

**INWESTOR:**

Filharmonia Łódzka  
im.Artura Rubinsteina w Łodzi

**TEMAT:**

**Założenia techniczne dotyczące  
wymiany sterowników central  
wentylacyjnych KNW10, KNW2  
i FKNW na nowe**

**OBIEKT:**

Filharmonia Łódzka  
im.Artura Rubinsteina w Łodzi

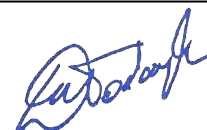
**ADRES:**

**ul. Narutowicza 20/22  
90-135 Łódź**

**AUTORZY OPRACOWANIA:**

mgr inż. Dariusz Włodarczyk

Podpis:



Łódź, czerwiec 2021

Łódź, 18 czerwca 2021

## **Założenia techniczne dotyczące wymiany sterowników central wentylacyjnych KNW10, KNW2 i FKNW na nowe**

### **Przedmiot opracowania**

Przedmiotem opracowania jest określenie założeń technicznych dotyczących prac związanych z wymianą istniejących, wyeksploatowanych, ale wciąż działających sterowników central wentylacyjnych KNW10, KNW2 i FKNW na nowe. Podstawową funkcją urządzeń jest wysterowanie urządzeń central wentylacyjnych dla utrzymania żądanych parametrów powietrza w obsługiwanych pomieszczeniach.

### **Opis ogólny miejsca zakładanych prac**

Budynek Filharmonii Łódzkiej im. Artura Rubinsteina przy ul. Narutowicza 20/22 w Łodzi posiada salę koncertową obsługiwaną przez trzy centrale wentylacyjne. Każda z central ma ściśle określoną funkcję.

- Centrala KNW10 obsługuje widownię sali koncertowej. Centrala jest zlokalizowana na dachu budynku, a jej szafa sterownicza jest umieszczona pod stropem, na którym umieszczono centralę w pomieszczeniu określanym jako „za kratą”.
- Centrala KNW2 obsługuje scenę sali koncertowej wraz z jej zapleczem. Centrala jest zlokalizowana w wentylatorowni budynku, w pomieszczeniu na poziomie -1. W tym samym pomieszczeniu znajduje się szafa sterownicza SAK-3 zawierająca między innymi blok obsługujący centralę KNW2.
- Centrala FKNW obsługuje strefę pracy organów na sali koncertowej / szafę organową. Centrala jest zlokalizowana w pomieszczeniu pod dachem nazywanym „za kratą”. Tam też znajduje się jej szafa zasilająco-sterownicza.

### **Stan istniejący sterowników wentylacji w obrębie rozpatrywanych instalacji sterowania wentylacją.**

Wentylacja i klimatyzacja w budynku Filharmonii została zaprojektowana w roku 2000. W trakcie realizacji użyto na tamten czas nowoczesnych urządzeń, zarówno pomiarowych, jak i regulacyjnych. Ale teraz, na skutek użytkowania automatyki w trybie całodobowym i całorocznym istnieje zwiększające się prawdopodobieństwo wystąpienia awarii sterowników i w trakcie eksploatacji wentylacji pojawiały się zakłócenia sterowania świadczące o znacznym

wyeksplotowaniu urządzeń.

Niestety, na skutek postępu technologicznego producent automatyki nie kontynuuje już produkcji i wsparcia technicznego dla użytych w szafach sterowniczych central wentylacyjnych sterowników. Jakakolwiek awaria któregokolwiek z modułów funkcyjnych regulatorów/sterowników mogłaby spowodować niemożność pracy wentylacji sali koncertowej, a więc brak możliwości prowadzenia działalności artystycznej przez Filharmonię Łódzką.

W celu zapobieżenia skutkom tak zdefiniowanych awarii podejmowane są kroki mające zabezpieczyć instalacje. Istnieje pilna potrzeba wymiany sterowników w wyżej wymienionych szafach na nowe.

## **Sterowniki central wentylacyjnych podlegających zakładanym pracom**

Sterowanie central wentylacyjnych obsługiwane jest dziś sterownikami firmy Honeywell z rodziny XL.. Sterowniki połączone są magistralą komunikacyjną C-Bus. Dla poszczególnych centrala zastosowano następujące sterowniki:

- Centrala KNW10 obsługiwana jest sterownikiem XL100 z modułem rozszerzenia wejść typu URCA6P.
- Centrala KNW2 obsługiwana jest sterownikiem XL100 z modułem rozszerzenia wejść typu URCA6P.
- Centrala FKNW obsługiwana jest sterownikiem XL50 z modułem rozszerzenia wejść typu URCA6P.

Wszystkie sterowniki mogą być obsługiwane przez panel XI582 podłączony do tej samej magistrali komunikacyjnej oraz przez komputerowy emulator panela zainstalowany na komputerach BMS.

Podstawową funkcją sterowników jest utrzymanie parametrów powietrza w obsługiwanych pomieszczeniach. Dokumentacja zarówno techniczna/technologiczna wentylacji i klimatyzacji jak i elektryczna szaf sterowniczych jest dostępna do wglądu w dziale technicznym Filharmonii Łódzkiej.

## **Program sterowników**

Oprócz pobudek dotyczących technicznego stanu sterowników istnieje także potrzeba zweryfikowania algorytmów pracy sterowania wentylacją i klimatyzacją. Pracownicy obsługi technicznej, na podstawie doświadczeń i odczytywanych parametrów pracy instalacji obserwują nieprawidłowości w funkcjonowaniu wentylacji i klimatyzacji polegające na braku możliwości utrzymania zadanych parametrów środowiska.

## **BMS**

W trakcie działania budynku zaistniała potrzeba szczegółowej obserwacji i rejestracji parametrów pracy wentylacji i klimatyzacji. Sterowniki zostały podłączone do urządzeń pozwalających na zbieranie takich danych i późniejszą ich prezentację w formach wygodnych dla obsługi. W tej chwili sterowniki podłączone są magistralą komunikacyjną do urządzenia pracującego w technologii Tridium Niagara 4.

## **Założenia techniczne wymiany sterowników**

1. Dla przeprowadzenia prac rozpatrywane są trzy szafy zasilająco sterownicze: szafy obsługujące

centrale KNW10, KNW2 i FKNW.

2. Rozważana jest wymiana tylko i wyłącznie sterowników (ew. z niezbędnymi urządzeniami obsługującymi, np. zasilaczami)
3. Ze względu na decyzję o nieingerowaniu w tym etapie prac w elementy wykonawcze i czujniki, sterowniki powinny być w stanie odczytywać wszystkie używane w automatyce central sygnały: wejścia binarne, wejścia analogowe 0..10V, rezydencyjne NTC o charakterystykach już stosowanych w centralach, powinny zapewnić wyjścia 0..10V, i binarne. W przypadku braku możliwości obsługi standardu wejścia lub wyjścia należy przewidzieć wymianę urządzenia wejściowego lub wyjściowego na nowe, nie gorsze od już stosowanego.
4. Sterowniki powinny być swobodnie programowalne. Złożone zależności instalacji nie pozwalają na zastosowanie sterowników np. tylko konfigurowalnych.
5. Sterowniki powinny być wyposażone w możliwość komunikacji. Komunikacja musi zapewniać zarówno wymianę danych pomiędzy sterownikami central KNW10, KNW2 i FKNW, ale również musi dostarczać i pobierać informacje do/z BMS.
6. Komunikacja powinna odbywać się w dowolnym, otwartym protokole komunikacyjnym przeznaczonym dla tego rodzaju wymiany danych, np. Ethernet, LONworks, Modbus lub preferowany, publiczny BACnet. Ze względu na stosowaną już w budynku technologię komunikacji w oparciu o zamknięty protokół C-Bus firmy Honeywell dopuszcza się zastosowanie tej technologii.
7. Sterowniki powinny mieć możliwość bezpośredniej rozbudowy o dodatkowe moduły wejścia i wyjścia oraz ew. o moduły komunikacyjne do innych sieci obiektowych. Konfiguracja takiej rozbudowy powinna być możliwa nie tylko przez jedną firmę dostarczającą sterowniki.
8. Wykonawca napisze programy sterowników na podstawie analizy obecnie funkcjonujących programów (dokumentacja jest do wglądu się w dziale technicznym Filharmonii). Zapisy historyczne parametrów powietrza w obsługiwanych pomieszczeniach oraz historia działania urządzeń wykonawczych zapisana jest w BMS. Po uruchomieniu instalacji wykonawca zapewni możliwość korygowania właściwości i działania algorytmów na żądanie użytkownika w trakcie trwania gwarancji.
9. Zmiana programów sterowników powinna być możliwa przez Internet. Filharmonia powinna zapewnić stały i bezpieczny dostęp do urządzeń poprzez Internet.
10. Prawa autorskie do programów sterowników zostaną przekazane Filharmonii wraz z wersją źródłową programów. Programy wraz z komentarzami powinny zostać przekazane w formie pozwalającej na podjęcie pracy przez zatrudnionego przez użytkownika specjalistę.
11. Wykonawca zapewni użytkownikowi możliwość wykonywania nastaw parametrów pracy sterowników w jasnej, przejrzystej formie.

## **Założenia techniczne programu dla sterowników**

Centrale powinny pracować w określonych wstępnie trybach pracy.

### **Centrala KNW10:**

Centrala KNW10 obsługująca widownię wg założeń projektowych pracuje w trzech trybach:

1. tryb Tr1 – praca podczas koncertów (**koncert**)

- Praca ze stałą maksymalną wydajnością; kontrola temperatury i wilgotności powietrza (czujniki w pomieszczeniu) oraz ograniczenie (minimum / maksimum) wartości temperatury nawiewu (czujnik w kanale nawiewnym)
- nawiew: falownik 100%  $V = 18.000 \text{ m}^3/\text{h}$
- wywiew: falownik 55%  $V = 19.000 \text{ m}^3/\text{h}$
- Temperatura powietrza na widowni w zakresie:  $21 \div 24^\circ\text{C}$ ;
- Temperatura powietrza nawiewanego w zakresie:  $17 \div 28^\circ\text{C}$ ;
- Wilgotność powietrza nawiewanego w zakresie:  $45 \div 70\%$ ;

2. tryb Tr2 – czuwanie w okresie przerw w użytkowaniu (**sala pusta**)

- Praca z obniżoną do 40% wydajnością; kontrola temperatury i wilgotności powietrza (czujniki w pomieszczeniu) oraz ograniczenie (minimum / maksimum) wartości temperatury nawiewu (czujnik w kanale nawiewnym);
- nawiew: falownik 80%
- wywiew: falownik 36%
- Temperatura powietrza na widowni w zakresie:  $21 \div 24^\circ\text{C}$ ;
- Temperatura powietrza nawiewanego w zakresie:  $17 \div 28^\circ\text{C}$ ;
- Wilgotność powietrza nawiewanego w zakresie:  $45 \div 70\%$ ;
- Projektowana wydajność centrali: nawiew  $7.200 \text{ m}^3/\text{h}$ , wywiew  $7.600 \text{ m}^3/\text{h}$ ;

3. tryb Tr3 – wspomaganie pracy centrali 2KNW (wspomaganie sceny, **czuwanie**)

- centrala wyłączona (wentylatory zatrzymane, przepustnice świeżego powietrza zamknięte), układ automatyki mierzy temperatury i wilgotności. Jeżeli parametry utrzymują się w zadanych polach tolerancji centrala nie załącza wentylatorów. Parametry graniczne muszą być możliwe do zmiany w trybie serwisowym sterownika. Ponadto, ze względu na nierównomierny rozkład temperatury każdy z czujników powinien być traktowany jako osobne źródło danych wpływających na decyzję o ew. zmianie trybu centrali.
- We wszystkich przypadkach w regulacji parametrów pracy centrali powinny być brane pod uwagę tylko czujniki z lewej i prawej elewacji widowni, a więc czujniki oznaczane dziś T2 i T4.
- Centrala nie pracuje, jednakże powinna przechodzić w tryb Tr1, jeśli parametry powietrza na scenie nie są dotrzymywane.

W każdym trybie pracy:

Udział powietrza świeżego powinien być widoczny i możliwy do ustawiania w automatyce centrali.

W trakcie pracy powinno być możliwe korygowanie jego wartości na podstawie doświadczeń użytkowników.

Start central wentylacyjnych zawsze powinien odbywać się z minimalnym udziałem powietrza świeżego. Decyzja o zmianie nastaw powinna być podejmowana już w trakcie pracy centrali na

podstawie mierzonych parametrów: np. podwyższenie zawartości dwutlenku węgla powinno wpływać na stopniowe, sterowane odpowiednio poprzez pętlę PID zwiększanie zawartości powietrza świeżego. (parametry dynamiczne pętli: zakres proporcjonalności i czas całkowania również powinny być dostępne w trybie serwisowym automatyki). Również parametry temperaturowe i wilgotnościowe powinny mieć wpływ na pracę przepustnic: np.: centrala jest w trybie chłodzenia, a entalpia powietrza świeżego jest mniejsza od entalpii powietrza wywiewanego – zwiększa się udział powietrza świeżego.

- Jeżeli entalpia powietrza świeżego jest większa niż entalpia powietrza wywiewanego (z uwzględnieniem histerezy przełączania) i centrala jest w trybie ogrzewania, należy otworzyć przepustnice powietrza świeżego na 100%.
- Jeżeli entalpia powietrza świeżego jest większa niż entalpia powietrza wywiewanego (z uwzględnieniem histerezy przełączania) i centrala jest w trybie chłodzenia, należy prowadzić sterowanie komory mieszania w oparciu o algorytm minimalizacji zawartości CO<sub>2</sub>.
- Jeżeli entalpia powietrza świeżego jest mniejsza niż entalpia powietrza wywiewanego (z uwzględnieniem histerezy przełączania) i centrala jest w trybie chłodzenia, należy otworzyć przepustnice powietrza świeżego na 100%.
- Jeżeli entalpia powietrza świeżego jest mniejsza niż entalpia powietrza wywiewanego (z uwzględnieniem histerezy przełączania) i centrala jest w trybie ogrzewania, należy prowadzić sterowanie komory mieszania w oparciu o algorytm minimalizacji zawartości CO<sub>2</sub>.

Informacja o temperaturze i wilgotności powietrza zewnętrznego jest możliwa do uzyskania poprzez komunikację ze sterownikiem agregatu chłodniczego, który takie pomiary prowadzi.

Należy zablokować możliwość pracy wymiennika odzysku ciepła podczas pracy w trybie chłodzenia i osuszania powietrza.

Należy zastosować algorytm pozwalający na jednoznaczne określenie i zasygnalizowanie – co się dzieje. Konieczne są następujące sygnalizacje:

- Tryby pracy – ciągła/czuwanie
- Harmonogram – czas pozostający do przejścia do następnego trybu + jaki to będzie tryb
- Obróbka termiczna powietrza – ogrzewanie/chłodzenie/wentylacja
- Przepustnice – zamknięte (czuwanie / postój)/regulacja CO<sub>2</sub> /optymalizacja ogrzewania / optymalizacja chłodzenia
- Zawory – praca normalna/ćwiczenie (kalibracja)
- Nawilżanie – nawilżanie/osuszanie/wilgotność OK
- Współpraca z innymi centralami – praca autonomiczna/wspomaganie centrali sceny / wspomaganie centrali organów

### **Centrala KNW2:**

Centrala KNW2 obsługująca scenę wg założeń projektowych pracuje w dwóch trybach:

1. Praca ciągła: Centrala pracuje z ograniczoną wydajnością przy starcie. Wydajności graniczne (minimalne) zostały określone na podstawie prawidłowej pracy dysz dalekiego zasięgu oraz na podstawie ograniczania emisji hałasu. W trakcie pracy, jeżeli automatyka zauważy brak

możliwości dotrzymania jakiegokolwiek zrealizowanych parametrów, obroty wentylatorów powinny być stopniowo zwiększane aż do osiągnięcia pełnej wydajności. Przyrost obrotów powinien być realizowany przy użyciu pętli PID, przy czym wartości parametrów powinny być możliwe do zmiany w trybie serwisowym automatyki.

- dla nawiewu – falownik w ustawieniu na **70%**
  - dla wywiewu – falownik w ustawieniu na **100%**
2. Praca w czuwaniu: centrala wyłączona (wentylatory zatrzymane, przepustnice świeżego powietrza zamknięte), układ automatyki mierzy temperatury i wilgotności. Jeżeli parametry utrzymują się w zadanych polach tolerancji centrala nie załącza wentylatorów. Parametry graniczne muszą być możliwe do zmiany w trybie serwisowym sterownika. Wyjście któregokolwiek z parametrów mierzonych (temperatura z czujnika 1 i 1a, wilgotność z czujnika 1 i 1a) poza jego pole tolerancji powinno przełączać centralę do pracy ciągłej. Powrót wszystkich parametrów do ich pól tolerancji powinien powodować przejście centrali do trybu czuwania w określonym i nastawialnym czasie. (początkowo 10 min)

Udział powietrza świeżego powinien być widoczny i możliwy do ustawiania w automatyce centrali. W trakcie pracy powinno być możliwe korygowanie jego wartości na podstawie doświadczeń użytkowników.

Start central wentylacyjnych zawsze powinien odbywać się z minimalnym udziałem powietrza świeżego. Decyzja o zmianie nastaw powinna być podejmowana już w trakcie pracy centrali na podstawie mierzonych parametrów: np. podwyższenie zawartości dwutlenku węgla powinno wpływać na stopniowe, sterowane odpowiednio poprzez pętlę PID zwiększanie zawartości powietrza świeżego. (parametry dynamiczne pętli: zakres proporcjonalności i czas całkowania również powinny być dostępne w trybie serwisowym automatyki). Również parametry temperaturowe i wilgotnościowe powinny mieć wpływ na pracę przepustnic: np.: centrala jest w trybie chłodzenia, a entalpia powietrza świeżego jest mniejsza od entalpii powietrza wywiewanego – zwiększa się udział powietrza świeżego.

Przełączanie trybów powinno odbywać się w oparciu o:

- Harmonogram pracy – wprowadzone godziny koncertów i prób. Centrala powinna pracować w trybie pracy ciągłej co najmniej 30 min przed rozpoczęciem zdarzenia z harmonogramu i powinna przejść z powrotem do trybu czuwania natychmiast po zakończeniu zdarzenia.
- Utrzymanie parametrów temperaturowo – wilgotnościowych. Wyjście któregokolwiek z parametrów mierzonych poza jego pole tolerancji powinno przełączać centralę do pracy ciągłej. Powrót wszystkich parametrów do ich pól tolerancji powinien powodować przejście centrali do trybu czuwania w określonym nastawialnym czasie. Wydaje się, że 10 min opóźnienia będzie wystarczającym czasem przełączenia centrali w tryb czuwania.
- Informację od centrali FNKW o braku możliwości dotrzymania założonych parametrów.

### **Centrala FNKW:**

Centrala FNKW obsługująca organy wg założeń projektowych pracuje w jednym trybie: trybie pracy ciągłej 24/7 ze stałą wydajnością

- Temperatura powietrza w szafie organowej w zakresie:  $21 \div 24^{\circ}\text{C}$
- Temperatura powietrza nawiewanego w zakresie:  $17 \div 28^{\circ}\text{C}$ ;

- Wilgotność powietrza w szafie organowej w zakresie:  $53 \pm 5\%$
- Wilgotność powietrza nawiewanego w zakresie:  $42 \div 60\%$

Centrala FKNW pracuje jedynie w oparciu o te same wartości parametrów zadanych, jakie są wprowadzane dla centrali KNW2. Przekazywanie wartości parametrów zadanych następuje automatycznie w drodze komunikacji pomiędzy sterownikami central.

Wykonawca automatyki w uzasadnionych przypadkach, na podstawie własnej wiedzy dotyczącej urządzeń i technologii, po konsultacji z pracownikami obsługi może zaproponować zmiany w szczegółach działania programów.

Sporządził

Dariusz Włodarczyk