatora na poziomie 352 godziny.
6. Zmiana poboru mocy pompy obiegowej klimakonwektorów, przy zmianie temperatury nawiewu powietrza zewnętrznego o 2K.

ZASTOSOWANIE

System iFlow jest przeznaczony do optymalizacji pracy układu wentylacyjnego w budynku. Daje możliwość optymalizacji kosztów i ciągłego nadzoru nad instalacją, począwszy od sterowania liczbą wymian w pomieszczeniu zależnie od zajętości pomieszczenia i obecności użytkowników, poprzez sterowanie wydajnością centrali, po ustawianie wymaganej temperatury nawiewu bez konieczności inwestowania w kosztowny system BMS.

System może łączyć w sobie wszystkie rodzaje urządzeń regulacji przepływu: zarówno regulatory CAV, VAV, jak i najnowsze podzespoły automatyki, na przykład czujniki i sterowniki systemu. Dzięki zintegrowaniu systemu z obecnie najpowszechniej stosowanymi regulatorami VAV firmy SMAY można wdrożyć to rozwiązanie w obiektach już zaprojektowanych lub zrealizowanych. Natomiast zastosowanie protokołu MP-BUS pozwala zoptymalizować koszty całej inwestycji.

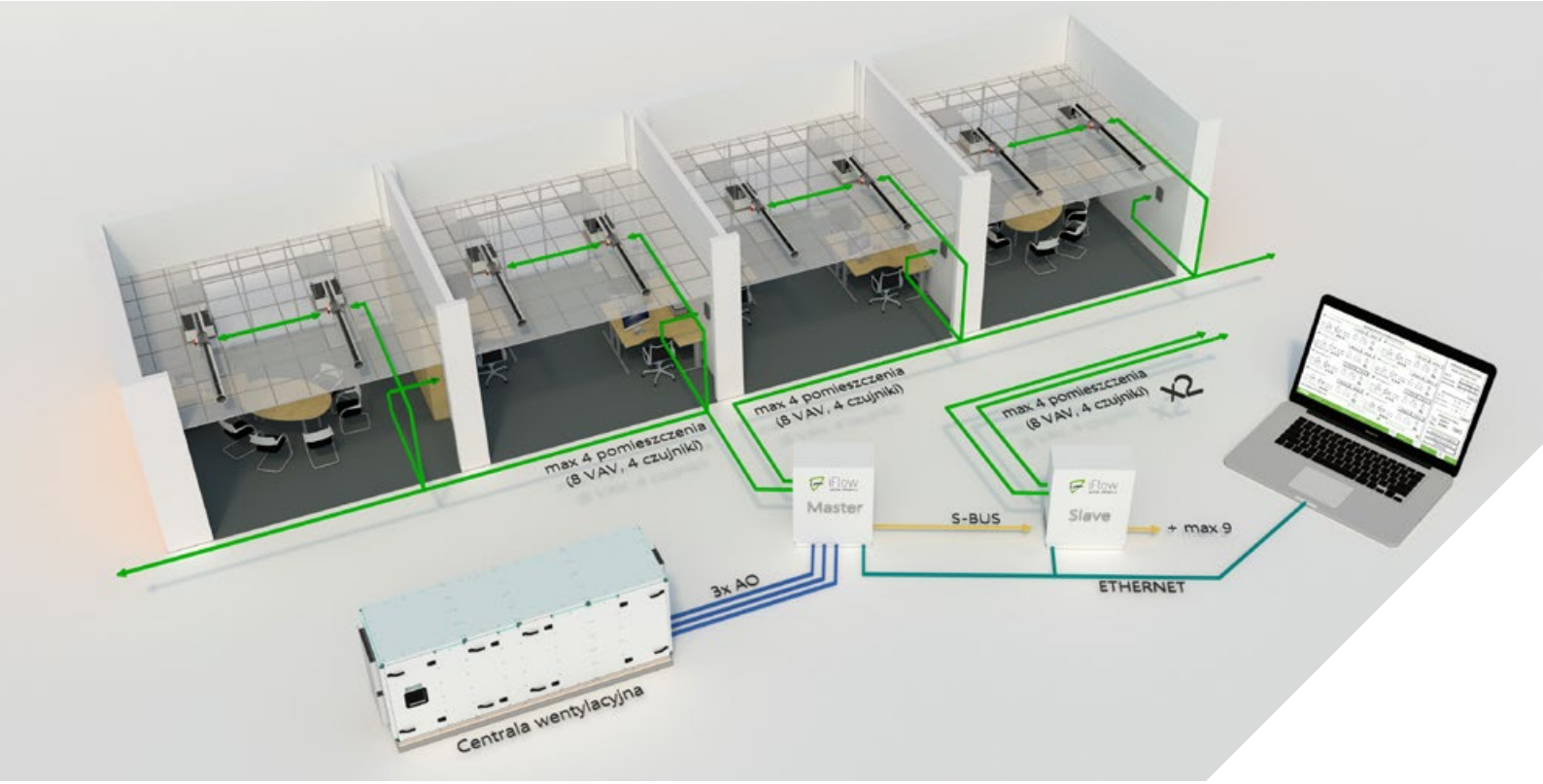
Idealnie spełnia wymagania obiektów charakteryzujących się zmienną frekwencją, zależną od pory dnia, dni tygodnia czy nawet pory roku. Jest rozwiązaniem dla obiektów, w których nie ma możliwości zastosowania rozbudowanych i kosztownych systemów BMS.

- Obiekty użyteczności publicznej,
- szkoły,
- przedszkola,
- biurowce przy halach magazynowo-produkcyjnych,
- apartamenty lub kondygnacje w biurowcach przeznaczone do indywidualnej aranżacji.

ARCHITEKTURA SYSTEMU

- **WEB SERVER**
- **STEROWANIE PARAMETRAMI POMIESZCZENIA**
- **KALENDARZ ZAJĘTOŚCI POMIESZCZENIA**
- **KOMUNIKACJA BMS**

Najważniejszym elementem systemu jest szafa sterująca wyposażona w sterownik z wgraną aplikacją typu master. Master przesyła sygnały analogowe do centrali wentylacyjnej – o ile centrala zamontowana w obiekcie umożliwia obsługę takich sygnałów. Sygnały te mogą dotyczyć: obrotów wentylatora nawiewnego centrali, obrotów wentylatora wyciągowego centrali oraz wartości zadanej temperatury, jaką powinna utrzymywać automatyka centrali. Ponadto master komunikuje się z szafami, do których sterowników wgrana została aplikacja slave.



Schemat 1. Struktura systemu.

Komunikacja między masterem a poszczególnymi slave'ami odbywa się automatycznie i nie wymaga żadnej ingerencji prócz zaznaczenia, który slave ma być widoczny w sieci. Master może obsłużyć maksymalnie 10 slave'ów. Każdy ze sterowników – niezależnie od typu aplikacji – może obsłużyć po protokole MP-BUS do 16 regulatorów VAV, które podzielono na 8 pomieszczeń. Urządzenia obsługują dwie niezależne linie MP-BUS, każda po 8 VAV. Każdy sterownik wyposażony jest w indywidualny web server, który udostępnia wizualizacje obsługiwanych 8 pomieszczeń. Aby wizualizacja była dostępna w sieci, każdy ze sterowników powinien być wpięty w ethernetową sieć obiektu. Jeżeli klient chce obsługiwać system z poziomu przeglądarki na urządzeniach mobilnych, sieć powinna być wyposażona w routery Wi-Fi, które nie są częścią systemu. System nie pozwala również na automatyczną konfigurację sieci Ethernet. Wszelkie ustawienia (zarówno początkowe, jak i eksploatacyjne) wprowadza się i zmienia za pośrednictwem web serwera, dzięki czemu nie jest wymagane żadne dodatkowe oprogramowanie do obsługi bądź parametryzacji systemu.

WEB SERVER

Każdy sterownik systemu IA ma indywidualny web server z wizualizacją pracy pomieszczeń, które są podłączone pod dany sterownik. Wizualizacja umożliwia prostą i przejrzystą regulację parametrów w pomieszczeniu oraz monitorowanie podstawowych parametrów pomieszczenia.

Widok z poziomu web serwera strony użytkownika

Podgląd z poziomu użytkownika pozwala na wybór wartości sterującej CO_2 lub temperaturę oraz wybór poziomu regulacji wybranych parametrów w skali trójstopniowej. Wartości zadane dla poszczególnych poziomów skali regulacji może definiować administrator sieci. Użytkownik monitoruje aktualny stan zajętości pomieszczenia, a w razie konieczności pracy poza przyjętym kalendarzem godzin pracy w firmie wybrać opcję „nadgodziny" lub pracę w weekend. Pozwala to zoptymalizować koszty eksploatacji obiektu adekwatnie do rzeczywistego wykorzystania pomieszczeń. Ponadto użytkownik może sprawdzić stan wykorzystania regulatorów VAV dostarczających świeże powietrze do pomieszczenia oraz odczyty aktualnych parametrów temperatury i CO_2 w pomieszczeniu.

Web server umożliwia administratorowi parametryzację ustawień pomieszczenia indywidualnie lub globalnie, pod kątem zarówno nastaw parametrów temperaturowych, jak i kalendarza wykorzystania pomieszczeń. Administrator ma także większe możliwości monitorowania pracy regulatorów VAV oraz testowania ich poprawnego działania. Może również parametryzować komunikację między sterownikami oraz wykorzystywane i przesyłane dane do pracy centrali wentylacyjnej.

Widok z poziomu web serwera strony użytkownika.

Widok z poziomu web serwera strony administratora

Administrator jest w stanie samodzielnie (bez konieczności angażowania serwisu producenta) sparametryzować i ustawić system, zapewniając użytkownikowi dostęp do podglądu parametrów pomieszczenia. Samodzielnie może też zakładać konta użytkownika i nadawać dostępy do poszczególnych podstron web serwera. Jeżeli klient chce monitorować pomieszczenie z poziomu komputera, niezbędne jest wpięcie sterowników w sieć internetową obiektu.

Widok z poziomu web serwera strony administratora.

STEROWANIE PARAMETRAMI POMIESZCZENIA

01. **Temperatura**
02. **Poziomy stężeń CO_2**

Jakość powietrza, którym oddychamy, ma bardzo duże znaczenie w kontekście naszego samopoczucia i efektywności pracy. W słabo wentylowanych pomieszczeniach częstym zjawiskiem jest poczucie senności, na co największy wpływ mogą mieć temperatura oraz stężenie CO_2. W czasie pracy siedzącej człowiek wykonuje przeciętnie od 12 do 16 oddechów na minutę (w trakcie wysiłku fizycznego liczba ta może się zwiększyć do 24 oddechów na minutę). Przy każdym oddechu wydala około 18,5 ml CO_2, co przy 8-godzinnym dniu pracy daje średnio 125 l CO_2. W związku z tym wielokrotnie okazuje się, że z powodu niewydolnego układu wentylacji stężenie CO_2 mocno przekracza poziom uznawany za komfortowy. Bardzo często wiąże się to z faktem, że w projektowanych obiektach ze względów oszczędności kontroluje się tylko jeden parametr (na przykład temperaturę). W przypadku systemu iFlow użytkownik może samodzielnie wybrać najważniejszą z mierzonych wartości. Standardowo ma do wyboru temperaturę lub CO_2, a dla każdego z tych parametrów może wybrać jeden z trzech dostępnych poziomów regulacji, których parametry ustala administrator sieci. Ponadto system umożliwia pomiar takich parametrów, jak wilgotność względna oraz VOC (volatile organic compounds, czyli lotne związki organiczne).

01. Temperatura

Regulacja temperatury w systemie wentylacji (bez urządzeń klimatyzacyjnych) opiera się na nieznacznej zmianie liczby wymian w pomieszczeniu, co pozwala na zmianę odczuwalnej temperatury o +/–2°C.

System wentylacji należy traktować jako system wspomagania urządzeń klimatyzacyjnych. Warto tutaj zaznaczyć, że iFlow może posłużyć do regulacji temperatury w przypadku, gdy obsługiwane pomieszczenia charakteryzują się zbliżonymi wielkościami zysków wewnętrznych, mają przegrody zewnętrzne o tej samej orientacji oraz wielkości przeszklenia. Kolejnym warunkiem jest, aby wartość bilansu cieplnego dla każdego z pomieszczeń była podobna. Przy zachowaniu powyższych warunków można odpowiednio wyliczyć ilość powietrza oraz wprowadzić funkcję zmiany wydajności od temperatury wewnętrznej w pomieszczeniu, przy jednoczesnym priorytecie minimalnej ilości powietrza zależnej od CO_2.

System na bieżąco rejestruje aktualną temperaturę w pomieszczeniu i przesyła ją do sterownika. Sterownik, porównując ją do wartości zadanej przepływu, zmienia wartość zadaną regulatora VAV zgodnie z przyjętą krzywą grzania lub chłodzenia. Ponieważ regulacja temperatury odbywa się wyłącznie poprzez zmianę liczby wymian powietrza w pomieszczeniu, system na bieżąco porównuje wartość aktualną oraz zadaną z temperaturą nawiewanego powietrza, dzięki czemu dokonuje najkorzystniejszego wyboru krzywej grzania. Użytkownik ma do wyboru jeden z trzech dostępnych poziomów temperatury, których wartość ustala administrator sieci: Eco, Comfort i Max.

Przyciski wyboru trybu pracy.

Krzywe grzania i chłodzenia

Algorytm wyboru krzywej grzania działa tak, aby nie nagrzewać ani nie wychładzać pomieszczenia bez potrzeby. Jeżeli z algorytmu sterowania wynika, że zwiększenie przepływu wpłynie niekorzystnie na warunki temperaturowe, regulator VAV pozostaje otwarty na przepływ minimalny (V_{min}). Jeżeli system nie ma funkcji zadawania temperatury nawiewu dla centrali wentylacyjnej, administrator sieci wprowadza projektowe dane temperatury nawiewu dla sezonów lato i zima. Parametr ten jest następnie uwzględniany przez algorytm sterowania.

W przypadku właściwego grupowania pomieszczeń obsługiwanych przez jedną centralę (głównie pod względem zysków i strat ciepła) system zmniejsza koszty eksploatacji, dostosowując temperaturę nawiewu wentylacji bytowej do aktualnych preferencji użytkowników. Osiąga się to poprzez ograniczanie pracy jednostek lokalnych zamontowanych w poszczególnych pomieszczeniach.

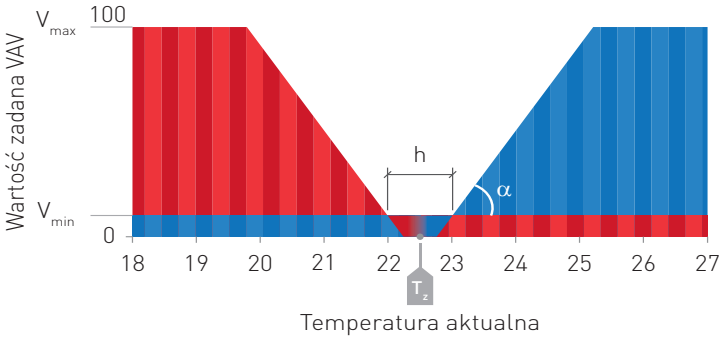
Parametryzacja krzywych grzania i chłodzenia jest dostępna z poziomu administratora. Można indywidualnie ustawić takie parametry, jak wartości zadane dla poszczególnych trybów pracy oraz takie parametry krzywych, jak histereza, pochylenie, wartość korekty.

Histereza przełączania (h) – zakres nieczułości wyrażony w °C pomiędzy krzywymi grzania i chłodzenia, w którym wartość zadana na regulator VAV jest minimalna (wartość domyślna: 1°C).

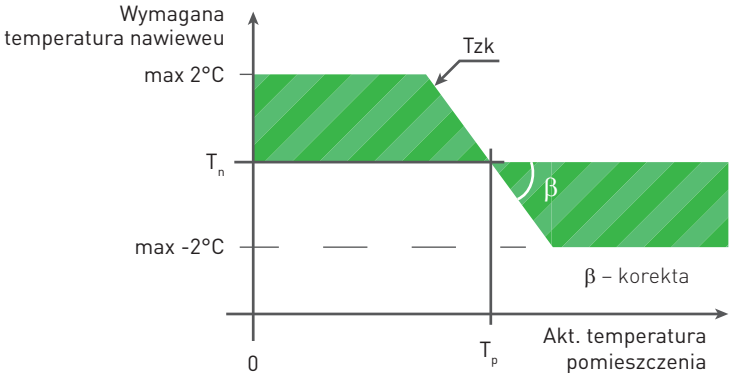
Pochylenie krzywej (α) – zakres przedstawiający minimalną różnicę wartości temperatury aktualnej do zadanej, przy której wymuszenie wartości zadanej przepływu na VAV wyniesie 100% (domyślnie 1°C).

Temperatura zadana (Tz) – wartość temperatur zadanych dla trybów obłożenia pomieszczenia oraz dla trybu niezajętości pomieszczenia (wartości domyślne: tryb zajętości Eco 20°C, Comfort 22°C, Max 24°C, po pracy 25°C; w trybie niezajętości parametry ustawiane są na pozycji „po pracy"). Powyższe parametry można ustawić domyślnie dla wszystkich pomieszczeń, a także ustawiać je indywidualnie dla każdego pomieszczenia.

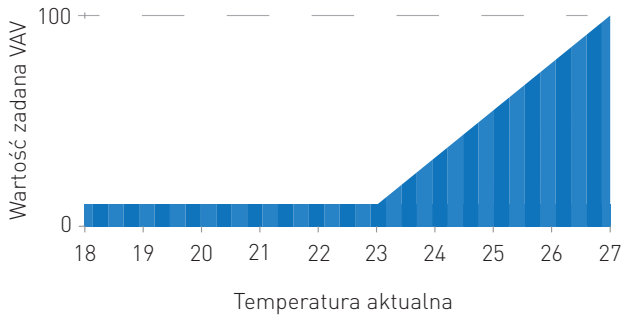
Korekta temperatury zadanej (Tzk) – wartość maksymalnej korekty pozwalającej na szybszą regulację wartości aktualnej temperatury w pomieszczeniu i niwelującej wpływ stopnia nagrzania ściany w miejscu montażu czujnika.



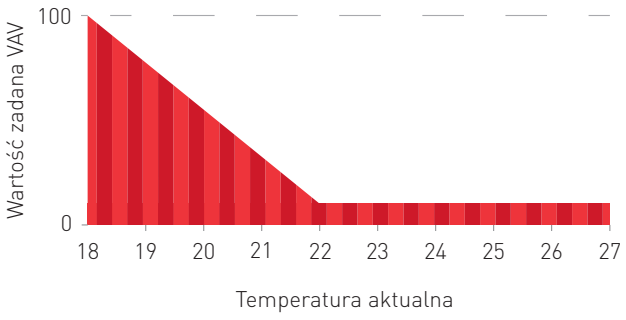
Wykres 6. Krzywe grzania i chłodzenia.



Wykres 7. Obrazujący zasady działania korekty temp. zadanej Tzk.



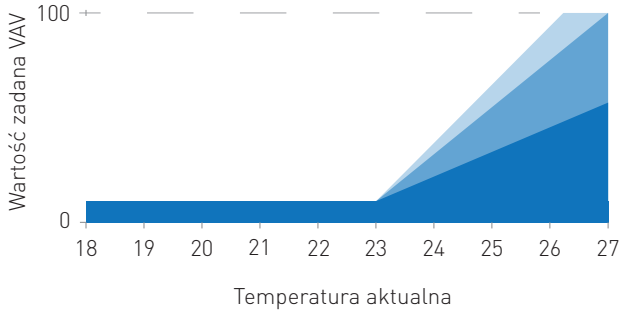
Wykres 8. Krzywa chłodzenia.



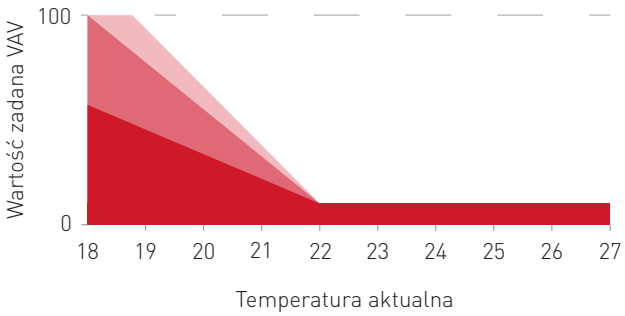
Wykres 9. Krzywa grzania.

Przełączanie między krzywymi grzania i chłodzenia odbywa się automatycznie, przez co system nie wymaga dodatkowej ingerencji obsługi obiektu oraz minimalizuje dyskomfort w okresie przejściowym, kiedy temperatury w nocy spadają, wychładzając pomieszczenia, a w dzień rosną, mocno je ogrzewając. Ponadto system, znając rzeczywistą temperaturę nawiewu, automatycznie dobiera algorytm sterowania optymalny dla aktualnych preferencji użytkownika.

Dodatkową funkcjonalnością systemu jest możliwość sterowania temperaturą nawiewu centrali poprzez sygnał o napięciu 0–10 V. Algorytm sterowania temperaturą centrali zbiera wartości zadane temperatury ze wszystkich pomieszczeń, uśredniając wartość zadanych temperatur oraz dopasowując do nich temperaturę nawiewu centrali wentylacyjnej. Zakres regulacji temperatury zadawany do centrali wentylacyjnej może być dowolnie ograniczany przez administratora, dzięki czemu da się w prosty sposób dostosować krzywą do parametrów zaprojektowanej centrali wentylacyjnej. To rozwiązanie sprawia, że system dostosowuje się do aktualnych preferencji użytkowników, zapewniając większy komfort pracy i optymalizację kosztów eksploatacji budynku.



Wykres 10. Krzywa chłodzenia.



Wykres 11. Krzywa grzania.

Dzięki dostępnym parametrom konfiguracyjnym istnieje możliwość ustawienia indywidualnie dla każdego z pomieszczeń kąta pochylenia krzywej grzania i chłodzenia. Opcja ta pozwala dla różnych pomieszczeń indywidualnie dostosować wpływ odchyłki regulacji (różnicy między temperaturą zadaną a aktualną) na stopień wysterowania regulatora VAV.

02. Poziomy stężeń CO_2

Każdy człowiek w indywidualny sposób odczuwa poszczególne poziomy stężeń CO_2, jednak powietrze o stężeniu CO_2 na poziomie 600 ppm jest uważane za świeże i zalecane do pracy umysłowej w zamkniętych pomieszczeniach, natomiast WHO za górny próg stężenia CO_2 w powietrzu w pomieszczeniach biurowych uznaje poziom 1000 ppm. Warto tutaj jednak nadmienić, że w każdym kraju ustalane są przepisy ustalające górne limity CO_2, które bezwarunkowo nie mogą być przekraczane w miejscach pracy. W Polsce kwestię tę reguluje odpowiednie rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej (Dz. U. 2014 poz.817) dotyczące najwyższych dopuszczalnych stężeń szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. Rozporządzenie to podaje następujące wartości dopuszczalnych stężeń dwutlenku węgla:

NDS
(najwyższe dopuszczalne stężenie)
0,9% (9000 ppm)

NDSCH
(najwyższe dop. stężenie chwilowe)
2,7% (27 000 ppm).

Wartości podane w rozporządzeniu mają jednak na celu określenie szkodliwego oddziaływania CO_2 na organizm człowieka w przypadku procesów produkcyjnych, a nie pomieszczeń mieszkalnych lub użyteczności publicznej, gdzie głównym źródłem CO_2 są ludzie. Jeżeli głównym źródłem emisji są ludzie, trafniejsze okazują się zalecenia WHO i ASHRAE określające dopuszczalne stężenia CO_2, a więc i optymalną jakość powietrza, dla pomieszczeń, w których przebywają ludzie.

Badania pokazują, że aktualnie w zamkniętych pomieszczeniach, salach lekcyjnych, niewentylowanych aulach lub salach konferencyjnych stężenie CO_2 może być nawet siedmiokrotnie wyższe niż na świeżym powietrzu. Obecnie uważa się, że 400 ppm to poziom normalny, zatem siedmiokrotne przekroczenie tej wartości daje wynik w granicach nawet 2800 ppm. W związku z tym w przypadku niewystarczającej wentylacji pomieszczeń lub pracy układu wentylacji na zbyt małym poziomie świeżego powietrza stężenie CO_2 może szybko wzrosnąć do poziomu powyżej 1000 ppm. Chociaż taka sytuacja nie jest w żaden sposób niebezpieczna dla zdrowia, wpływa na obniżenie zdolności koncentracji. Co więcej, wyższemu poziomowi CO_2 towarzyszy wzrost temperatury, który wynika ze zwiększonych zysków ciepła. Nic dziwnego zatem, że w takich warunkach odczuwamy duży dyskomfort. To z kolei wpływa na efektywność pracy, co zapewne każdy z nas kiedyś odczuł na własnej skórze. Poniższa tabela pokazuje, jak stężenie CO_2 może wpływać na niektóre aktywności człowieka.

Rodzaj aktywności

Stężenie CO_2 [ppm]	Proste aktywności	Aktywności manualne	Aktywności wymagające koncentracji	Orientacja w zadaniach	Inicjatywa	Zarządzanie informacjami	Wykorzystanie informacji	Szerokość zakresu podejścia	Proste strategie
600	1	1	3	3	2	2	2	2	2
1000	3	3	3	2	2	2	4	2	2
2500	4	4	3	4	5	2	4	5	5

Legenda:

1. – Doskonale
3. – Bardzo dobrze
2. – Przeciętnie
4. – Słabo
5. – Dysfunkcyjnie

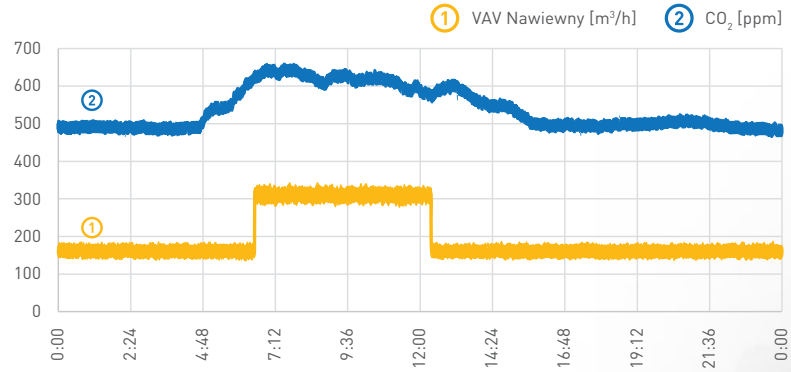
Tabela 2. Przybliżony wpływ stężenia CO_2 na niektóre aktywności człowieka.

Przyciski wyboru trybu pracy.

Tryby regulacji

W systemie iFlow można ustawić poziom CO_2 jako parametr wiodący i wybrać jeden z 3 dostępnych trybów regulacji: Comfort, Eco, Max. Pozwala to dostosować warunki do własnych potrzeb, zwiększając lub zmniejszając tym samym czułość wentylacji na zmiany parametru CO_2.

System utrzymuje stały poziom CO_2 w pomieszczeniu, zgodny z wybranym trybem sterowania, zapewniając optymalne warunki pracy dla jego użytkownika.



Wykres 12. Zmiana stężenia CO_2 w pomieszczeniu oraz reakcja regulatora VAV.

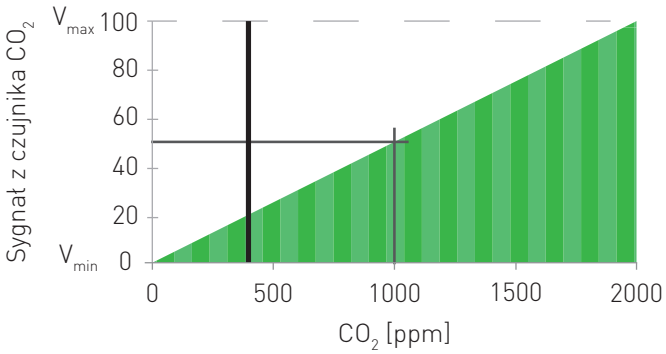
Zmiana stężenia CO_2 w pomieszczeniu oraz reakcja regulatora VAV

Wartość stężenia CO_2 w ramach poszczególnych trybów definiuje administrator. Może ją dostosować indywidualnie dla każdego pomieszczenia lub globalnie dla całego budynku.

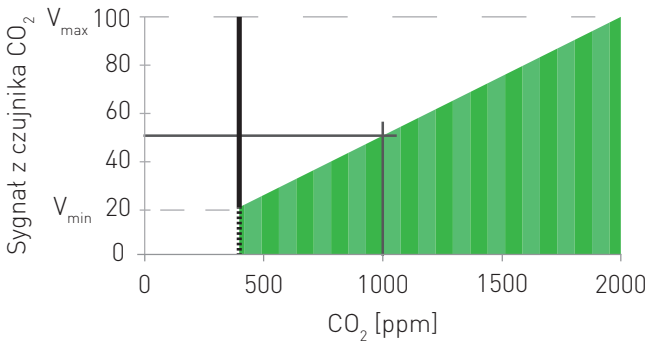
Ciekawą funkcjonalnością systemu jest opcja automatycznego przewietrzania. Niezależnie od wybranego parametru wiodącego czujnik cały czas rejestruje aktualne stężenie CO_2 w pomieszczeniu i przekazuje tę informację do systemu. Jeżeli stężenie CO_2 w pomieszczeniu przekroczy wartość graniczną parametru automatycznego przewietrzania, a funkcja ta jest aktywowana dla danego pomieszczenia, system ustawi regulatory VAV w przepływ maksymalny (V_{max}) na zdefiniowany przez administratora okres (domyślnie: 10 minut).

Funkcja ta zadziała niezależnie od aktualnie kontrolowanego parametru oraz wybranego trybu. Zaleca się stosowanie funkcji automatycznego przewietrzania szczególnie w przypadku pomieszczeń, gdzie okresowo występują nieplanowane spotkania, a użytkownicy nie zawsze mają czas na ręczne wymuszanie tej funkcji. W takich wypadkach system zapewni świeże powietrze. Każde z pomieszczeń ma możliwość ręcznego wymuszenia lub przerwania przewietrzania na zdefiniowany przez administratora czas.

Aktualnie stosowane rozwiązania w 90% przypadków bazują na regulacji poziomu CO_2 jedynie poprzez pomiar stężenia tego parametru za pomocą czujnika CO_2. W praktyce układ powoli, lecz cały czas faluje, nie stabilizując się nigdy na żadnej z wartości. Ponadto większość stosowanych czujników CO_2 ma zakres pomiarowy 0–2000 ppm, co odpowiada sygnałowi sterującemu 0–10 V. To sprawia, że układ wentylacji nie działa w pełnym zakresie projektowym. Dodatkowo jeżeli czujnik ma sygnał wyjściowy 0–10 V, a regulator VAV przyjmuje wartość zadaną w wartości 0–10 V, układ nigdy nie osiągnie przepływu minimalnego (V_{min}), ponieważ stężenie ppm CO_2 występujące normalnie w powietrzu sprawia, że czujnik zawsze będzie dawał około 1,8 V na wejście sterujące regulatora VAV, co obrazują wykresy. System iFlow umożliwia regulację CO_2 do zadanej wartości, zwiększając stabilność układu, a tym samym unikając niepotrzebnych przeregulowań. Ponadto w iFlow można zmienić parametr wartości zadanej stężenia CO_2 i dostosować go do preferencji użytkownika.



Wykres 13. Wykres 8. Sterowanie VAV 0–10 V.



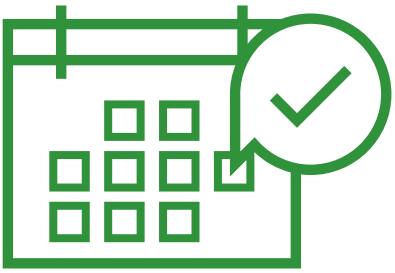
Wykres 14. Sterowanie VAV 2–10 V.

KALENDARZ ZAJĘTOŚCI POMIESZCZENIA

System jest w standardzie wyposażony w kalendarz wykorzystania pomieszczenia. Funkcja ta pozwala na wprowadzenie godzin pracy danego pomieszczenia w dni robocze. W godzinach pracy wentylacja pracuje na wybranych przez użytkownika parametrach, natomiast po godzinach pracy przechodzi w tryb czuwania i obniża kontrolowany parametr do wartości wpisanej przez administratora w polu „po pracy". Pozwala to na ograniczenie wydajności na regulatorach VAV oraz zmianę temperatury nawiewu, co zmniejsza zużycie energii. Dodatkowo układ można doposażyć w czujki obecności. Jeżeli administrator zatwierdzi tę opcję, układ automatycznie wykryje, że ktoś przebywa w pomieszczeniu, i podtrzyma wentylację w nastawach użytkownika. W okresie zdefiniowanym jako godziny pracy układ przechodzi w tryb „po pracy", jeżeli nie wykryje obecności przez 1 godzinę (czas ten może edytować administrator). W okresie zdefiniowanym jako „po godzinach pracy" wykrycie obecności przedłuża pracę wentylacji o 15 minut (brak obecności przez 15 minut ogranicza wentylację).

Jeżeli jednak wykorzystanie czujnika obecności jest niemożliwe lub z różnych innych względów nie zostały one zastosowane, system umożliwia użytkownikowi użycie przycisków „nadgodziny", „sobota" i „niedziela". Użycie któregokolwiek z tych przycisków w przypadku nadgodzin skutkuje przejściem układu wentylacji w tryb „w godzinach pracy" na 2 godziny (czas może być definiowany przez użytkownika), a w przypadku soboty i niedzieli na okres zdefiniowany jako godziny pracy. Upływający czas pozostały do końca czasu nadgodzin jest zwizualizowany poprzez zanikający pasek biegnący dookoła przycisku.

Funkcja ta może być połączona z układem oświetlania, wymuszającym wyłączenie światła w pomieszczeniu, gdy pomieszczenia nie są wykorzystywane. Czas automatycznego wyłączenia oświetlenia jest skonfigurowany tak samo jak czasy przejścia wentylacji w tryb „po godzinach".



Optymalizacja pracy centrali

Dzięki zastosowanym algorytmom system daje możliwość sterowania pracą centrali wentylacyjnej nawiewno-wywiewnej poprzez sygnały 0–10 V z zewnętrznego modułu wyjść analogowych. Aplikacje pozwalają na sterowanie obrotami centrali wentylacyjnej za pomocą jednego z dwóch dostępnych trybów:

- regulacji ciśnienia statycznego w kanale wentylacyjnym od przetwornika umieszczonego w dowolnej odnodze układu,
- regulacji od stopnia otwarcia regulatorów VAV (system wyszukuje najgorszą nitkę instalacji i optymalizuje obroty centrali, co zapewnia odpowiednią ilość powietrza również w tej nitce).

Dodatkowo dzięki monitorowaniu aktualnej oraz zadanej temperatury w pomieszczeniach układ dostosowuje wartość zadaną temperatury nawiewu centrali wentylacyjnej do zapotrzebowania. Zakres regulacji temperatury zależy od parametrów centrali i administrator może ustawić przeskalowanie sygnału wysyłanego do centrali pomiędzy temperaturą minimalną a maksymalną.

KOMUNIKACJA BMS

Komunikację w systemie iFlow można podzielić na:

01. **Lokalną** (w obrębie pomieszczeń i danego sterownika),
02. **Strefową** (pomiędzy sterownikami slave a master w danej strefie)
03. **Globalną** (w ramach sieci Ethernet w celu monitorowania całego systemu).

Każda z nich spełnia inne funkcje w systemie, a związane z nimi wymagania opisujemy poniżej.

01. Komunikacja lokalna

Jest realizowana po protokole MP-BUS o nieznacznie zmienionej strukturze. Pozwala na komunikację z 8 regulatorami VAV oraz 4 czujnikami pomieszczeniowymi. Każde z urządzeń ma przypisane konkretne adresy zgodnie z tabelą poniżej.

Numer pomieszczenia	VAV nawiew	VAV wyciąg	Czujnik
Pomieszczenie 1	MP1	MP2	MP9
Pomieszczenie 2	MP3	MP4	MP10
Pomieszczenie 3	MP5	MP6	MP11
Pomieszczenie 4	MP7	MP8	MP12

Tabela 3. Adresy urządzeń w komunikacji lokalnej.

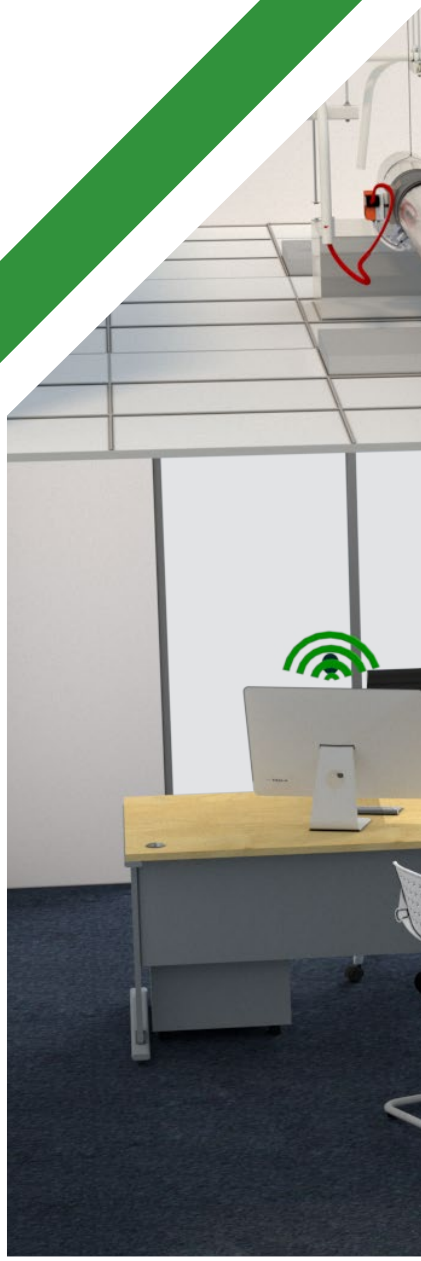
Dzięki zastosowaniu przypisanych adresów układ nie wymaga zewnętrznej konfiguracji. Cała konfiguracja odbywa się poprzez web serwer i sprowadza się do konfiguracji parametrów pracy systemu. Jeden sterownik może obsłużyć maksymalnie 2 karty MP, co daje obsługę do 32 urządzeń. Dzięki zastosowanemu protokołowi administrator ma możliwość monitoringu aktualnego przepływu, wartości zadanej przepływu, kąta otwarcia każdego z regulatorów VAV. Ponadto układ może monitorować równocześnie takie parametry pracy pomieszczenia, jak temperatura, poziom CO_2, wilgotność oraz VOC.

Najważniejsze parametry pojedynczej linii MP są następujące:

- topologia magistrali,
- maksymalna długość magistrali – 300 m,
- maksymalne odgałęzienie od magistrali – 1 m,
- maksymalna liczba węzłów – 16,
- maksymalna odległość między węzłami – 100 m,
- kabel 3-przewodowy OMY – 3 × 1,5,
- zasilanie i komunikacja realizowana jednym przewodem,
- zasilanie urządzeń i sterownika z tego samego źródła 24 VDC w zestawie SMC.

02. Komunikacja strefowa

Jest realizowana poprzez lokalną siec ethernetową. Jej cel stanowi monitorowanie i kontrolowanie urządzeń za pośrednictwem web serwera. W tym celu stosuje się skrętkę UTP 5kat. Każdy ze sterowników ma dwa wejścia RJ45, dzięki czemu można je łatwo ze sobą połączyć, ponieważ każdy sterownik ma także funkcję switch i łatwo wpiąć sieć sterowników do sieci firmowej. Parametry sieci (adresy IP, bramę i maskę podsieci) można zmienić poprzez web serwer i dostosować do sieci istniejącej w obiekcie. Połączenie to nie jest niezbędne do prawidłowego funkcjonowania systemu. Ma na celu tylko i wyłącznie zdalne monitorowanie i parametryzację urządzeń.

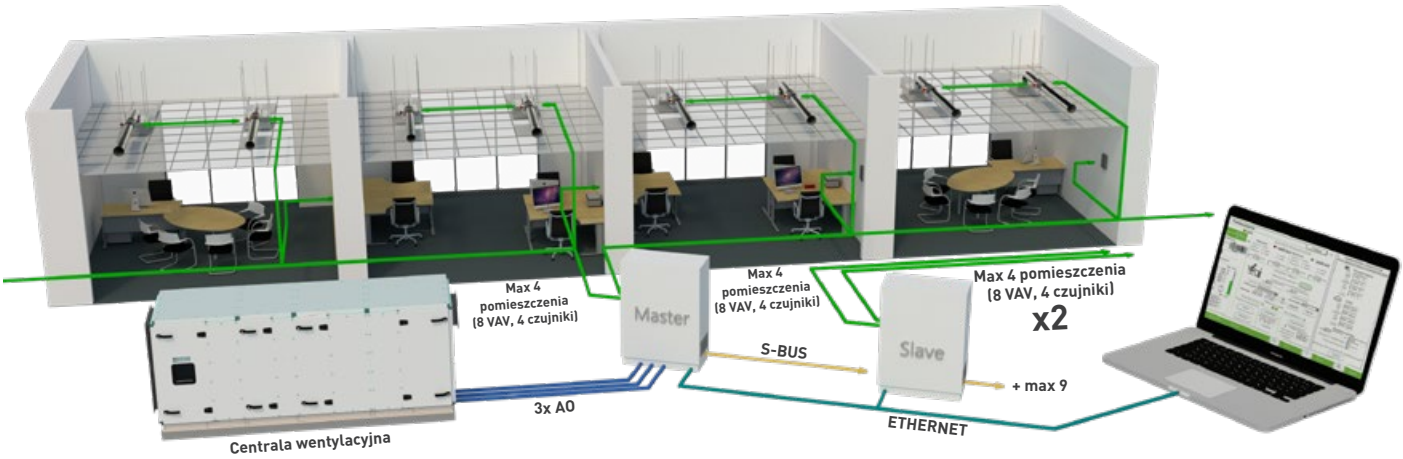


Najważniejsze parametry w tym wypadku to:

- topologia – tylko magistrala,
- terminatory na końcach linii,
- długość magistrali – 1200 m,
- przewody 2 × 0,5–0,8 mm^2, ekranowane, np. LiYCY 2 × 0,75 lub Li2YCY 2 × 2 × 0,5 (druga para rezerwowa),
- maksymalnie 10 urządzeń na magistrali.

03. Komunikacja globalna

Jest realizowana poprzez protokół S-BUS (RS-485) i obejmuje komunikację sterowników slave ze sterownikiem master. Pozwala on na stały monitoring najważniejszych parametrów całego systemu, by zoptymalizować pracę centrali wentylacyjnej. Dzięki temu można regulować obroty centrali nawiewnej i wyciągowej od stopnia otwarcia VAV i ich aktualnego wykorzystania, a także zmieniać temperaturę nawiewu, jeżeli jest to wymagane. Utrata komunikacji strefowej z którymkolwiek ze sterowników nie powoduje zatrzymania regulacji, ponieważ sterowanie w sieci lokalnej odbywa się niezależnie. Nieprawidłowe działanie, wynikające z braku możliwości odczytu parametrów urządzeń, z którymi nie ma komunikacji, może dotyczyć jedynie sterowania centralą wentylacyjną.



Schemat 2. Poglądowa struktura systemu iFlow.

ELEMENTY SKŁADOWE

01. **Szafa sterująca** (SMC-M Master, SMC-S Slave)
02. **Regulatory VAV** (RVP-R, RVP-P)
03. **Czujniki parametrów pomieszczenia** (CP24-1)
04. **Pomieszczeniowy przetwornik CO_2** (CP010-1)
05. **Czujnik obecności** (CO 24-1, CO 24-2)
06. **Panel dotykowy** (IFQ 896S)
07. **iFlow App** (dla systemu Android)

01. Szafa sterująca

(SMC-M Master, SMC-S Slave)

Szafa wyposażona jest w sterownik – zależnie od wgranej aplikacji może to być master lub slave. Na 9 slave'ów musi przypadać jeden master. Komunikacja między sterownikami odbywa się po protokole S-BUS. Master ma pierwszy adres w sieci i odpowiada za odpytywanie wszystkich urządzeń podpiętych w jego sieci lokalnej MP-BUS oraz szaf sterujących po protokole S-BUS. Zbierając informacje ze wszystkich urządzeń, pozwala na sterowanie pracą centrali wentylacyjnej sygnałami 0–10 V. Pierwszy sygnał steruje obrotami wentylatora centrali nawiewnej, drugi sygnał odpowiada za obroty wentylatora centrali wywiewnej, natomiast trzeci sygnał przesyła informacje o zadanej temperaturze nawiewu, jaką powinna utrzymywać centrala wentylacyjna.

Szafa sterująca SMC-M-Master.

Gdy szafa sterująca master ma zawiadywać pracą centrali wentylacyjnej, może obsłużyć dodatkowo do 8 pomieszczeń. W przypadku utraty komunikacji z którymkolwiek sterownikiem slave trzykrotnie podejmuje próbę ponownego nawiązania połączenia. Potem wysyła komunikat o błędzie i konieczności sprawdzenia połączenia przez serwis budynku w celu weryfikacji połączenia. Administrator z poziomu web serwera sterownika master jest w stanie wymusić ponowną próbę połączenia i odświeżenia komunikacji. Pomimo braku połączenia mastera ze sterownikiem slave sterowanie na slave'ach odbywa się bez problemu, umożliwiając zarówno wybieranie setpointów, jak i monitorowanie pracy układu za pomocą web serwera. Jedyną różnicą w takiej sytuacji jest fakt, że algorytm sterowania nie uwzględnia parametrów pracy i wartości zadanych urządzeń podpiętych do slave'a, który utracił komunikację z masterem. Każdy ze sterowników jest wyposażony w gniazdo RJ45 do podpięcia komunikacji z siecią internetową w obiekcie. Sterowniki są dostarczane z ustawionymi domyślnie adresami IP, które jednak można łatwo zmienić z poziomu web serwera.

Kod zamówienia

SMC - <A> <X> - <B> <C>

Zasilanie wejściowe	230 V
Zasilanie wyjściowe	24 VDC
Maksymalny pobór mocy	100 W
Pobór mocy bez obciążenia	<1 W
Zasilanie sterownika, urządzeń peryferyjnych	24 VDC
Temperatura pracy	0–50°C
Wymiary (W × H × D)	400 x 500 x 100 mm
Podłączenia	szyna zaciskowa, przewody maks. 2,5 mm²

Tabela 4. Dane techniczne szaf IA – dane techniczne szafy zasilającej master.

A – typ sterownika
- **M** – master
- **S** – slave

X – numer sterownika Slave (wybieramy tylko gdy <A> = S)
- **1-9** – numer Slave (domyślnie 1 gdy <A> = S)

B – liczba kart MP
- **1** – jedna karta (obsługa do 4 pomieszczeń)
- **2** – dwie karty (obsługa do 8 pomieszczeń)

C – Dodatkowe wyjścia sterujące centralą
- **0** – brak
- **1** – karta wyjść analogowych

Regulator VAV RVP-R.

02. Regulatory VAV

(RVP-R, RVP-P)

System bazuje na standardowych regulatorach VAV RVP-R oraz RVP-P z siłownikami Belimo wyposażonymi w komunikację MP-BUS. Współpracuje z regulatorami wyposażonymi zarówno w standardowe siłowniki 150-sekundowe, jak i szybkie 3-sekundowe. Jeden sterownik może obsłużyć maksymalnie 16 VAV połączonych w sumie na dwóch liniach MP. Regulatory VAV muszą być zaadresowane zgodnie z danymi w poniższej tabeli.

Numer pomieszczenia	VAV – nawiew	VAV – wyciąg	Czujnik
Pomieszczenie 1.	MP1	MP2	MP9
Pomieszczenie 2.	MP3	MP4	MP10
Pomieszczenie 3.	MP5	MP6	MP11
Pomieszczenie 4.	MP7	MP8	MP12

Tabela 5. Adresy urządzeń w sieci.

Numeracja adresów MP jest analogiczna dla każdej z linii MP-BUS w sterowniku.

Regulatory VAV powinny być dostarczone już z zaprogramowanymi minimalnymi i maksymalnymi wydatkami zgodnie z projektem wentylacji. Istnieje możliwość późniejszej zmiany wartości przepływów w pomieszczeniu w zakresie nieprzekraczającym przepływu nominalnego (Vnom) danego regulatora oraz wartości brzegowych podanych w karcie katalogowej urządzenia.

03. Czujniki parametrów pomieszczenia

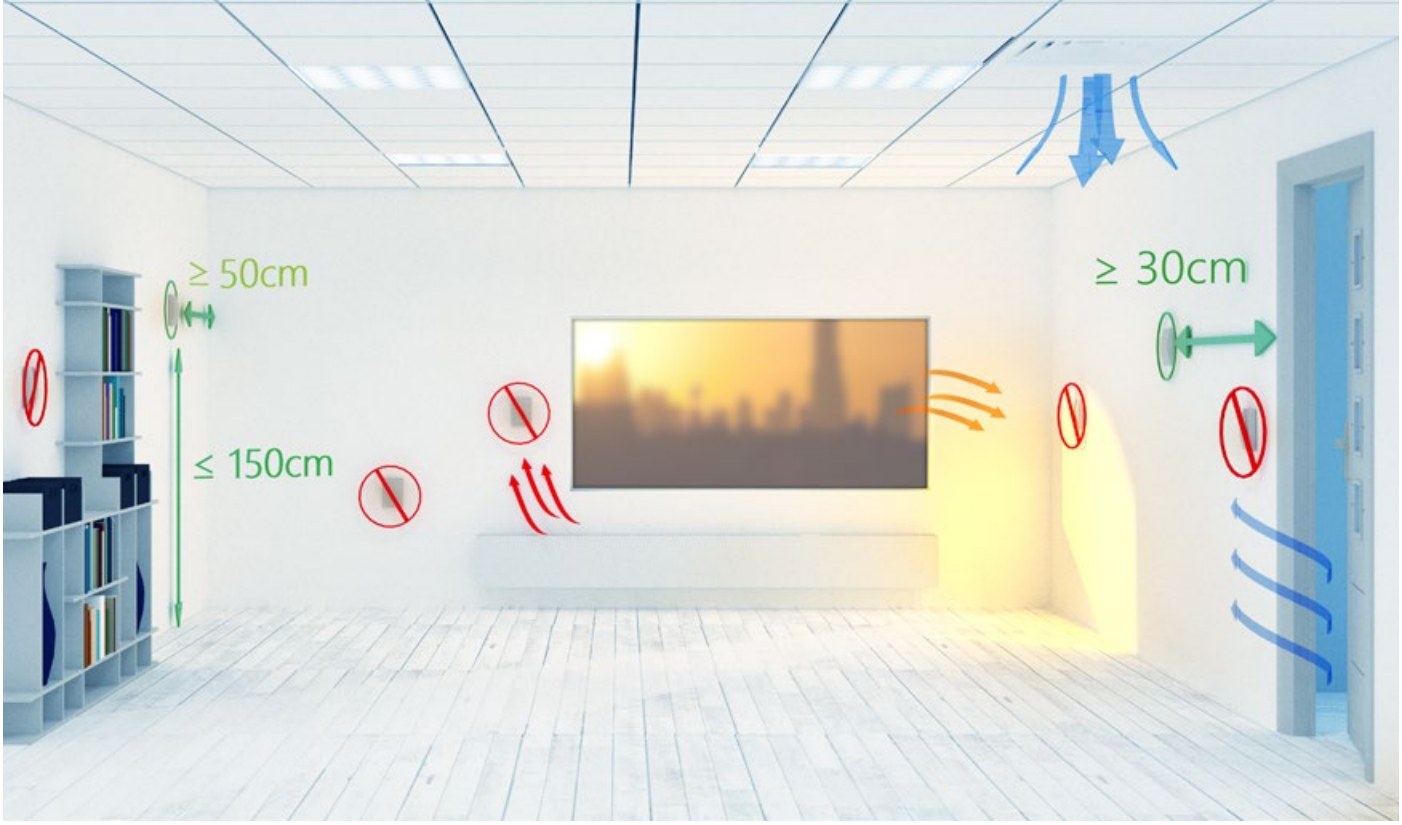
(CP24-1)

Natynkowe czujniki pomieszczeniowe montowane na ścianie pomieszczenia stanowią nieodłączny element systemu. Komunikują się one po protokole MP-BUS ze sterownikiem, z którym łączy się pomieszczenie.

Napięcie zasilania	24 VDC
Pobór mocy	0.5 W
Komunikacja	MP-Bus
Pomiar temperatury	0–50°C, rozdzielczość 0,05°C, dokładność +/–0,35°C
Pomiar CO_2	zakres pomiarowy 0–2000 ppm CO_2, rozdzielczość 1 ppm, dokładność +/–100 ppm
Temperatura pracy	0–50°C
Temperatura składowania	od –20°C do 60°C
Wymiary (W × H × D)	99 × 84 × 32 mm
Waga	≈114 g

Tabela 6. Dane techniczne czujnika pomieszczeniowego.

Czujnik pomieszczenia CP24-1.



Rysunek 4. Miejsce montażu czujnika pomieszczenia.

Schemat poprawnego miejsca montażu czujnika CP24

Miejsce montażu urządzenia w pomieszczeniu ma duży wpływ na poprawność odczytów, co w bezpośredni sposób przekłada się na utrzymanie w pomieszczeniu komfortowych warunków. Nieodpowiednie miejsce montażu może powodować niepożądane zakłócenia, takie jak zawyżanie temperatury w pomieszczeniu (na skutek silnego nasłonecznienia czujnika) zaniżanie poziomu CO_2 (to z kolei wpływ nawiewnika). Powinno się więc unikać montażu:

- w pobliżu źródła ciepła,
- na ścianach zewnętrznych,
- w miejscach silnie nasłonecznionych,
- w przeciągu,
- w bezpośrednim sąsiedztwie nawiewników,
- w zabudowie ograniczającej przepływ powietrza.

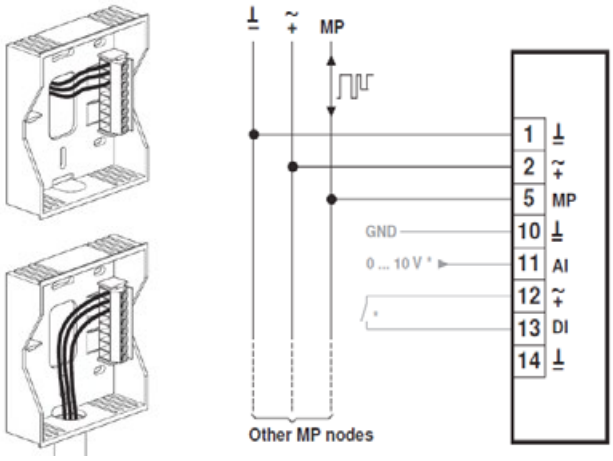
Zaleca się montaż czujnika w odległości 1,5 m od podłogi, co najmniej 50 cm od ścian i narożników oraz minimum 30 cm od drzwi.

Ściąganie obudowy

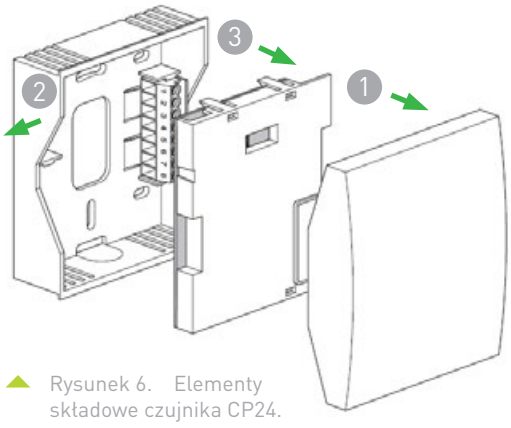
1. Ściągnąć zewnętrzną osłonę urządzenia.
2. Podważyć boczne zaczepy.
3. Wyciągnąć moduł elektroniczny z pinami przyłączeniowymi.

Podłączenie

Przewody elektryczne należy podpinać do listwy zaciskowej pod modułem elektronicznym. Miejsce wprowadzenia przewodów do obudowy po podłączeniu przewodów powinno być zaślepione, by uniknąć zakłóceń pomiarów spowodowanych przepływem powietrza z otworu doprowadzającego przewody elektryczne.



Rysunek 5. Schemat podłączenia czujnika CP24.



Rysunek 6. Elementy składowe czujnika CP24.

Pomieszczeniowy przetwornik CO_2 CP-010-1.

04. Pomieszczeniowy przetwornik CO_2

(CP-010-1)

Przetwornik przeznaczony jest do pomiaru stężenia dwutlenku węgla w miejscu przebywania ludzi (biura, sale konferencyjne, pokoje mieszkalne itp.).

Zastosowanie

Przetwornik przeznaczony jest do pomiaru stężenia dwutlenku węgla w miejscu przebywania ludzi (biura, sale konferencyjne, pokoje mieszkalne itp.). Jego podstawową funkcją jest współpraca z regulatorami przepływu powietrza VAV. W wyniku wzrostu stężenia CO_2 w pomieszczeniu urządzenie przesyła sygnał analogowy do regulatora VAV zwiększając przepływ objętościowy powietrza dostarczany do pomieszczenia.

Do pomiaru CO_2 używana jest metoda NDIR (ang. Non Dispersive InfraRed - niedyspersyjna absorpcja podczerwieni z funkcją samokalibracji). Jako sygnał wyjściowy wykorzystywany jest analogowy sygnał 0-10V. W zależności od konfiguracji sygnał 10V może być uzyskiwany dla wartości 1000 lub 2000 ppm. Urządzenie może być wykorzystywane jako składowa systemu iFlow (wówczas zakres zalecany wynosi 2000ppm) oraz w zastosowaniach konwencjonalnych po za systemem iFlow (wówczas zalecanym zakresem jest 1000ppm).

Przetwornik może być również wykorzystywany do przesyłania sygnałów do systemu BMS poprzez sygnały analogowe 0-10V. Dzięki wbudowanemu czujnikowi może dokonywać pomiaru nie tylko CO_2 ale również temperatury. Jeżeli ze względu na umiejscowienie czujnika pomiar temperatury może być zafałszowany można wykorzystać bezprzewodowe czujniki temperatury komunikujące się z modułem bazowym (wyposażenie opcjonalne C-mini).

Zalety

Dzięki zastosowaniu zakresu wyjściowego 0-10V skalowanemu w zakresie do 1000ppm urządzenie pozwala na uzyskanie wartości przepływu na regulatorze VAV równemu Vmax. Wartość Vmax projektowo dobierana jest dla maksymalnego obciążenia pomieszczenia i pozwala na prawidłową wentylację która skutecznie ogranicza wzrost stężenia dwutlenku węgla w pomieszczeniu ponad 1000 ppm. Dla porównania przy zastosowaniu czujnika w zakresie do 2000ppm przy stężeniu zalecanym przez WHO i najczęściej obliczanym do projektów czyli 1000ppm sygnał wyjściowy wynosi 5V czyli regulatory VAV nie osiągają dobranej maksymalnej wydajności.

Dane techniczne

Dane techniczne przetwornika	
Czujnik przystosowany do pomiaru	CO_2 i temperatury w pomieszczeniu. Opcjonalnie można zastosować zdalny czujnik temperatury C-mini
Zakres pomiarowy	0-2000ppm (opcjonalnie 0-1000ppm) oraz 16-30°C
Sygnał wyjściowy	0-10V (osobny dla CO_2 i temperatury)
Zasilanie	20-28 VDC
Pobór mocy	<1,2W
Zaciski przyłączeniowe	max 1,5mm²
Wyjścia	0-10V maksymalne obciążenie 10mA
Kalibracja	nie jest wymagana
Ochrona IP	IP20
Warunki pracy	0..+50oC, wilgotność maks. 85%rH
Częstotliwość pracy	868MHz

Tabela 6. Dane techniczne.

Urządzenie powinno być montowane i podłączane elektrycznie przez osoby do tego uprawnione i wykwalifikowane. Wszelkie podłączenia powinny być wykonywane zgodnie ze schematem elektrycznym. Urządzenie nie może pracować w systemach chroniących pośrednio lub bezpośrednio życie lub zdrowie ludzkie.

Konfiguracja:

W celu zmiany trybu konfiguracji należy przy użyciu długopisu lub małego śrubokręta wcisnąć przycisk serwisowy znajdujący się w dolnej części obudowy:

Zmiana trybu wyświetlania wartości na wyświetlaczu CO_2-temperatura – przyciśnij raz krótko (do 1 s.)

Zmiana zakresu pracy przetwornika CO_2 2000 ppm – 1000 ppm – przyciśnij przycisk na 7s. na wyświetlaczu pojawi się pulsująca wartość zakresu 2000 lub 1000.

Parowanie zdalnego czujnika temperatury

– przyciśnij przycisk na 3s. zapali się dioda czerwona sygnalizująca gotowość do parowania (funkcja będzie aktywna przez 2 minuty). Wciśnij krótko przycisk serwisowy na spodzie czujnika C-mini. Jeżeli parowanie przebiegło pomyślnie czerwona dioda na module CO_2 powinna przestać się świecić. Do jednego modułu CO_2 można podpiąć do 2 czujników C-mini wartość z ich odczytu będzie uśredniana. W celu sparowania kolejnego czujnika C-mini procedurę należy powtórzyć od nowa. Jeżeli dany czujnik przypiszemy do kolejnego modułu CO_2 utraci on automatycznie powiązanie z poprzednio powiązanym modułem. W przypadku sparowania pierwszego czujnika C-mini wartość odczytu temperatury z wbudowanego czujnika temperatury nie jest już brana pod uwagę.

05. Czujnik obecności

(CO 24-1, CO 24-2)

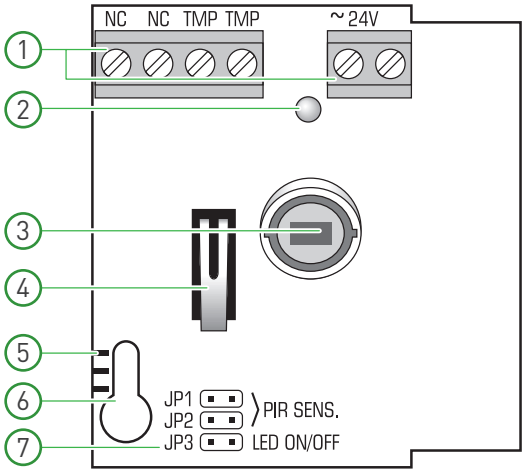
Czujka sufitowa to mikroprocesorowa, w pełni cyfrowa czujka ruchu, która charakteryzuje się dużą czułością oraz odpornością na zakłócenia. W produkcie zamontowano podwójny element piroelektryczny. Urządzenie może być zasilane napięciem 24 VDC.

Montaż

Czujka jest przystosowana do montażu wewnątrz pomieszczenia. Przy montażu należy zwrócić szczególną uwagę, ażeby nie uszkodzić ani nie zabrudzić piroelementu. By otworzyć obudowę czujnika, należy ją przekręcić zgodnie z ruchem wskazówek zegara. Po wyjęciu płytki z elektroniką można przystąpić do montażu obudowy i podłączania przewodów. Przed montażem trzeba samodzielnie wykonać otwory na wkręty i przewody w górnej części obudowy. Podłączenie przewodów należy wykonać zgodnie ze schematem podłączeń.

Napięcie zasilania	24 VDC
Pobór mocy	<0,5 W
Obszar detekcji przy montażu na wysokości 2,4 m	36 m^2
Obszar detekcji przy montażu na wysokości 3,7 m	80 m^{2v}
Wykrywana prędkość ruchu	<3 m/s
Temperatura pracy	0–50°C
Temperatura składowania	od –10°C do 50°C
Wymiary	Ø97 × 29 mm
Waga	≈64 g

Tabela 9. Dane techniczne sufitowej czujki obecności CO 24-1.



Rysunek 7. Podłączenie czujnika.

Podłączenie

1. Zaciski:
   - NC – przekaźnik (NC),
   - TMP – sabotaż,
   - 24V – wejście zasilania.
2. Dioda LED – świeci przez około 2 sekundy po zarejestrowaniu ruchu przez czujkę, jeżeli wyjście JP3 jest zwarte. Umożliwia instalatorowi ustalenie obszaru działania i sprawdzenie poprawności pracy urządzenia. Po ustawieniu powinna zostać wyłączona (zworka JP3 rozwarta).
3. Przekaźnik.
4. Piroelement.
5. Styk sabotażowy.
6. Otwór na wkręt mocujący.
7. Kołki do ustawienia pracy czujnika (JP1 i JP2 zwarty, JP3 dioda LED).

Po włączeniu zasilania czujka uruchamia się przez około 30 sekund.

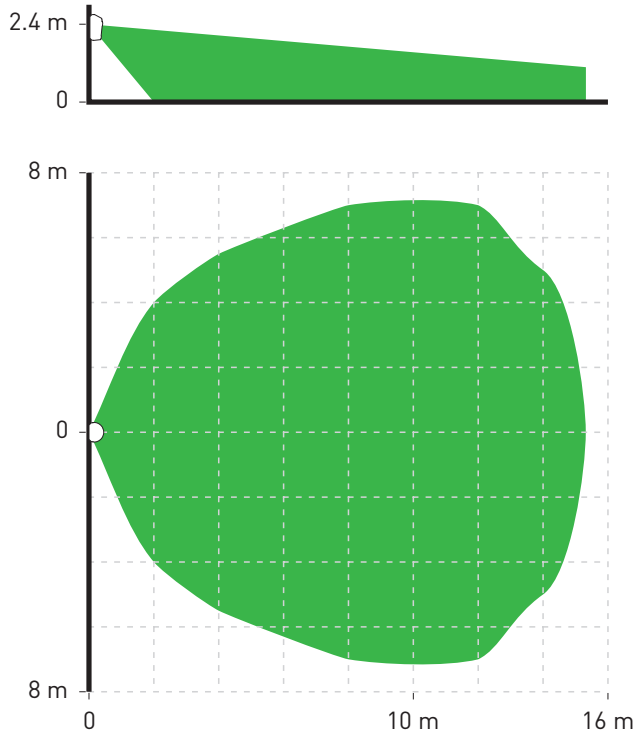
Czujka ścienna

Czujka ścienna jest to mikroprocesorowa, w pełni cyfrowa czujka ruchu, która charakteryzuje się dużą czułością oraz odpornością na zakłócenia. W produkcie zamontowano podwójny element piroelektryczny. Urządzenie może być zasilane napięciem 24 VDC.

Napięcie zasilania	24 VDC
Pobór mocy	<0,5 W
Obszar detekcji przy montażu na wysokości 2,1 m	od 1,7 m do 15 m
Kąt detekcji przy montażu na wysokości 2,1 m	140°
Wykrywana prędkość ruchu	<3 m/s
Temperatura pracy	0–50°C
Temperatura składowania	od –10°C do 50°C
Wymiary (W × H × D)	63 × 96 × 49 mm
Waga	≈93 g

Tabela 10. Dane techniczne sufitowej czujki obecności CO 24-2.

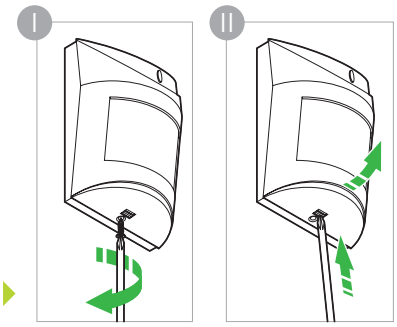
Zasięg czujki



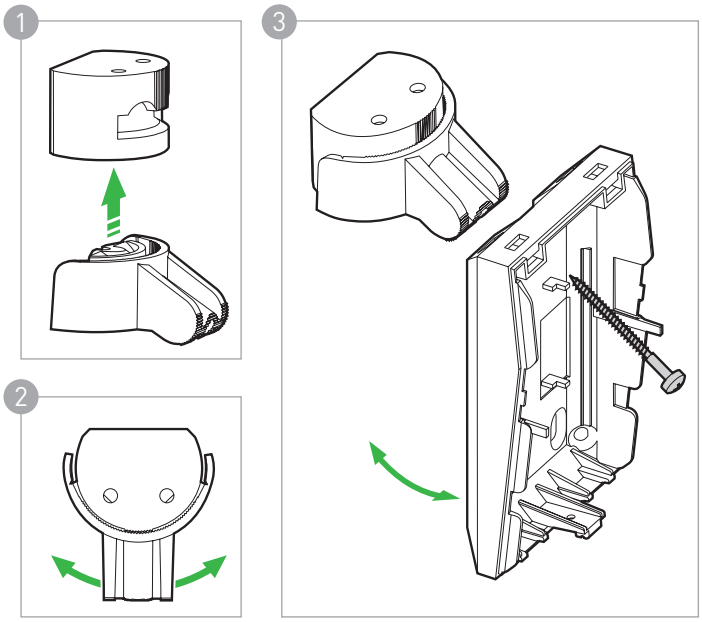
Rysunek 8. Zasięg czujnika CO 24.

Montaż

Czujka jest przystosowana do montażu wewnątrz pomieszczenia. Może być montowana bezpośrednio do ściany lub na dołączonym uchwycie. Przy montażu należy zwrócić szczególną uwagę, ażeby nie uszkodzić ani nie zabrudzić piroelementu. By otworzyć obudowę czujnika, należy delikatnie podważyć ją śrubokrętem w dolnej części i odchylić obudowę. Po wyjęciu płytki z elektroniką można przystąpić do montażu obudowy i podłączania przewodów. Przed montażem trzeba samodzielnie wykonać otwory na wkręty i przewody w górnej części obudowy. Podłączenie przewodów należy wykonać zgodnie ze schematem podłączeń.



Rysunek 9. Otwarcie obudowy czujnika.



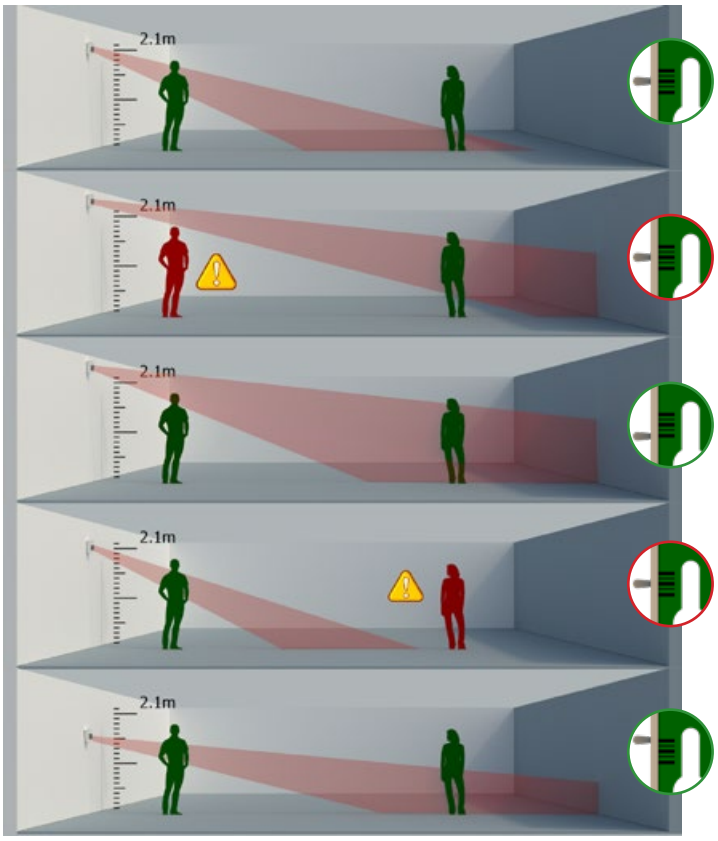
Rysunek 10. Montaż czujnika na uchwycie.

Ustawienie płytki z elementem piroelektrycznym względem wysokości montażu czujnika

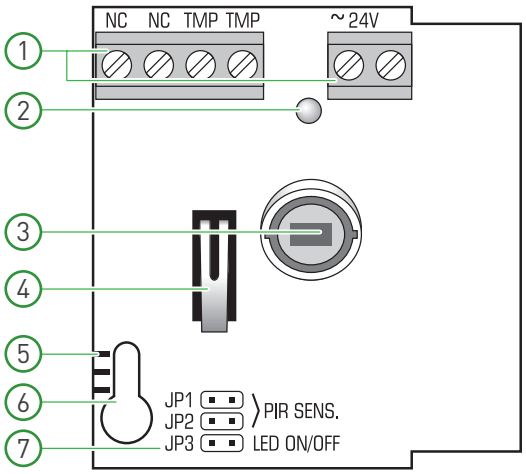
W zależności od wysokości montażu czujki należy właściwie ustawić płytkę z elementem piroelektrycznym względem wskaźnika.

Wysokość montażu	położenie podziałki względem wskaźnika na obudowie
Powyżej 2,1 m	środkowa kreska podziałki powyżej wskaźnika
2,1 m	środkowa kreska podziałki naprzeciw wskaźnika
Poniżej 2,1 m	środkowa kreska podziałki poniżej wskaźnika

Tabela 11. Wysokość montażu czujnika.



Rysunek 12. Ustawienie płytki z elementem piroelektrycznym względem wysokości montażu czujnika.



Rysunek 11. Podłączenie czujnika.

Podłączenie

1. Zaciski:
   - NC – przekaźnik (NC),
   - TMP – sabotaż,
   - 24V – wejście zasilania.
2. Dioda LED – świeci przez około 2 sekundy po zarejestrowaniu ruchu przez czujkę, jeżeli wyjście JP3 jest zwarte. Umożliwia instalatorowi ustalenie obszaru działania i sprawdzenie poprawności pracy urządzenia. Po ustawieniu powinna zostać wyłączona (zworka JP3 rozwarta).
3. Przekaźnik.
4. Piroelement.
5. Styk sabotażowy.
6. Otwór na wkręt mocujący.
7. Kołki do ustawienia pracy czujnika (JP1 i JP2 zwarty, JP3 dioda LED).

Po włączeniu zasilania czujka uruchamia się przez około 30 sekund.

06. Panel dotykowy

(IFQ 896S)

Panel dotykowy dedykowany do systemu iFlow o rozdzielczości 1024x600 wyposażony jest domyślnie w aplikacje sterująca systemu iFlow (IFlowApp). Dzięki temu za pośrednictwem lokalnej (budynkowej) sieci internetowej pozwala na sterowanie wentylacja w pomieszczeniach. Dzięki wbudowanemu WiFi panel można bezprzewodowo połączyć z lokalną siecią internetową. Zasilanie można realizować za pomocą dołączonego do zestawu zasilacza sieciowego lub z szafy systemu iFlow SMC.

Urządzenie wyposażone jest w system android dzięki czemu może zainstalować na nim dowolną aplikację i sterować z jednego miejsca wieloma urządzeniami i funkcjami które dają możliwość obsługę z poziomu aplikacji na tablety z systemem android.

Dzięki wyposażeniu w specjalną ramkę montażową panel może być montowany zarówno w formie natynkowej jak i podtynkowej. Przy wyposażeniu w dodatkowy uchwyt (nie dołączony do zestawu) może również być urządzeniem wolno-stojącym.

Pomieszczeniowy przetwornik CO_2 CP-010-1.

Model		IFQ 896S (kolor czarny)
Hardware	Procesor	Allwinner's A83T processor
	CPU	Octa-Core 1.2GHz
	Wyświetlacz	7 Inch IPS Capacitive Screen, Resolution: 1024 x 600, Brightness: 350 cd/m^2
	RAM	2GB
	Flash	8GB
	Wymiary	L182*W121*H25mm
Software	System	Google Android 6.0.1
	Jezyk	Zgodnie z systemem Android
Porty	Tył	Wyjście HDMI
		Zasilanie (9V-36V) DC
		Ethernet RJ45
Sieć	WIFI	WIFI (802.11b/g/n)
	LAN Port	Ethernet RJ45
Zasilanie	DC	DC 9V - 36V

Tabela 11. Dane techniczne panelu IFQ 896S.

07. iFlow App

(dla systemu Android)

Dzięki darmowej aplikacji iFlow APP już dziś możesz zarządzać wentylacją w pomieszczeniach ze swojego smartfona, gdziekolwiek się znajdujesz!

- ograniczysz wietrzenie pomieszczenia po wyjściu z biura
- zwiększysz temperaturę przed przyjściem do pracy
- zadbasz o właściwe stężenie CO_2 w pomieszczeniu, zapewniając komfortowe warunki pracy

Pobierz darmową aplikację ze sklepu Google Play na swoje urządzenie z Androidem.

android

POBIERZ NA Google Play

iFlow ventilation system

SMAY Sp. z o.o.

ul. Ciepłownicza 29
31-587 Kraków

+48 12 37 81 800
zapytania@smay.eu

KONTAKT TECHNICZNY

Michał Cisowki
Product Manager systemu iFlow

+48 784 025 025
+48 12 37 81 881
iflow@smay.eu

www.smay.eu

SMAY 30 LAT