



# **Apteka Przyszpitalna w Zamościu**

## **Dokumentacja wykonawcza**

### **SYSTEM AUTOMATYKI HVAC i BMS**

Opis techniczny

**OPRACOWAŁ:** Kamil Danielski

**SPRAWDZIŁ:** mgr inż. Rafał Cisak

**DATA:** 12/2022

## Spis treści

1.	Podstawa i przedmiot opracowania .....	3
2.	Zakres opracowania .....	3
3.	Poza zakresem opracowania .....	3
4.	Opis instalacji - układ automatycznej regulacji i sterowania .....	3
	Uwagi ogólne.....	3
	Instalacja klimatyzacji i wentylacji (sterowanie) włączenie do istniejącego BMS .....	4
	Układ wentylacyjny NW1 .....	5
5.	Zabezpieczenia i sygnalizacja .....	5
	Wentylator nawiewny i wywiewny centrali .....	5
	Nagrzewnica elektryczna .....	5
	Pompa obiegowa .....	5
	Filtry powietrza .....	6
	Wytwornica pary (nawilżacz) .....	6
	Wyłączenie P. poż. ....	6
6.	Tryby pracy, załączanie i wyłączanie układów .....	6
6.1	Tryby pracy .....	6
6.2	Łączniki i sygnalizacja stanów .....	6
6.3	Blokady pracy układów .....	7
6.4	Zatrzymanie central wentylacyjnych .....	7
7.	Układy regulacyjne .....	8
7.1	Regulacja temperatury .....	8
7.2	Regulacja wilgotności .....	8
7.3	Regulacja wydajności (ciśnienie na nawiewie i wywiewie) .....	8
8.	Rozdzielnice automatyki 400/230V~. ....	9
9.	Wykonanie instalacji automatyki. ....	9
10.	Instalacja ochrony przeciwprzepięciowej .....	10
11.	Ochrona przeciwporażeniowa .....	10

## 1. Podstawa i przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest układ sterowania instalacji automatyki HVAC dla układu wentylacyjnego grzewczo chłodniczego budynku Apteki przyszpitalnej w Zamościu.

Podstawę opracowania stanowią następujące wytyczne:

- wytyczne technologiczne;
- umowa zawarta z Inwestorem na wykonanie dokumentacji;
- bieżące uzgodnienia z Inwestorem;
- uzgodnienia międzybranżowe;
- podkłady architektoniczne;

## 2. Zakres opracowania

W zakres niniejszego opracowania wchodzi:

- Część opisowa (opisy instalacji, dokumentacja techniczno-ruchowa);
- Schemat zasilania i sterowania urządzeń;
- Schemat ideowy instalacji AKPiA;
- Schemat podłączeń urządzeń AKPiA.

Niniejsza dokumentacja obejmuje swym zakresem sterowanie i monitorowanie z poziomu systemu BMS (Building Management System) poniższych układów i instalacji:

### 1. Centrala wentylacyjna:

- **NW1** – centrala wentylacyjna nawiewno-wywiewna z nagrzewnicą, chłodnicą i wymiennikiem glikolowym

## 3. Poza zakresem opracowania

Niniejsze opracowanie nie zawiera następujących instalacji / elementów instalacji:

- kable zasilające rozdzielnice zasilająco-sterownicze wentylacji, chłodu i ogrzewania (systemu BMS);
- kable zasilające klimatyzatory i agregaty chłodnicze;
- montaż i dostawę zaworów do nagrzewnic i chłodnic, węzłów grzewczych i chłodniczych;

## 4. Opis instalacji - układ automatycznej regulacji i sterowania

### Uwagi ogólne

4.1 Zakres prac Dostawcy/Instalatora instalacji obejmuje dostawę, instalację, uruchomienie i odbiór wszystkich komponentów instalacji HVAC wg niniejszej specyfikacji. Opracowanie obejmuje swym zakresem modernizację systemu BMS. W celu zachowania kompatybilności i spójności systemu BMS, dostarczana centrala NW1 powinna zostać wyposażona w automatykę producenta istniejącego systemu BMS, który funkcjonuje na obiekcie.

Zaleca się zastosowanie sterowników najnowszej serii wraz z modułami rozszerzeń. Zastosowanie tej serii sterowników gwarantuje możliwość wymiany punktów globalnych na poziomie sterowników z innymi występującymi na obiekcie sterownikami. Należy uwzględnić pełną integrację oraz wizualizację centrali NW1 w systemie BMS, zgodnie z listą punktów wynikającą z dokumentacji, oraz przewidzieć wszystkie niezbędne czynności w celu spełnienia tego wymogu.

**Układ zapewnia spełnienie następujących funkcji i wymagań:**

- zapewnia programową pracę układów wg przyjętych algorytmów;
- zapewnia właściwą sekwencję załączania i wyłączania poszczególnych urządzeń układu;
- umożliwia pomiar i regulację temperatury w obsługiwanych pomieszczeniach;
- zabezpiecza układy w zależności od różnego rodzaju typów awarii i zakłóceń;
- minimalizacja czasu czynności diagnostycznych i serwisowych;
- realizację funkcji awaryjnych (np. zatrzymanie wentylacji od alarmu pożarowego).

Wentylatory nawiewne i wywiewne oraz inne urządzenia siłowe zostaną wyposażone w wyłączniki remontowe.

**Instalacja klimatyzacji i wentylacji (sterowanie) włączenie do istniejącego BMS :**

Przed przystąpieniem do realizacji należy bezwzględnie zapoznać się z istniejącym systemem EBI pod kątem włączenia do niego nowo projektowanych lub modernizowanych instalacji. Wymogiem nadrzędnym jest zachowanie istniejącego systemu EBI R500 oraz podłączonych i podłączanych do niego sterowników realizujących określone procesy technologiczne sterowanie układem klimatyzacji HVAC. Z podłączonych sterowników online zbierane są dane z poszczególnych punktów zapewniając stały nadzór nad pracą włączonego układu łącznie z powiadamianiem o stanach awaryjnych (przekroczeniu zadanych przez użytkownika parametrów granicznych). Nowo projektowane lub modernizowane instalacje mają zostać podłączone do w.w. systemu EBI za pośrednictwem kompatybilnych sterowników lub protokołów oraz modułów wejść/wyjść.

Projektowane układy ze sterowaniem mikroprocesorowym należy wyposażyć w sterowniki mikroprocesorowe kompatybilne (posiadające moduły komunikacyjne ze standaryzowanymi certyfikowanymi otwartymi protokołami wymiany danych BACNET TCPIP) z istniejącym systemem zarządzania budynkiem firmy Honeywell EBI R500 Szpitala. Sterowniki sterujące procesami technologicznymi, zliczającymi lub monitorującymi należy obowiązkowo podłączyć do systemu EBI R500 tzn. wykonać brakującą magistralę komunikacyjną, skomunikować z serwerem wykonawczym, wykupić licencję rozszerzającą uwzględniającą dodatkową ilość punktów ze zmiennymi do systemu EBI (punkty fizyczne: binarne, analogowe pseudopunkty danych, punkty globalne, flagi, z nowo zamontowanych sterowników), opracować nowe maski graficzne w systemie EBI wraz ze zdefiniowaniem i wprowadzeniem punktów systemowych dla układów automatyki zgodnie z wytycznymi użytkownika i dokumentacją powykonawczą danej branży, skonfigurować atrybuty, alarmy, archiwizowanie danych, trendowanie, tworzenie wykresów, umożliwić użytkownikowi eksport i konwertowanie danych do programów kalkulacyjnych (format CSV) analizujących itp.

W systemie BMS mają zachodzić automatyczne interakcje np. wywołanie alarmu, powiadomienie obsługi, uruchomienie rejestracji, zdalne załączanie wyłączanie, zmiana nastaw, zmiana programów czasowych, możliwość zapisywania i nadpisywania danych ustawień itp. (monitoring aktywny).

Przy tworzeniu programów sterujących przyjąć unikalne nazwy punktów nie występujących w systemie EBI R500 Szpitala zachowując jednocześnie konwencję nazewnictwa punktów przyjętą w systemie. Oprogramowanie zastosowane w sterownikach swobodnie programowalnych należy (po skompilowaniu) wgrać do sterownika a kopię nieskompilowaną i skompilowaną przekazać Inwestorowi jednym słowem zapewnić wszystko to, co jest niezbędne do sprawnego i niezawodnego nadzoru nad zainstalowanymi systemami wentylacyjnymi wraz z urządzeniami, instalacjami, sterownikami, oprogramowaniem, konfiguracją, licencjami i certyfikatami, przeniesieniem praw autorskich na Inwestora do przyjętego rozwiązania i oprogramowania (o ile takie sytuacje zaistnieją).

## Układ wentylacyjny NW1

4.2 Centrala wentylacyjna zlokalizowana jest w pomieszczeniu zmywalni. Układ zasilany i sterowany jest z rozdzielni **AHU\_NW1** zlokalizowanej w pomieszczeniu zmywalni. W centrali znajduje nagrzewnica elektryczna, chłodnica freonowa, wymiennik glikolowy (odzysk ciepła), nawilżacz powietrza, filtry powietrza odpowiedniej klasy, przepustnice powietrza (nawiew i wywiew) oraz króćce elastyczne. Wentylatory na nawiewie i wywiewie są z falownikami. Wydatek układów ustalony jest poprzez utrzymywanie stałych poziomów wydajności powietrza w kanale nawiewnym i wywiewnym centrali. Utrzymywanie stałej wydajności w kanałach nawiewnym i wyciągowym odbywa się z wykorzystaniem falowników wentylatorów na podstawie nastawysterowania falowników.

## 5. Zabezpieczenia i sygnalizacja

### Wentylator nawiewny i wywiewny centrali

5.1. Urządzeniem, które odpowiada za kontrolę pracy wentylatora jest presostat różnicowy kontroli sprężu. W czasie normalnej pracy presostat sygnalizuje obecność różnicy ciśnień na wentylatorze, co jest jednoznaczne z prawidłowym jego działaniem. Brak sprężu na wentylatorze świadczyć może o uszkodzeniu układu (zerwanie paska klinowego, awaria silnika, awaria falownika itp.). Brak działania presostatu sygnalizowany jest na lampce awarii zbiorczej oraz w systemie BMS.

Urządzeniem, które odpowiada za prawidłowe działanie wentylatora i zabezpieczenie silnika jest zabezpieczenie termiczne wbudowane w uzwojeniach. W przypadku przekroczenia maksymalnej temperatury silnika zabezpieczenie termiczne wyłącza układ (odpowiednia konfiguracja falownika). Sytuacja ta też jest sygnalizowana na elewacji rozdzielni jako awaria oraz w systemie BMS.

Zabezpieczeniem przed niekontrolowanym załączeniem silnika wentylatora (np. w przypadku serwisu silnika) jest wyłącznik remontowy zamontowany na wentylatorze. Rozłączenie wyłącznika remontowego sygnalizowane jest na elewacji rozdzielni jako awaria oraz na panelu.

### Nagrzewnica elektryczna

5.2. Urządzenie posiada fabryczne elementy kontrolujące poprawność pracy nagrzewnicy termostat zabudowany w urządzeniu, który w przypadku wystąpienia działa jako blokada załączenia. Dodatkowym zabezpieczeniem nagrzewnicy jest czujnik temperatury zamontowany na kanale nawiewnym za nagrzewnicą i w przypadku przekroczenia dopuszczalnej nastawionej temperatury sterownik zdejmieysterowanie z nagrzewnicy.

Awaria termostatu nagrzewnicy oraz zbyt wysoka temperatura nawiewu spowoduje wyłączenie układu. Statusy pracy i awarii urządzenia zbierane są z fabrycznie wyprowadzonych zacisków i sygnalizowane są w systemie BMS.

### Pompa obiegowa

5.3. Urządzenia posiadają fabryczne elementy kontrolujące poprawność pracy pompy – czujnik temperatury zabudowany w uzwojeniach silnika, który w przypadku wystąpienia działa jako blokada załączenia. Ponadto pompy są zabezpieczone przed przeciążeniami i zwarciami za pomocą wyłączników instalacyjnych. Awaria pompy generowana jest w przypadku braku potwierdzenia pracy w momencie, kiedy jest potrzeba pracy pompy. Stany awaryjne powinny być sygnalizowane w systemie BMS.

## Filtry powietrza

5.4. Każdy filtr wyposażony jest w presostat różnicy ciśnień, który służy do kontroli jego zabrudzenia. Presostat kontroluje spadek ciśnienia na filtrze i przy przekroczeniu wartości powyżej wartości dopuszczalnej (ustawionej na presostacie) powoduje wygenerowanie sygnału alarmu, zapalenie się lampki awarii zbiorczej oraz w systemie BMS.

## Wytwornica pary (nawilżacz)

5.5. Urządzeniem zabezpieczającym instalację od strony przekroczeń związanych z wytwarzaniem pary jest higrostat zainstalowany na kanale nawiewnym. W przypadku przekroczenia maksymalnej dopuszczalnej wartości wilgotności na nawiewie następuje wyłączenie wytwornicy pary i sygnalizacja na rozdzielni jako awaria zbiorcza oraz w systemie BMS.

## Wyłączenie P. poż.

5.6. W przypadku pojawienia się sygnału z instalacji SAP, następuje samoczynne wyłączenie układu. Po ustąpieniu sygnału pożarowego należy w celu przywrócenia do pracy układu wykonać reset poprzez wyłączenie i powtórne załączenie układu z elewacji rozdzielni za pomocą przycisku kasowania awarii.

# 6. Tryby pracy, załączanie i wyłączanie układów

## 6.1 Tryby pracy

Układ wentylacyjny posiada dwa rodzaje trybów pracy:

- **TRYB NORMALNY** – praca układów podczas dnia roboczego według odpowiednich harmonogramów;
- **TRYB OSZCZĘDNOŚCIOWY** – praca układów podczas dni świątecznych, nocy i weekendów;
- **TRYB AWARYJNY** – praca w trakcie realizacji funkcji awaryjnych (np. alarm pożarowy, alarmy z systemu detekcji gazów);
- **TRYB LATO/ZIMA** – praca układów z innymi nastawami wartości zadanych temperatur w zależności od temperatury zewnętrznej.

Tryb oszczędnościowy pozwala na zredukowanie ilości wymian powietrza w pomieszczeniach, co jest bezpośrednio związane z redukcją wydatków wentylatorów central HVAC. Nastawy dla wielkości parametrów temperatury i wilgotności pozostają bez zmian, zachowany pozostaje kierunek przepływów powietrza bez zachowania projektowanych wartości różnic ciśnień.

## 6.2 Łączniki i sygnalizacja stanów

Dla każdego układu wentylacyjnego oraz dla układów chłodniczych zastosowano oddzielne łączniki sterownicze zlokalizowane w środku odpowiednich rozdzielni obsługujących dane układy. Łączniki te posiadają trzy położenia: „**RĘKA**”, „**0**” oraz „**AUTO**”.

- **RĘKA (PRACA CIĄGLA)** - **ręczne załączenie** – wybrany układ pracuje w sposób ciągły, tryb ten używany jest tylko przy uruchomieniu i kontroli;
- **0** - **wyłączenie** – absolutna blokada pracy;
- **AUTO (HARMONOGRAM)** - **praca automatyczna** – układ pracuje w trybie automatycznym, załączanie oraz wyłączanie jest uzależnione od trybu pracy i sygnałów ze sterownika.

W normalnych warunkach pracy układy pracują w trybie automatycznych bez ingerencji obsługi. W celu załączenia układu należy łącznik sterowniczy ustawić w pozycję „**AUTO**”. Każdy układ może być indywidualnie zatrzymany przez obsługę z poziomu systemu BMS lub za pomocą łącznika przełączając go w pozycję „**0**”. W przypadku pojawienia się jakichkolwiek alarmów krytycznych układy zatrzymują się automatycznie.

Do sygnalizacji pracy i awarii zbiorczej z poszczególnych układów zastosowano niezależne lampki sygnalizacyjne umieszczone na elewacjach powyższych rozdzielni. System automatyki HVAC monitoruje stany urządzeń i wszelkie nieprawidłowości sygnalizowane są jako stany alarmowe. Alarmy niekrytyczne pełnią rolę informacyjną i nie wpływają na pracę układu HVAC.

Dla każdego układu zastosowano następujące lampki sygnalizacyjne:

- **PRACA UKŁADU**: lampka zielona;
- **AWARIA ZBIORCZA**: lampka czerwona (alarmy krytyczne, bezwarunkowe powodujące wyłączenie układu) oraz (alarmy nie wyłączające układu).

### 6.3 Blokady pracy układów

Blokady pracy central można podzielić na dwie grupy:

- blokady bezwarunkowe – zdarzenia, które powodują natychmiastowe zatrzymanie centrali wentylacyjnej bez spełnienia żadnych dodatkowych warunków, np.: alarm przeciwwamrożeniowy, alarm pożarowy, awaria wentylatorów, sygnał przekaźnika kontroli faz (CKF)
- blokady warunkowe – sygnały, które zatrzymują pracę centrali przy zaistnieniu pewnych dodatkowych zdarzeń, np.: awaria pompy nagrzewnicy, brak potwierdzenia statusu wentylatorów

### 6.4 Zatrzymanie central wentylacyjnych

Zatrzymanie układów wentylacyjnych odbywa się na dwa sposoby:

#### **Celowe zatrzymanie**

W celu zatrzymania centrali wentylacyjnej należy z poziomu rozdzielni ustawić łącznik sterowniczy w pozycję „**0**” lub wyłączyć układ z poziomu systemu BMS. Układ automatycznie przejdzie w stan spoczynku.

#### **Zatrzymanie awaryjne**

Podczas awaryjnego zatrzymania centrali, należy przestrzegać wskazówek przywołanych w punkcie opisującym blokady pracy układów.

## 7. Układy regulacyjne

### 7.1 Regulacja temperatury

- **zewnętrzna** - mierzona za pomocą czujnika temperatury zewnętrznej,
- **w kanale nawiewnym centrali** - mierzona za pomocą czujnika kanałowego,
- **w kanale wywiewnym centrali** - mierzona za pomocą czujnika kanałowego,
- **zadana na nawiewie** (w pomieszczeniu) - wprowadzona do sterownika.

Sterownik ustala jaka powinna być temperatura powietrza na nawiewie tak, aby dla wentylowanych pomieszczeń uzyskać temperaturę zadaną. Na podstawie temperatury zadanej i aktualnie mierzonej wartości na nawiewie sterownik wypracowuje sygnał regulacyjny, który jest kaskadowo dzielony pomiędzy kolejne urządzenia centrali (załączenie chłodnicy, odzysku glikolowego, załączenie nagrzewnicy).

W zależności od aktualnych pomiarów i warunków temperaturowych na nawiewie regulacja w przypadku ogrzewania polega na odpowiednim sterowaniu siłownikiem wymiennika krzyżowego (lub wymiennikiem obrotowym) jako pierwszego stopnia ogrzewania. Jeżeli odzysk ciepła jest niewystarczający następuje podgrzew powietrza poprzez układ nagrzewnicy wodnej, gdzie sterowaniu podlega siłownik na zaworze regulacyjnym (0-100%).

W przypadku chłodzenia, w momencie potrzeby obniżenia temperatury powietrza przy spełnieniu odpowiednich warunków temperaturowych (temperatura wywiewu niższa od temperatury zewnętrznej) jako pierwszy stopień chłodu wykorzystywany jest wymiennik krzyżowy lub obrotowy (praca analogiczna jak w funkcji ogrzewania), a gdy uzyskanie odpowiedniej temperatury nie jest możliwe, to regulacji podlega zawór chłodnicy (0-100%).

### 7.2 Regulacja wilgotności

- **w pomieszczeniu** - mierzona za pomocą czujnika pomieszczeniowego,
- **zadana w pomieszczeniu** - wprowadzona do sterownika.

Sterownik ustala jaka powinna być wilgotność bezwzględna powietrza na nawiewie i wywiewie, tak, aby dla pomieszczeń obsługiwanych przygotować zadaną wilgotność. Na podstawie wilgotności zadanej i aktualnie mierzonej wartości w pomieszczeniu sterownik wypracowuje sygnał regulacyjny, który jest dzielony pomiędzy zawór chłodnicy i wydajnością nawilżacza parowego (dla nawilżania) z zachowaniem strefy nieczułości.

### 7.3 Regulacja wydajności (ciśnienie na nawiewie i wywiewie)

- **w kanale nawiewnym centrali** – wg wprowadzonej zadanejysterowania falownika ,
- **w kanale wywiewnym centrali** – wg wprowadzonej zadanejysterowania falownika,

Sterownik w zależności od zadanych wartości na nawiewie i wywiewie centrali, trybu pracy centrali zmienia wydajność wentylacji poprzez zmianę obrotów wentylatorów na nawiewie i wywiewie z wykorzystaniem falowników.



## 8. Rozdzielnie automatyki 400/230v~.

Do zasilania urządzeń wchodzących w skład ww.. instalacji wykonano rozdzielnie zasilająco-sterownicze **BMxx**. Zasilanie rozdzielni jest w zakresie instalacji elektrycznych.

Dla potrzeb sygnalizacji i sterowania przewidziano napięcie sterownicze 24VDC (z zasilacza).

Układ instalacji odbiorczych: **TN-S**

Napięcie zasilania  $U_0$ : **400/230V 50Hz**

Wszystkie wentylatory oraz inne odbiory siłowe są zabezpieczone od zwarć i przeciążeń za pomocą wyłączników instalacyjnych, silnikowych lub fabrycznych zabezpieczeń termicznych (termik TK, PTC).

W rozdzielnicach zasilająco-sterowniczych należy zapewnić 20% rezerwy miejsca dla wszystkich aparatów siłowych i sterowniczych.

### Parametry obudowy:

- stopień ochrony IP 55 zgodnie z normą EN 60 529;
- odporność na działanie zewnętrznych czynników mechanicznych IK 10 zgodnie z normą EN 50 102;
- wykończenie: strukturalna, proszkowa farba epoksydowo-poliestrowa, kolor RAL 7035.

## 9. Wykonanie instalacji automatyki.

W zakres niniejszego opracowania wchodzi wszystkie instalacje elektryczne dotyczące zasilania i sterowania urządzeń automatyki zasilanych z projektowanych rozdzielni.

Przewody ułożyć w pomieszczeniach biurowych i socjalnych pod tynkiem, a w pomieszczeniach warsztatowych i magazynowych w korytkach i rurkach na tynku z zastosowaniem osprzętu szczelnego.

Przejścia kabli i przewodów przez stropy i na dach wykonano w rurach PVC o średnicach dostosowanych do przekroju przewodów lub prowadzić w specjalnych wydzielonych szachtach elektrycznych.

Przejścia kabli przez ściany i stropy wydzielenia pożarowe należy wykonać jako szczelne z zastosowaniem odpowiednich izolacji i ognioodpornych mas uszczelniających. Zastosowano uszczelnienia o odporności pożarowej nie mniejszej niż odporność pożarowa przegrody. Na kablach przechodzących przez ściany pożarowe założono oznaczniki po obydwu stronach ściany pożarowej. Wszystkie uszczelnienia pożarowe wykonane przez wyspecjalizowany personel posiadający odpowiednie certyfikaty wydane przez producentów materiałów uszczelniających.

Dla potrzeb instalacji automatyki wykonano niezależnie od instalacji elektrycznych i niskoprądowych własne trasy kablowe do zasilania i sterowania urządzeń automatyki.

Zastosowano oddzielne od instalacji siłowej korytka dla instalacji słaboprądowych i instalacji sieci BMS. Zaleca się zachować odległość pomiędzy kablami energetycznymi i siecią strukturalną > 40mm dla mocy do 2kVA; >75 mm dla mocy do 5kVA, >150mm dla mocy większej od 5kVA.

Miejscowe połączenia wyrównawcze wykonano przewodami miedzianymi w izolacji zielonożółtej typu LgYżo 6mm<sup>2</sup>.

Do Instalacja wyrównania potencjałów przyłączone zostały:

- metalowe części instalacji klimatyzacyjno-wentylacyjnej;
- stalowe korytka i drabinki kablowe instalacji elektrycznej;
- obudowa rozdzielni zasilająco-sterowniczej

Podczas przebudowy szachtu elektrycznego uwzględnić istniejące instalacje i urządzenia monitoringu stanów technicznych EBI R500 (nie demontować). Po przebudowie szachtu podłączyć w miejsce monitorowania głównych obwodów zasilających.

Przy wykonawstwie układów klimatyzacyjnych pod kątem przyszłej eksploatacji należy szczegółowo określić:

- instrukcję obsługi i eksploatacji sterownika dla służb eksploatacyjnych Szpitala,
- strategię sterowania wraz z algorytmami pracy układu (logika) oraz wykazem i opisem zmiennych.
- dołączyć DTR urządzeń składowych układów klimatyzacyjnych
- kody dostępu i ich poziomy (jeżeli występują) do nastaw i kontroli parametrów eksploatacyjnych
- schematy ideowe i montażowe wykonane zgodnie z obowiązującymi normami wykonanej instalacji
- zestawienia (listy) parametrów wprowadzonych wartości (np. sterowniki, falowniki, nawilżacze itp.) dla uruchomionych układów.

## 10. Instalacja ochrony przeciwprzepięciowej

W rozdzielniach automatyki umieszczono ochronniki przepięciowe typu 2, które będą skoordynowane z ochronnikami przepięciowymi typu 1 skoordynowanego zlokalizowanymi w rozdzielnicach głównych. Uszkodzenie ograniczników przepięć jest monitorowane w systemie BMS.

## 11. Ochrona przeciwporażeniowa

Jako środek ochrony przeciwporażeniowej dla instalacji wewnętrznych, zastosowano samoczynne wyłączenie zasilania, w przypadku przekroczenia wartości napięcia dotykowego bezpiecznego na obudowach chronionych urządzeń. Samoczynne wyłączenie jest środkiem ochrony, w którym:

- ochrona podstawowa jest zapewniona przez podstawową izolację części czynnych
- ochrona przy uszkodzeniu jest zapewniona przez połączenia wyrównawcze i samoczynne wyłączenie w przypadku uszkodzenia.

Zastosowano wyłączniki instalacyjne oraz wyłączniki przeciwporażeniowe różnicowoprądowe jako urządzenia ochronne przewidziane do ochrony przy uszkodzeniu. Punkt rozdziału przewodu ochronno-neutralnego PEN będzie uziemiony w rozdzielnicach głównych za pośrednictwem głównej szyny połączeń wyrównawczych. Prace wykonać zgodnie z normą PN-HD 60364.

Sprawdzenie skuteczności ochrony przez samoczynne wyłączenie zasilania w układzie TN polega na sprawdzeniu czy spełniony jest warunek:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

gdzie:

$Z_s$ - impedancja wyrażona w  $[\Omega]$ , pętli zwarciowej obejmującej źródło, przewód liniowy aż do punktu zwarcia i przewody ochronne między punktem zwarcia a źródłem

$I_a$ - prąd w  $[A]$  powodujący samoczynne zadziałanie urządzenia wyłączającego w czasie określonym w normie PN-HD 60364-4-41. Jeżeli stosowane jest urządzenie ochronne różnicowoprądowe (RCD) ten prąd jest różnicowym prądem zadziałania zapewniającym wyłączenie w czasie określonym we wcześniej przywołanej normie

$U_0$  - napięcie nominalne przewodu liniowego względem ziemi w  $[V]$

Skuteczność samoczynnego wyłączenia została sprawdzona pomiarem. W sytuacji, gdy samoczynne wyłączenie nie może być uzyskane w czasie uznanym w normie PN-HD 60364-4-41:2007 za właściwy, należy zastosować połączenia wyrównawcze dodatkowe zgodnie z normą PN-HD 60364- 5-54:2010.