

# **OPIS INSTALACJI AUTOMATYKI I BMS**

**Hala sportowa z przedszkolem w miejscowości Łapanów**

## **INWESTOR:**

**GMINA ŁAPANÓW**

## **BRANŻA:**

**Automatyka i BMS**

## **AUTORZY OPRACOWANIA :**

mgr inż. Tomasz Pachla  
mgr inż. Kamil Błasiński

## **1. Opis ogólny**

### **1.1 Przedmiot i podstawa opracowania**

Przedmiot opracowania stanowi dokumentacja systemu automatyki i BMS dla budynku hali sportowej z przedszkolem oraz przewiązką łączącą istniejący budynek Szkoły Podstawowej na działce nr 218/4 w miejscowości Łapanów, gmina Łapanów

Podstawa opracowania:

- projekt techniczny instalacji grzewczo chłodniczych, wentylacji, klimatyzacji,
- projekt techniczny wodno-kanalizacyjny,
- projekt techniczny instalacji elektrycznych
- wytyczne inwestora

Zakres projektu:

- monitoring i sterowanie instalacji grzewczej, w tym:
  - automatyka kotłowni
  - automatyka ogrzewania podłogowego
- monitoring i sterowanie instalacji wentylacji, w tym:
  - central wentylacyjnych
  - wentylatorów bytowych

## **2. System BMS**

### **2.1 Opis systemu BMS**

Poziom nadzoru i zarządzania (BMS) stanowić będą sterowniki swobodnie programowalne ze zintegrowanym oprogramowaniem webowym, np. Sauter modulo 6, zainstalowane w rozdzielnicach automatyki. Wymagane jest aby nadrzędnym protokołem komunikacyjnym był certyfikowany protokół BACnet IP. System pozwalać będzie na zarządzanie i monitoring instalacji budynkowych z jednego miejsca. W tym celu wykorzystywane będą najpopularniejsze protokoły komunikacyjne (BACnet IP, Modbus RTU, M-bus) lub sygnały twardodrutowe podłączane do modułów wejść/wyjść sterownika. System BMS musi być skalowalny i dopasowany według indywidualnego zapotrzebowania inwestora.

Główne wymagania jakie musi spełniać system BMS:

- zintegrowany pakiet programów,
- moduł raportowania i alarmowania,
- nowoczesny web design,
- skalowalne grafiki
- możliwość definicji wielu użytkowników z różnymi prawami dostępu,
- archiwizacja danych,
- możliwość rozbudowy,
- komunikacja po protokole BACnet IP.

## **2.2 Zadania systemu BMS**

Podstawowe zadania realizowane przez system BMS:

- wizualizacja procesu – graficzna prezentacja instalacji i stanów urządzeń,
- obsługa stanów alarmowych,
- obsługa programów czasowych,
- centralne zarządzanie nastawami wartości zadanych poszczególnych parametrów,
- sterowanie i regulacja,
- zarządzanie poszczególnymi instalacjami budynku,
- archiwizacja danych.

## **3. Opis rozdzielnic i instalacji BMS**

### **3.1 Rozdzielnica automatyki RA.KOTŁOWNIA**

Rozdzielnica automatyki RA.KOTŁOWNIA ze sterownikiem swobodnie programowalnym oraz niezbędną aparaturą sterowniczą zlokalizowana będzie w pomieszczeniu kotłowni na 2 piętrze. Z rozdzielnic będzie realizowana automatyka kotłowni oraz automatyka ogrzewania podłogowego.

Wymagany standard wykonania rozdzielnic:

- stojąca, metalowa z płytą montażową, usadowiona na cokołach
- wyposażona w kratki wentylacyjne z filtrami
- wyposażona w termostat i wentylator
- wyposażona w lampę
- wyposażona w gniazdo serwisowe 230V
- wyposażona w aparaturę sterowniczą wiodących producentów

Na elewacji szafy sterowniczej będą się znajdować:

- wyłącznik główny,
- przycisk RESET rozdzielnic,
- przełączniki AUTO-0-REKA pomp obiegowych
- Lampki sygnalizacyjne obecności napięcia 230V
- Lampki sygnalizacyjne obecności napięcia 24V
- Lampka sygnalizacyjna awarii zbiorczej

Kable sterownicze oraz zasilające wychodzące z rozdzielnic RA.KOTŁOWNIA muszą spełniać aktualne wymagania dyrektywy CPR określającej kable oraz przewody pod względem reakcji na ogień.

Wymagane jest aby kable magistralowe oraz sieciowe typu „skrętka” były ekranowane oraz kategorii minimum kat. 6A

### **Automatyka kotłowni**

Urządzenia monitorowane i sterowane z rozdzielnic automatyki:

- kotły gazowe (2 sztuki)
- pompy ciepła (5 sztuk)

Urządzenia zasilane i sterowane z rozdzielnic automatyki:

- pompy obiegowe (13 sztuk)
- siłowniki zaworów regulacyjnych (8 sztuk)

Opomiarowanie instalacji:

- czujniki temperatury (23 sztuki)
- czujniki ciśnienia (2 sztuki)
- presostaty ciśnienia (3 sztuki)
- termostaty bezpieczeństwa (9 sztuk)

Układ wytwarzania ciepła na potrzeby centralnego ogrzewania oraz ciepłej wody użytkowej składa się z dwóch kotłów gazowych, pięciu pomp ciepła, pomp obiegowych, zaworów regulacyjnych oraz niezbędnego opomiarowania. System automatyki musi zapewnić hybrydową pracę wszystkich wymienionych urządzeń.

Kotły gazowe stanowią źródło ciepła dla obiegu central wentylacyjnych, nagrzewnic wodnych, zbiornika buforowego C.O. oraz zbiornika C.W.U. Zakłada się, że kotły będą pracować w kaskadzie a system automatyki steruje ilością pracujących kotłów w zależności od zapotrzebowania na ciepło. System automatyki musi zapewnić równomierną eksploatację kotłów poprzez rotację ich pracy na podstawie liczby przepracowanych godzin. Dostarczone kotły gazowe będą umożliwiać monitoring i sterowanie nadrzędnemu systemowi (BMS) poprzez obsługę następujących sygnałów:

- praca kotła (monitoring)
- awaria kotła (monitoring)
- załączenie (pozwolenie pracy) kotła (sterowanie)
- setpoint temperatury zasilania kotła (sterowanie)

Kolejnym źródłem ciepła dla zasilania zbiorników C.O. oraz C.W.U są pompy ciepła. Zaprojektowany został układ pracy kaskadowej pięciu pomp ciepła. Jedna pompa współpracuje z podgrzewaczem zasobnikowym C.W.U. oraz kolektorem przyłączeniowym dla instalacji C.O., natomiast cztery kolejne przeznaczone są tylko dla instalacji C.O. Zakłada się, że pompy będą pracować w kaskadzie a system automatyki będzie sterować ilością pracujących pomp w zależności od zapotrzebowania na ciepło. System automatyki musi również zapewnić równomierną eksploatację pomp ciepła poprzez rotację ich pracy na podstawie liczby przepracowanych godzin. Dostarczone pompy ciepła będą umożliwiać monitoring i sterowanie nadrzędnemu systemowi (BMS) poprzez obsługę następujących sygnałów:

- praca pompy (monitoring)
- awaria pompy (monitoring)
- załączenie (pozwolenie pracy) pompy (sterowanie)
- setpoint temperatury zasilania pompy (sterowanie)

Za dystrybucję ciepła po instalacji odpowiedzialne są pompy obiegowe. System automatyki będzie sterować pracą poszczególnych pomp w zależności od zapotrzebowania na ciepło dla projektowanych obiegów grzewczych. Pompy obiegowe muszą być zabezpieczone przed suchobiegiem poprzez presostat sygnalizujący zbyt niskie ciśnienie w instalacji. System automatyki będzie sterować załączeniem pomp oraz monitorować awarię każdej pompy.

System BMS zapewni możliwość zmiany temperatur zadanych oraz sterowanie „auto–0–ręka” poszczególnych urządzeń.

Zakłada się, że pompy ciepła oraz kotły gazowe będą zasilane przez branżę elektryczną z rozdzielnic elektrycznych, natomiast pompy obiegowe z projektowanej rozdzielnic automatyki. Siłowniki do zaworów regulacyjnych dobrane i dostarczone będą przez branżę

sanitarną. Wszelka aparatura kontrolno-pomiarowa (czujniki, przetworniki) będzie dostarczona przez wykonawcę systemu automatyki.

### **Obiegi grzewcze z grupami regulacyjnymi**

Za dystrybucję po budynku podgrzanej wody odpowiadają obiegi grzewcze z grupami regulacyjnymi. Ich zadaniem jest dostarczenie wody o odpowiedniej temperaturze do urządzeń końcowych. Grupy regulacyjne obiegów znajdują się w kotłowni a w ich skład wchodzi: pompa obiegowa, czujnik temperatury na zasilaniu, trójdrogowy zawór regulacyjny z siłownikiem oraz termostat zabezpieczający przed zbyt wysoką temperaturą wody w obiegu.

System BMS musi sterować włączaniem pompy, w sposób płynny sterować stopniem otwarcia zaworów (sygnał analogowy) oraz w czasie rzeczywistym odczytywać temperaturę i monitorować termostat zabezpieczający.

Obiegi zasilane bezpośrednio z kotłów gazowych:

obieg nr 1 – centrale wentylacyjne,  
obieg nr 2 - nagrzewnice,  
obieg nr 3 – zbiornik buforowy C.O

Obiegi zasilane ze zbiornika buforowego:

obieg nr 4 – rozdzielacze R1, R2  
obieg nr 5 – rozdzielacze R1, R4  
obieg nr 6 – rozdzielacz R5  
obieg nr 7 – rozdzielacze R6, R7  
obieg nr 8 – rozdzielacz RS1  
obieg nr 9 – rozdzielacz RS2

System BMS z poziomu wizualizacji zapewni możliwość wprowadzania zmian temperatury zadanej oraz sterowanie „auto-0-ręka” poszczególnych grup regulacyjnych.

### **Automatyka ogrzewania podłogowego i grzejnikowego:**

Urządzenia zasilane i sterowane z rozdzielnicy automatyki:

- siłowniki zaworów w rozdzielaczach ogrzewania podłogowego
- czujniki temperatury w pomieszczeniach
- zadajniki temperatury (z wbudowanym czujnikiem temperatury)

Obiegi ogrzewania podłogowego i grzejnikowego sterowane będą centralnie przez system BMS z projektowanej rozdzielnicy automatyki RA.KOTŁOWNIA zlokalizowanej w pomieszczeniu kotłowni na 2 piętrze.

System BMS będzie odczytywał w czasie rzeczywistym temperaturę z czujników naściennych zlokalizowanych w poszczególnych pomieszczeniach objętych ogrzewaniem i na podstawie tego odczytu sterował przepływem ciepłej wody poprzez otwieranie lub zamykanie odpowiednich zaworów regulacyjnych w rozdzielaczach które zlokalizowane są na poszczególnych piętrach budynku.

W pomieszczeniach w których stale przebywają ludzie, np. sale przedszkolno-lekcyjne, pokoje nauczyciela, dodatkowo użytkownik będzie miał możliwość wprowadzenia lokalnej korekty temperatury (np. +/- 2 stopnie od bazowej temperatury zadanej z poziomu BMS) . W tym celu zamiast czujników temperatury muszą być zastosowane zadajniki z wbudowanych czujnikiem temperatury wyposażone w dodatkowe przyciski.

Wymagane jest aby na hali sportowej ze względu na rozległość instalacji dodatkowo monitorować temperaturę poprzez czujniki zatopione w posadzce. W celu mierzenia temperatury odczuwalnej na hali sportowej wymagane jest zastosowanie czujnika temperatury w kanale wyciągowym centrali wentylacyjnej.

System BMS będzie przedstawiał wizualnie podział stref grzewczych. W każdej niezależnej strefie będzie zapewniona możliwość zmiany temperatury zadanej oraz ustawienie trybu obniżonego komfortu (np. w weekendy lub w okresie świątecznym).

### **Sterowanie oraz integracja oświetlenia po protokole DALI:**

Aby zastosować system sterowania DALI wymagane jest wyposażenie każdej z opraw w przewody zasilające (min. 3x1,5 mm<sup>2</sup>) oraz przewód magistrali DALI (zalecane 2x1,5 mm<sup>2</sup>). Dopuszczalne jest prowadzenie żył zasilających razem z żyłami sterowniczymi (np. 5x1,5 mm<sup>2</sup>). Dodatkowo należy doprowadzić przewód sterowniczy (magistralę) do wszystkich zastosowanych czujników oraz paneli sterujących. Okablowanie zasilania i magistrali DALI mieści się w zakresie branży elektrycznej.

Właściwości DALI:

- Maksymalnie: 64 adresy na linię DALI
- Komunikacja dwukierunkowa (wysyłanie i przekazywanie informacji zwrotnych)
- Napięcie na przewodzie DALI od 11,5 V do 22,5 V

Magistrala DALI:

Maksymalnie: 300 metrów

- 0-300 metrów: 2 x 1,5 mm<sup>2</sup>
- Polaryzacja nieistotna
- Dowolność w topologii oprzewodowania

Magistrala DALI od opraw oświetleniowych zostanie doprowadzona do sterowników /konwerterów (np. sterownik Sauter EY-RC504F021) znajdujących się w rozdzielnicy automatyki kotłowni. Sterowniki będą wyposażone w interfejs komunikacyjny DALI a z systemem BMS będą komunikowały się po protokole BACnet IP. Wymagane jest aby sterowniki były w pełni programowalne (tworzenie grup, scenariuszy, programów czasowych itp.)

W wyznaczonym miejscu na sali gimnastycznej będzie znajdował się dotykowy panel operatorski (przekątna min. 7 cali) do obsługi oświetlenia. Panel będzie wyposażony w intuicyjne grafiki pozwalające sterować natężeniem i barwą oświetlenia. Będzie on zintegrowany z systemem BMS po protokole BACnet IP.

### **3.2 Rozdzielnica automatyki wentylacji RA.WEN**

Rozdzielnica automatyki RA.WEN ze sterownikiem swobodnie programowalnym oraz niezbędną aparaturą sterowniczą zlokalizowana będzie na poddaszu. Z rozdzielnicy będzie realizowana automatyka central wentylacyjnych oraz wentylatorów bytowych oraz sterowanie agregatów chłodniczych zaprojektowanych na potrzeby dostarczenia chłodu do central wentylacyjnych

Wymagany standard wykonania rozdzielnicy:

- stojąca, metalowa z płytą montażową, usadowiona na cokołach
- wyposażona w kratki wentylacyjne z filtrami
- wyposażona w termostat i wentylator
- wyposażona w lampę
- wyposażona w gniazdo serwisowe 230V
- wyposażona w aparaturę sterowniczą wiodących producentów

Na elewacji szafy sterowniczej będą znajdować się:

- wyłącznik główny,
- przycisk RESET rozdzielnicy,
- przełączniki AUTO-0-REKA pomp nagrzewnic
- przełączniki AUTO-0-REKA wentylatorów central wentylacyjnych
- przełączniki AUTO-0-REKA wentylatorów bytowych
- Lampki sygnalizacyjne obecności napięcia 230V
- Lampki sygnalizacyjne obecności napięcia 24V
- Lampka sygnalizacyjna awarii zbiorczej

W zakresie wykonawcy automatyki pozostaje dostawa kompletnego opomiarowania (czujniki temperatury, przetworniki ciśnienia, presostaty, termostaty), siłowniki przepustnic oraz falowniki wentylatorów.

Kable sterownicze oraz zasilające wychodzące z rozdzielnicy RA.WEN muszą spełniać aktualne wymagania dyrektywy CPR określającej kable oraz przewody pod względem reakcji na ogień.

Stosowane kable magistralowe oraz sieciowe typu „skrętka” muszą być ekranowane oraz kategorii minimum kat. 6A

### **Automatyka centrali CW-1**

Centrala wentylacyjna CW-1 będzie transportować powietrze o określonych określonej temperaturze na powierzchnię hali sportowej, zapewniając wymianę wymaganą ilość powietrza.

### **Start instalacji**

Warunki konieczne do włączenia instalacji:

- brak awarii falowników wentylatora nawiewnego i wywiewnego,
- brak alarmu pożarowego.
- brak wyłączonych wyłączników serwisowych

Jeśli podane powyżej warunki są spełnione, po wydaniu komendy startu, otwierane są przepustnice nawiewu i wywiewu oraz włączane są falowniki wentylatorów. W celu ochrony silników wentylatorów, falowniki osiągają docelową prędkość obrotową z kilkudziesięciosekundowym rozbiegiem.

### **Regulacja temperatury nawiewu**

Celem regulacji jest uzyskanie zadanej temperatury powietrza nawiewanego.

Na temperaturę nawiewu mają wpływ następujące urządzenia:

- wymiennik obrotowy
- wymiennik rewersyjny

W zależności od temperatury powietrza mierzonej przy pomocy czujnika zainstalowanego w kanale nawiewnym, prowadzona jest regulacja temperatury powietrza nawiewanego. Sygnał wyjściowy z regulatora podawany jest na urządzenia wykonawcze wymiennika obrotowego oraz wymiennika rewersyjnego. Pozwolenie na regulację następuje w momencie potwierdzenia pracy wentylatora nawiewnego. Centrala wentylacyjna może pracować w trybie pracy letniej lub zimowej. W trybie pracy letniej regulacja odbywa się za pomocą wymiennika obrotowego oraz wymiennika rewersyjnego do którego dostarczany jest czynnik chłodniczy. W trybie pracy zimowej regulacja odbywa się za wymiennika obrotowego oraz wymiennika rewersyjnego do którego dostarczany jest czynnik grzewczy.

### Przepustnice

Przepustnice na kanale nawiewnym oraz wywiewnym sterowane są sygnałami analogowymi. Siłowniki są wyposażone w sprężyny zwrotne tak, aby w przypadku zaniku napięcia zostały samoczynnie zamknięte. Przepustnica recyrkulacji również sterowana jest sygnałem analogowym w zależności od pomiaru stężenia CO<sub>2</sub> w kanale wyciągowym oraz współpracuje z przepustnicami na czerpni i wyrzutni.

### Wymiennik rotacyjny (odzysk ciepła i chłodu)

Układ odzysku ciepła z powietrza wywiewanego załączany jest w przypadku spełnienia następujących warunków:

- $(T_{WYW} - T_{ZEW}) > \text{wartości zadanej temperatury załączenia odzysku (dT)}$ ,  
 $T_{ZEW}$  – temperatura zewnętrzna,  $T_{WYW}$  – temperatura wywiewu.
- nieaktywna funkcja ochrony wymiennika przed oszronieniem.

Funkcja ochronny wymiennika przed oszronieniem realizowana jest za pomocą sygnalizatora różnicy ciśnień. W przypadku wzrostu wartości różnicy ciśnień powyżej nastawionej wartości granicznej, sygnalizowany jest stan alarmowy i falownik sterujący pracą wymiennika otrzymuje sygnał minimalnego wystawienia. Wyłączenie stanu alarmowego oszronienia wymiennika powoduje jego powrót do pracy w pełnym trybie automatycznym, zgodnie z aktualnym sygnałem sterującym.

### Wentylatory

Wentylator nawiewu oraz wentylator wywiewu sterowane i zasilane są przez przetwornice częstotliwości. Umożliwiają one płynną regulację obrotów wentylatorów. Dzięki temu możliwa jest regulacja (PI) prędkości obrotowej w funkcji ciśnienia mierzonego w kanale. Dodatkowo monitorowane są sygnały awarii i potwierdzenia pracy falowników.

### Wymiennik rewersyjny

W celu uzyskania właściwych parametrów powietrza nawiewanego, wykorzystywana jest wymiennik rewersyjny do którego doprowadzany jest czynnik grzewczy lub chłodniczy w zależności od trybu grzania lub chłodzenia centrali. Regulacja pracy wymiennika odbywa się za pomocą 2-drogowego zaworu regulacyjnego.

### Filtry powietrza



Stan filtrów powietrza nawiewanego i wywiewanego kontrolowany jest za pomocą sygnalizatorów różnicy ciśnień. Presostaty monitorują spadek ciśnienia na filtrach. Jeżeli różnica ciśnień przekroczy zadaną nastawę, generowany jest komunikat do BMS.

#### Centrala nadzoru instalacyjnego (BMS) – punkty danych

Odpowiednie klawisze graficzne udostępniają użytkownikowi następujące funkcje:

- włączenie instalacji (Wył.-Ręka-Auto)  
W pozycji „Ręka” instalacja zostanie załączona w tryb pracy ciągłej  
W pozycji „Auto” instalacja zostanie załączona w zależności od programu czasowego  
Pozycja „Wył.” – wyłączenie instalacji,
- stałeysterowanie falownika wentylatora nawiewu (Auto-Ręka)  
W pozycji „Auto”ysterowanie obliczane jest przez sterownik w funkcji regulacji ciśnienia w kanale nawiewnym  
W pozycji „Ręka” falownik wentylatoraysterowany jest wg wartości wprowadzonej z poziomu wizualizacji,
- stałeysterowanie falownika wentylatora wywiewu (Auto-Ręka)  
W pozycji „Auto”ysterowanie obliczane jest przez sterownik w funkcji regulacji ciśnienia w kanale wywiewnym  
W pozycji „Ręka” falownik wentylatoraysterowany jest wg wartości wprowadzonej z poziomu wizualizacji,
- stałeysterowanie zaworu wymiennika rewersyjnego (Auto-Ręka)  
W pozycji „Auto”ysterowanie obliczane jest przez sterownik w funkcji regulacji temperatury w kanale nawiewnym  
W pozycji „Ręka” zawórysterowany jest wg wartości wprowadzonej z poziomu wizualizacji (funkcje bezpieczeństwa są aktywne),
- zdefiniowanie programu czasowego,
- wprowadzenie wartości zadanej temperatury nawiewu,
- wprowadzenie wartości zadanej ciśnienia nawiewu/wywiewu.

Na schemacie graficznym instalacji przedstawiane są następujące informacje:

#### A. Statusy:

- praca wentylatora nawiewu,
- wydajność wentylatorów nawiewu wyrażona w procentach,
- praca wentylatora wywiewu,
- wydajność wentylatorów wywiewu wyrażona w procentach,
- stopień otwarcia zaworu wymiennika rewersyjnego
- praca wymiennika obrotowego,
- wydajność wymiennika obrotowego wyrażona w procentach
- pozycja wyłącznika serwisowego wentylatora nawiewu,
- pozycja wyłącznika serwisowego wentylatora wywiewu.

#### B. Alarmy i ostrzeżenia:

- awaria wentylatora nawiewu,
- awaria wentylatora wywiewu,
- awaria wymiennika obrotowego,
- zabrudzenie poszczególnych filtrów powietrza,
- oszronienie wymiennika obrotowego.

Stany alarmowe i ostrzeżenia przedstawiane są w postaci graficznej oraz rejestrowane w dzienniku alarmów.

C. Pomiary:

- temperatura nawiewu,
- temperatura wywiewu,
- temperatura nawiewu za wymiennikiem,
- temperatura wyrzutu
- temperatura czepni
- ciśnienie w kanale nawiewnym,
- ciśnienie w kanale wywiewnym,
- przepływ powietrza nawiewu,
- przepływ powietrza wywiewu,
- godziny pracy poszczególnych urządzeń instalacji

### **Automatyka centrali CW-2**

Centrala wentylacyjna CW-2 będzie transportować powietrze o określonych określonej temperaturze na pomieszczenia sali dzieci oraz pomieszczenia biurowe, zapewniając wymianę wymaganej ilości powietrza.

#### **Start instalacji**

Warunki konieczne do włączenia instalacji:

- brak alarmu przeciwzamrozeniowego,
- brak awarii wentylatora nawiewnego i wywiewnego,
- brak alarmu pożarowego.
- brak wyłączonych wyłączników serwisowych

Jeśli podane powyżej warunki są spełnione, po wydaniu komendy startu, otwierane są przepustnice nawiewu i wywiewu oraz włączane są wentylatory. W celu ochrony silników wentylatorów, osiągają one docelową prędkość po kilkudziesięciosekundowym rozbiegu.

#### **Regulacja temperatury nawiewu**

Celem regulacji jest uzyskanie zadanej temperatury powietrza nawiewanego.

Na temperaturę nawiewu mają wpływ następujące urządzenia:

- wymiennik obrotowy
- nagrzewnica wodna
- chłodnica freonowa

W zależności od temperatury powietrza mierzonej przy pomocy czujnika zainstalowanego w kanale nawiewnym, prowadzona jest regulacja temperatury powietrza nawiewanego. Sygnał wyjściowy z regulatora podawany jest na urządzenia wykonawcze wymiennika obrotowego nagrzewnicy oraz chłodnicy. Pozwolenie na regulację następuje w momencie potwierdzenia pracy wentylatora nawiewnego. Centrala wentylacyjna może pracować w trybie pracy letniej lub zimowej. W trybie pracy letniej regulacja odbywa się za pomocą wymiennika obrotowego

oraz chłodnicy freonowej, natomiast siłownik nagrzewnicy jest zablokowany (funkcje bezpieczeństwa są aktywne). W trybie pracy zimowej regulacja odbywa się za wymiennika obrotowego oraz nagrzewnicy, chłodnica freonowa jest wyłączona.

### Wymiennik rotacyjny (odzysk ciepła i chłodu)

Układ odzysku ciepła z powietrza wywiewanego załączany jest w przypadku spełnienia następujących warunków:

- $(T_{WYW} - T_{ZEW}) >$  wartości zadanej temperatury załączenia odzysku (dT),  
 $T_{ZEW}$  – temperatura zewnętrzna,  $T_{WYW}$  – temperatura wywiewu.
- nieaktywna funkcja ochrony wymiennika przed oszronieniem.

Funkcja ochronny wymiennika przed oszronieniem realizowana jest za pomocą sygnalizatora różnicy ciśnień. W przypadku wzrostu wartości różnicy ciśnień powyżej ustawionej wartości granicznej, sygnalizowany jest stan alarmowy i falownik sterujący pracą wymiennika otrzymuje sygnał minimalnegoysterowania. Wyłączenie stanu alarmowego oszronienia wymiennika powoduje jego powrót do pracy w pełnym trybie automatycznym, zgodnie z aktualnym sygnałem sterującym.

### Wentylatory

Wentylator nawiewu oraz wentylator wywiewu sterowane i zasilane są z rozdzielnic automatyki (silniki EC). Umożliwiają one płynną regulację obrotów wentylatorów. Dzięki temu możliwa jest regulacja (PI) prędkości obrotowej w funkcji ciśnienia mierzonego w kanale. Dodatkowo monitorowane są sygnały awarii i potwierdzenia pracy wentylatorów.

### Nagrzewnica

W celu uzyskania właściwych parametrów powietrza nawiewanego, wykorzystywana jest nagrzewnica wodna. Regulacja pracy nagrzewnicy odbywa się za pomocą 3-drogowego zaworu regulacyjnego.

Pompa obiegowa nagrzewnicy włączana jest, gdyysterowanie zaworu regulacyjnego jest większe niż 5% zakresu. Przy temperaturze zewnętrznej poniżej +5°C pompa pracuje bez przerwy i utrzymywane jest minimalne otwarcie zaworu nagrzewnicy. Po długich okresach nieaktywności (w okresie letnim) następuje okresowe włączenie pompy. Warunkiem startu pompy jest brak sygnału jej awarii oraz położenie przełącznika trybu pracy, znajdującego się na elewacji, w pozycji „Auto”.

Zabezpieczenie nagrzewnicy przed zamarznięciem realizowane jest za pomocą termostatu przeciwwamrożeniowego, zainstalowanego za nagrzewnicą, i czujnika temperatury wody na powrocie z nagrzewnicy. Czujnik temperatury służy jako dodatkowe zabezpieczenie przed zamrożeniem, dając priorytet regulacji stopnia otwarcia zaworu i włączenia pompy obiegowej w przypadku, gdy temperatura wody powrotu z nagrzewnicy spadnie poniżej określonego poziomu. Ponadto w przypadku, gdy temperatura zewnętrzna ( $T_{zew}$ ) jest mniejsza niż 10°C, instalacja startuje po wstępnym wygrzaniu nagrzewnicy przez otwarcie zaworu na 100%.

W przypadku zadziałania termostatu przeciwwamrożeniowego wyłączane są wentylatory, zawór nagrzewnicy otwierany jest na 100%, włączana jest pompa obiegowa, zamykane są przepustnice nawiewu i wywiewu oraz generowany jest sygnał alarmu. Ponowne uruchomienie instalacji może nastąpić po potwierdzeniu alarmu za pomocą przycisku „Reset” na elewacji szafy sterowniczej. Zabezpieczenie to jest aktywne bez względu na temperaturę zewnętrzną.

### Chłodnica freonowa

W celu uzyskania właściwych parametrów powietrza nawiewanego, wykorzystywany jest układ chłodzenia chłodnicą freonową. Sterowanie chłodnicą odbywa się poprzez sygnał pozwolenia pracy i sterowania wydajnością (sygnał analogowy). Aktywacja pracy chłodnicy ma miejsce, gdy system pracuje w trybie letnim.

### Filtry powietrza

Stan filtrów powietrza nawiewanego i wywiewanego kontrolowany jest za pomocą sygnalizatorów różnicy ciśnień. Presostaty monitorują spadek ciśnienia na filtrach. Jeżeli różnica ciśnień przekroczy zadaną nastawę, generowany jest komunikat do BMS

### Centrala nadzoru instalacyjnego (BMS) – punkty danych

Odpowiednie klawisze graficzne udostępniają użytkownikowi następujące funkcje:

- włączenie instalacji (Wył.-Ręka-Auto)  
W pozycji „Ręka” instalacja zostanie załączona w tryb pracy ciągłej  
W pozycji „Auto” instalacja zostanie załączona w zależności od programu czasowego  
Pozycja „Wył.” – wyłączenie instalacji,
- stałeysterowanie wentylatora nawiewu (Auto-Ręka)  
W pozycji „Auto”ysterowanie obliczane jest przez sterownik w funkcji regulacji ciśnienia w kanale nawiewnym  
W pozycji „Ręka” falownik wentylatoraysterowany jest wg wartości wprowadzonej z poziomu wizualizacji,
- stałeysterowanie wentylatora wywiewu (Auto-Ręka)  
W pozycji „Auto”ysterowanie obliczane jest przez sterownik w funkcji regulacji ciśnienia w kanale wywiewnym  
W pozycji „Ręka” falownik wentylatoraysterowany jest wg wartości wprowadzonej z poziomu wizualizacji,
- stałeysterowanie zaworu nagrzewnicy (Auto-Ręka)  
W pozycji „Auto”ysterowanie obliczane jest przez sterownik w funkcji regulacji temperatury w kanale nawiewnym  
W pozycji „Ręka” zawórysterowany jest wg wartości wprowadzonej z poziomu wizualizacji (funkcje bezpieczeństwa są aktywne),
- stałeysterowanie chłodnicy freonowej (Wył-Auto-Ręka)  
W pozycji „Auto”ysterowanie obliczane jest przez sterownik w funkcji regulacji temperatury w kanale nawiewnym  
W pozycji „Ręka” zawórysterowany jest wg wartości wprowadzonej z poziomu wizualizacji,  
Pozycja „Wył.” – wyłączenie chłodnicy
- zdefiniowanie programu czasowego,
- wprowadzenie wartości zadanej temperatury nawiewu,
- wprowadzenie wartości zadanej ciśnienia nawiewu/wywiewu.

Na schemacie graficznym instalacji przedstawiane są następujące informacje:

#### A. Statusy:

- praca wentylatora nawiewu,
- wydajność wentylatorów nawiewu wyrażona w procentach,
- praca wentylatora wywiewu,
- wydajność wentylatorów wywiewu wyrażona w procentach,
- stopień otwarcia zaworu nagrzewnicy

- wydajność chłodnicy freonowej wyrażonej w procentach
- praca wymiennika obrotowego,
- wydajność wymiennika obrotowego wyrażona w procentach
- pozycja wyłącznika serwisowego wentylatora nawiewu,
- pozycja wyłącznika serwisowego wentylatora wywiewu.

#### B. Alarmy i ostrzeżenia:

- awaria wentylatora nawiewu,
- awaria wentylatora wywiewu,
- awaria wymiennika obrotowego,
- awaria chłodnicy freonowej
- zabrudzenie poszczególnych filtrów powietrza,
- oszronienie wymiennika obrotowego.

Stany alarmowe i ostrzeżenia przedstawiane są w postaci graficznej oraz rejestrowane w dzienniku alarmów.

#### C. Pomiary:

- temperatura nawiewu,
- temperatura wywiewu,
- temperatura nawiewu za wymiennikiem,
- temperatura wyrzutu
- temperatura czepni
- ciśnienie w kanale nawiewnym,
- ciśnienie w kanale wywiewnym,
- przepływ powietrza nawiewu,
- przepływ powietrza wywiewu,
- godziny pracy poszczególnych urządzeń instalacji

### **Automatyka central CW-3 oraz CW-4**

Centrala wentylacyjna CW-3 będzie transportować powietrze o określonych określonej temperaturze na pomieszczenia szatni, zapewniając wymianę wymaganej ilości powietrza.

Centrala wentylacyjna CW-4 będzie transportować powietrze o określonych określonej temperaturze na pomieszczenia toalet, zapewniając wymianę wymaganej ilości powietrza.

#### Start instalacji

Warunki konieczne do włączenia instalacji:

- brak alarmu przeciwzamrożeniowego,
- brak awarii wentylatora nawiewnego i wywiewnego,
- brak alarmu pożarowego.
- brak wyłączonych wyłączników serwisowych

Jeśli podane powyżej warunki są spełnione, po wydaniu komendy startu, otwierane są przepustnice nawiewu i wywiewu oraz włączane są wentylatory. W celu ochrony silników wentylatorów, osiągają one docelową prędkość po kilkudziesięciosekundowym rozbiegu.

Jeśli podane powyżej warunki są spełnione, po wydaniu komendy startu, otwierane są przepustnice nawiewu i wywiewu oraz włączane są wentylatory. W celu ochrony silników wentylatorów, osiągają one docelową prędkość po kilkudziesięciosekundowym rozbiegu.

### Regulacja temperatury nawiewu

Celem regulacji jest uzyskanie zadanej temperatury powietrza nawiewanego.

Na temperaturę nawiewu mają wpływ następujące urządzenia:

- wymiennik krzyżowy
- nagrzewnica wodna

W zależności od temperatury powietrza mierzonej przy pomocy czujnika zainstalowanego w kanale nawiewnym, prowadzona jest regulacja temperatury powietrza nawiewanego. Sygnał wyjściowy z regulatora podawany jest na urządzenia wykonawcze wymiennika krzyżowego oraz nagrzewnicy. Pozwolenie na regulację następuje w momencie potwierdzenia pracy wentylatora nawiewnego. Centrala wentylacyjna może pracować w trybie pracy letniej lub zimowej. W trybie pracy letniej regulacja odbywa się za pomocą wymiennika krzyżowego, natomiast siłownik nagrzewnicy jest zablokowany (funkcje bezpieczeństwa są aktywne). W trybie pracy zimowej regulacja odbywa się za pomocą wymiennika krzyżowego oraz nagrzewnicy.

### Wymiennik krzyżowy (odzysk ciepła i chłodu)

Układ odzysku ciepła/chłodu z powietrza wywiewanego załączany jest w przypadku spełnienia następujących warunków:

- $(T_{wyw} - T_{zew}) > \text{wartości zadanej temperatury załączenia odzysku (dT)}$ ,  
T<sub>zew</sub> – temperatura zewnętrzna, T<sub>wyw</sub> – temperatura wywiewu.
- nieaktywna funkcja ochrony wymiennika przed oszronieniem.

Funkcja ochrony wymiennika przed oszronieniem realizowana jest za pomocą sygnalizatora różnicy ciśnień. W przypadku wzrostu wartości różnicy ciśnień powyżej nastawionej wartości granicznej, sygnalizowany jest stan alarmowy i siłownik przepustnicy kierującej powietrze przez wymiennik otrzymuje sygnał minimalnegoysterowania. Wyłączenie stanu alarmowego oszronienia wymiennika powoduje jego powrót do pracy w pełnym trybie automatycznym, zgodnie z aktualnym sygnałem sterującym.

### Wentylatory

Wentylator nawiewu oraz wentylator wywiewu sterowane i zasilane są z rozdzielnic automatyki (silniki EC). Umożliwiają one płynną zmianę obrotów wentylatorów, dzięki czemu będzie można ustawić wymagany przepływ powietrza w pełnym trybie wydajności oraz w trybie o obniżonej wydajności (gdy zapotrzebowanie na wymianę powietrza jest mniejsze). Dodatkowo monitorowane są sygnały awarii i potwierdzenia pracy wentylatorów.

### Nagrzewnica

W celu uzyskania właściwych parametrów powietrza nawiewanego, wykorzystywana jest nagrzewnica wodna. Regulacja pracy nagrzewnicy odbywa się za pomocą 3-drogowego zaworu regulacyjnego.

Pompa obiegowa nagrzewnicy włączana jest, gdyysterowanie zaworu regulacyjnego jest większe niż 5% zakresu. Przy temperaturze zewnętrznej poniżej +5°C pompa pracuje bez przerwy i utrzymywane jest minimalne otwarcie zaworu nagrzewnicy. Po długich okresach nieaktywności (w okresie letnim) następuje okresowe włączenie pompy. Warunkiem startu pompy jest brak sygnału jej awarii oraz położenie przełącznika trybu pracy, znajdującego się na elewacji, w pozycji „Auto”.

Zabezpieczenie nagrzewnicy przed zamarznięciem realizowane jest za pomocą termostatu przeciwwamrożeniowego, zainstalowanego za nagrzewnicą, i czujnika temperatury wody na powrocie z nagrzewnicy. Czujnik temperatury służy jako dodatkowe zabezpieczenie przed zamrożeniem, dając priorytet regulacji stopnia otwarcia zaworu i włączenia pompy obiegowej w przypadku, gdy temperatura wody powrotu z nagrzewnicy spadnie poniżej określonego poziomu. Ponadto w przypadku, gdy temperatura zewnętrzna (Tzew) jest mniejsza niż 10°C, instalacja startuje po wstępnym wygrzaniu nagrzewnicy przez otwarcie zaworu na 100%.

W przypadku zadziałania termostatu przeciwwamrożeniowego wyłączane są wentylatory, zawór nagrzewnicy otwierany jest na 100%, włączana jest pompa obiegowa, zamykane są przepustnice nawiewu i wywiewu oraz generowany jest sygnał alarmu. Ponowne uruchomienie instalacji może nastąpić po potwierdzeniu alarmu za pomocą przycisku „Reset” na elewacji szafy sterowniczej. Zabezpieczenie to jest aktywne bez względu na temperaturę zewnętrzną.

#### Filtry powietrza

Stan filtrów powietrza nawiewanego i wywiewanego kontrolowany jest za pomocą sygnalizatorów różnicy ciśnień. Presostaty monitorują spadek ciśnienia na filtrach. Jeżeli różnica ciśnień przekroczy zadaną nastawę, generowany jest komunikat do BMS

#### Centrala nadzoru instalacyjnego (BMS) – punkty danych

Odpowiednie klawisze graficzne udostępniają użytkownikowi następujące funkcje:

- włączenie instalacji (Wył.-Ręka-Auto)  
W pozycji „Ręka” instalacja zostanie załączona w tryb pracy ciągłej  
W pozycji „Auto” instalacja zostanie załączona w zależności od programu czasowego  
Pozycja „Wył.” – wyłączenie instalacji,
- stałeysterowanie wentylatora nawiewu (Auto-Ręka)  
W pozycji „Auto”ysterowanie obliczane jest przez sterownik w funkcji regulacji ciśnienia w kanale nawiewnym  
W pozycji „Ręka” falownik wentylatoraysterowany jest wg wartości wprowadzonej z poziomu wizualizacji,
- stałeysterowanie wentylatora wywiewu (Auto-Ręka)  
W pozycji „Auto”ysterowanie obliczane jest przez sterownik w funkcji regulacji ciśnienia w kanale wywiewnym  
W pozycji „Ręka” falownik wentylatoraysterowany jest wg wartości wprowadzonej z poziomu wizualizacji,
- stałeysterowanie zaworu nagrzewnicy (Auto-Ręka)  
W pozycji „Auto”ysterowanie obliczane jest przez sterownik w funkcji regulacji temperatury w kanale nawiewnym  
W pozycji „Ręka” zawórysterowany jest wg wartości wprowadzonej z poziomu wizualizacji (funkcje bezpieczeństwa są aktywne),
- zdefiniowanie programu czasowego,
- wprowadzenie wartości zadanej temperatury nawiewu,

Na schemacie graficznym instalacji przedstawiane są następujące informacje:

#### A. Statusy:

- praca wentylatora nawiewu,
- wydajność wentylatorów nawiewu wyrażona w procentach,
- praca wentylatora wywiewu,

- wydajność wentylatorów wywiewu wyrażona w procentach,
- stopień otwarcia zaworu nagrzewnicy
- wystawienie przepustnicy wymiennika krzyżowego
- pozycja wyłącznika serwisowego wentylatora nawiewu,
- pozycja wyłącznika serwisowego wentylatora wywiewu.

#### B. Alarmy i ostrzeżenia:

- awaria wentylatora nawiewu,
- awaria wentylatora wywiewu,
- zabrudzenie poszczególnych filtrów powietrza,
- oszronienie wymiennika krzyżowego

Stany alarmowe i ostrzeżenia przedstawiane są w postaci graficznej oraz rejestrowane w dzienniku alarmów.

#### C. Pomiary:

- temperatura nawiewu,
- temperatura wywiewu,
- temperatura nawiewu za wymiennikiem,
- temperatura wyrzutu
- temperatura czerpni
- przepływ powietrza nawiewu,
- przepływ powietrza wywiewu,
- godziny pracy poszczególnych urządzeń instalacji

### **Wentylatory bytowe**

#### Wentylatory WT-1, WT-2

Wentylatory kanałowe zlokalizowane są powierzchni obiektu. Ich zadanie polega na wyciąganiu powietrza z pomieszczeń technicznych oraz porządkowych. W trybie automatycznym współpracują z centralą wentylacyjną CW-2.

Warunki konieczne do włączenia wentylatorów:

- brak awarii wentylatorów,
- brak alarmu pożarowego,
- brak wyłączonych wyłączników serwisowych.

W systemie BMS dostępne są następujące punkty danych:

Graficzne klawisze funkcyjne:

- włączenie wentylatorów (Wył.-Ręka-Auto)  
w pozycji „Ręka” wentylatory zostają przełączone w tryb pracy ciągłej,  
w pozycji „Auto” wentylatory współpracują z centralą wentylacyjną CW-2,  
pozycja „Wył.” – wyłączenie wentylatorów,

Informacje dotyczące instalacji:

- awaria / wyłączony wyłącznik serwisowy wentylatorów,



Stany alarmowe przedstawiane są w postaci graficznej oraz rejestrowane w dzienniku alarmów w kolejności ich wystąpienia.

### Wentylator WT-3

Wentylatory dachowy którego zadanie polega na wyciąganiu powietrza z przewiązki. W trybie automatycznym działa według zdefiniowanego programu czasowego.

Warunki konieczne do włączenia wentylatorów:

- brak awarii wentylatora,
- brak alarmu pożarowego,
- brak wyłączonego wyłącznika serwisowego.

W systemie BMS dostępne są następujące punkty danych:

Graficzne klawisze funkcyjne:

- włączenie wentylatorów (Wył.-Ręka-Auto)  
w pozycji „Ręka” wentylatory zostają przełączone w tryb pracy ciągłej,  
w pozycji „Auto” wentylatory współpracują z centralą wentylacyjną CW-2,  
pozycja „Wył.” – wyłączenie wentylatorów,
- zdefiniowanie programu czasowego,

Informacje dotyczące instalacji:

- awaria / wyłączony wyłącznik serwisowy wentylatorów,

Stany alarmowe przedstawiane są w postaci graficznej oraz rejestrowane w dzienniku alarmów w kolejności ich wystąpienia.

### Agregat grzewczo-chłodniczy AG1

Agregat zlokalizowany na dachu, którego zadaniem jest produkcja czynnika grzewczego lub chłodniczego dla centrali CW-1. W zależności od zapotrzebowania system BMS będzie dawał pozwolenie na pracę, przełączał agregat w tryb grzania lub chłodzenia oraz zadawał setpoint temperatury na wyjściu czynnika z agregatu.

Agregat chłodniczy będzie udostępniać systemowi nadrzędnemu (BMS) następujące sygnały:

- praca agregatu
- awaria agregatu
- włączenie trybu grzania
- włączenie trybu chłodzenia
- ustawienie setpointu temperatury czynnika wychodzącego z agregatu

W systemie BMS dostępne są następujące punkty danych:

Graficzne klawisze funkcyjne:

- włączenie agregatu (Wył.-Grzanie-Chłodzenie-Auto)  
w pozycji „Grzanie” agregat będzie się działał w trybie grzania,  
w pozycji „Chłodzenie” agregat będzie się działał w trybie chłodzenia,

w pozycji „Auto” agregat będzie się przełączał pomiędzy grzaniem a chłodzeniem w zależności od zapotrzebowania na czynnik przez centralę CW-1,  
pozycja „Wył.” – wyłączenie agregatu,