

Inwestycja: **MODERNIZACJA BUDYNKU KOAGULACJI ZACHODNIEJ
I OSADNIKÓW POKOAGULACYJNYCH NA STACJI UZDATNIANIA
WODY PRZY UL. GÓRNEJ 56B W PŁOCKU
ul. Górna 56B, 09-402 Płock**

Zamawiający: **Wodociągi Płockie Sp. z o.o.
ul. Harcerza A. Gradowskiego 11, 09-402 Płock**

Autor dokumentacji: **AQUA S.A. ul. Kanclerska 28, 60-327 Poznań**

WWiOR-11

Instalacje elektryczne

październik 2025 r.

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

1. DANE OGÓLNE.....	3
1.1. Inwestycja.....	3
1.2. Inwestor	3
1.3. Przedmiot i zakres robót budowlanych	3
1.4. Nazwy i kody cpv.....	3
1.5. Roboty tymczasowe i towarzyszące.....	3
1.6. Informacja o terenie budowy	3
1.7. Określenia podstawowe	3
2. WYMAGANIA DOTYCZĄCE WŁAŚCIWOŚCI WYROBÓW.....	4
2.1. Wymagania ogólne.....	4
2.1.1. Instalacje elektryczne	4
2.1.2. Prefabrykaty, rozdzielnice.....	4
2.2. Wymagania szczegółowe	4
2.2.1. Instalacje i urządzenia	4
2.2.2. Rozdzielnice niskiego napięcia.....	5
2.2.3. Wymagania dla elektrycznych układów napędowych załączanych i sterowanych z wykorzystaniem przemienników częstotliwości	8
2.2.4. Instalacje elektryczne w obiektach	10
2.2.5. Układanie instalacji oświetleniowych i gniazd wtyczkowych	12
2.2.6. Gospodarka kablowa	12
2.2.7. Instalacje uziemień i połączeń wyrównawczych.....	13
2.2.8. Instalacje odgromowa i ochrona przepięciowa.....	14
3. WYMAGANIA DOTYCZĄCE SPRZĘTU I MASZYN	15
4. WYMAGANIA DOTYCZĄCE ŚRODKÓW TRANSPORTU	15
5. WYMAGANIA DOTYCZĄCE WYKONANIA ROBÓT	15
5.1. Ogólne warunki wykonania	15
5.1.1. Instalacje elektryczne	15
5.2. Szczegółowe warunki wykonania.....	15
5.2.1. Układanie instalacji elektrycznych wewnętrznych	15
5.2.2. Przygotowanie korytek kablowych, listew instalacyjnych, przepustów	16
5.2.3. Montaż prefabrykatów	16
5.2.4. Oznakowanie urządzeń i instalacji	16
6. KONTROLA JAKOŚCI.....	17
6.1. Wymagania ogólne.....	17
6.2. Wymagania szczegółowe	17
6.2.1. Materiały	17
6.2.2. Kontrola jakości wykonanych robót	17
6.2.3. Konstrukcje	18
6.2.4. Połączenia kablowe	18
6.2.5. Oprawy oświetleniowe	18
6.2.6. Szafy rozdzielcze	18
6.2.7. Instalacja przeciwporażeniowa	18
7. PRZEDMIAR I OBMIAR ROBÓT	19
8. ODBIÓR ROBÓT	19
8.1. Warunki szczegółowe odbioru instalacji elektrycznych.....	19
8.1.1. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu	19
8.1.2. Odbiory częściowe.....	19
8.1.3. Próby Końcowe.....	19
8.1.4. Dokumenty do odbioru końcowego robót.....	20
9. ROZLICZENIE ROBÓT TYMCZASOWYCH I TOWARZYSZĄCYCH	20
10. DOKUMENTY ZWIĄZANE.....	20

1. DANE OGÓLNE

1.1. INWESTYCJA

Modernizacja budynku koagulacji zachodniej i osadników pokoagulacyjnych na stacji uzdatniania wody przy ul. Górnej 56b w Płocku

1.2. INWESTOR

Wodociągi Płockie Sp. z o.o. ul. Harcerza A. Gradowskiego 11, 09-402 Płock

1.3. PRZEDMIOT I ZAKRES ROBÓT BUDOWLANYCH

Przedmiotem niniejszych WWiOR są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych związanych z wykonaniem instalacji elektrycznych w ramach zadania:

"Modernizacja budynku koagulacji zachodniej i osadników pokoagulacyjnych na stacji uzdatniania wody przy ul. Górnej 56b w Płocku".

1.4. NAZWY I KODY CPV

Przedmiot zamówienia objęty niniejszego opracowanie odpowiada następującym robotom budowlanym opisanym kodem Wspólnego Słownika Zamówień (CPV) wg Rozporządzenia Komisji Wspólnoty Europejskiej nr 213/2008:

- 45300000-0 Roboty instalacyjne w budynkach

1.5. ROBOTY TYMCZASOWE I TOWARZYSZĄCE

Informację o robotach tymczasowych i towarzyszących zawarto w **WWiOR-00** "Wymagania ogólne".

1.6. INFORMACJA O TERENIE BUDOWY

Informację o terenie budowy zawarto w **WWiOR-00** "Wymagania ogólne".

1.7. OKREŚLENIA PODSTAWOWE

Określenia podstawowe zgodnie z **WWiOR-00** "Wymagania ogólne".

2. WYMAGANIA DOTYCZĄCE WŁAŚCIWOŚCI WYROBÓW

2.1. WYMAGANIA OGÓLNE

2.1.1. Instalacje elektryczne

W instalacjach elektrycznych należy stosować materiały, osprzęt i aparaturę spełniające wymagania ogólne (wg **WWiOR-00**) oraz szczegółowe wg niniejszego WWiOR. Wszelkie odstępstwa muszą być zatwierdzone przez Inspektora Nadzoru. Aparatura i osprzęt używany przy układaniu instalacji powinien mieć, tam gdzie to jest wymagane, odpowiednie badania i atesty, co musi być potwierdzone odpowiednimi dokumentami. Wszystkie materiały i urządzenia stosowane do wykonywania instalacji muszą być nowe i nieużywane, odpowiednie do warunków środowiskowych oraz odporne na środki chemiczne występujące w obiektach.

2.1.2. Prefabrykaty, rozdzielnice

Obudowy - rozdzielnice szafkowe, zestawy skrzynkowe oraz pojedyncze skrzynki powinny spełniać wymagania ogólne (wg **WWiOR-00**) i być wykonane z materiałów odpowiednich do warunków środowiskowych oraz odpornych na czynniki atmosferyczne. Stosowanie zamienników zaprojektowanych prefabrykatów jest dopuszczalne wyłącznie za zgodą Inspektora Nadzoru, pod warunkiem, że posiadają nie gorszą funkcjonalność i gorsze parametry np. jakość, odporność na wilgoć i chemikalia, wytrzymałość.

Wyposażenie ww. obudów powinno być zgodne z wymaganiami szczegółowymi, rozdzielnice należy wykonać w oparciu o schematy, plany wyposażenia i specyfikacje. Stosować można wyłącznie aparaturę o nie gorszych parametrach technicznych niż wskazane w DP.

Aparatura stosowana w rozdzielnicach powinna mieć odpowiednie parametry podstawowe, prąd nominalny, napięcie, zakresy nastaw, ale również pozostałe np. prąd zwarcia. Ponadto rozwiązania aparatury muszą współgrać z zastosowanymi układami sterowania.

Tam gdzie jest to wymagane przez Zamawiającego aparatura musi spełniać dodatkowe, ponadstandardowe wymagania, np. stosowanie zamków (blokad) i kluczy w odpowiednim standardzie.

2.2. WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE

2.2.1. Instalacje i urządzenia

Wykonawca przy realizacji niniejszego zadania, dla celów zasilania wszelkich urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych oraz rozdziału energii elektrycznej zastosuje, niezbędną ze względu na wymagania oferowanej technologii aparaturę spełniającą poniższe wymagania Zamawiającego.

Wymaga się, aby Wykonawca zachował unifikację aparatury, urządzeń elektrycznych oraz elementów wykonawczych dla nowo projektowanej instalacji. Wykonawca przedstawi do akceptacji Zamawiającego listę zastosowanych urządzeń.

Wszystkie zastosowane urządzenia będą fabrycznie nowe, nowoczesne i zgodne z aktualnym stanem techniki. Urządzenia każdego typu powinny być dobrane odpowiednio do ich przeznaczenia, sprawdzone w działaniu, wysokiej sprawności, bezpieczne, zaprojektowane i wykonane zgodnie z właściwymi normami obowiązującymi w Polsce i/lub normami europejskimi.

Poniższe wymagania Zamawiającego dla aparatury elektrycznej i elektroenergetycznej, ze względu na wymagania oferowanej technologii, zweryfikuje i ewentualnie uzupełni Wykonawca.

Wymagania:

- podstawowe wyposażenie rozdzielnic takie jak: wyłączniki, przekładniki prądowe, ograniczniki przepięć, przełączniki, sterowniki, przyciski, listwy zaciskowe, mierniki, zabezpieczenia, będzie pochodziło od jednego producenta dla każdego rodzaju urządzenia;
- wszystkie szafy rozdzielcze i sterownicze powinny być (o stopniu ochrony min. IP3X) sprefabrykowane w sposób umożliwiający łatwą wymianę aparatury;
- skrzynki sterownicze, przelotowe oraz przyciski w obudowach z tworzywa sztucznego lub stali muszą być odporne na działania czynników atmosferycznych oraz środowiska, w którym będą zainstalowane;

- aparatura łączeniowa i sterownicza w szafach i na obiekcie ma być oznaczona zgodnie z dokumentacją;
- wszelkie wkładki bezpiecznikowe powinny być opisane: typ wkładki, wielkość prądu i przeznaczenie;
- zastosowanie co najmniej 2 rezerwowych żył we wszystkich kablach sterowniczych posiadających więcej niż 5 żył;
- spełnienie wymagań Unii Europejskiej zawartych w dyrektywie nr 2004/108/WE;
- kable i przewody zasilające i sterownicze muszą posiadać trwałe oznaczniki zawierające numer i lokalizację kabla zgodnie z dokumentacją na końcach tras oraz co 5 m wzdłuż trasy;
- wszystkie zewnętrzne trasy kablowe należy ułożyć w istniejących lub projektowanych kanałach kablowych. w przypadku braku możliwości ułożenia kabli w kanałach, kable należy ułożyć w ziemi;
- trasy kablowe w budynkach należy prowadzić w korytkach ze stali ocynkowanej ogniowo. Konstrukcja tras kablowych powinna uniemożliwiać zatrzymanie opadających frakcji stałych (trasy pionowe, doprowadzenia do urządzeń w osłonach). Konstrukcje wsporcze mają być wykonane ze stali ocynkowanej nie spawane;
- jako lampki sygnalizacyjne należy stosować lampki diodowe;
- odrutowanie obwodów sterowniczych powinno być wykonane kablami i przewodami sygnalizacyjnymi z żyłami miedzianymi (linki) na napięcie 0,6/1kV. Poszczególne żyły w kablu powinny być kodowane kolorem;
- do jednego zacisku należy przyłączyć jeden przewód.. Konstrukcja zacisku powinna umożliwiać wielokrotne wpinanie przewodów i być wytrzymała na wpływy zewnętrzne;
- Wykonawca dostarczy i zainstaluje wszystkie potrzebne urządzenia i maszyny elektryczne 0,4kV potrzebne do funkcjonowania instalacji wraz ze skrzynkami przyłączeniowymi. Wykonawca wykona wszystkie połączenia pomiędzy urządzeniami i maszynami 0,4kV, a skrzynkami przyłączeniowymi. Połączenie należy wykonać kablami z żyłami miedzianymi o izolacji i powłoce PVC lub kablami o izolacji polietylenowej i powłoce PVC;
- wszystkie kable do zasilania układów z przekształtnikami częstotliwości powinny posiadać Certyfikat zgodności z Dyrektywą EMC (2004/108/WE) wystawiony przez producenta kabla. Dopuszcza się Certyfikat wystawiony przez Dostawcę zespołu urządzeń, pod warunkiem posiadania pisemnego pełnomocnictwa właściwego producenta kabla;
- rozwiązania techniczne skrzynek przyłączeniowych nn i sterowania miejscowego będą zapewniały wysoką jakość uszczelnień.

2.2.2. Rozdzielnice niskiego napięcia

2.2.2.1. Rozdzielnica główna (budynek koagulacji)

Rozdzielnica obiektowa (rozdzielnica główna) nn 0,4kV; będzie w wykonaniu jednosystemowym, wieloszaflowa, modułowa, dwusekcyjna z łącznikiem sekcji i ma być zainstalowana w budynku, w wydzielonym, wentylowanym pomieszczeniu ruchu elektrycznego i ma być dobrana odpowiednio do warunków środowiskowych i wymagań norm.

W ww. rozdzielnicę należy przewidzieć minimum 20% rezerwy miejsca w zabudowywanych polach na rozbudowę. Wytrzymałość zwarciorowa rozdzielnic ma być dobrana do maksymalnej przewidywanej mocy zwarciorowej przy zasilaniu z jednego transformatora przy maksymalnym normalnym napięciu pracy.

W instalacjach 230/400VAC ma być zastosowany system TN-S, rozdzielnice 0,4kV mają być wyposażone w układ pięcioszynowy (L1, L2, L3, N PE).

Budowa i rozwiązania konstrukcyjne

Rozdzielnica niskiego napięcia w stalowej obudowie, posiadająca weryfikację typu. Bezpieczeństwo obsługi zapewnione poprzez weryfikację typu poprzez testy dla zwarć łukowych zgodnie z IEC TR 61641.

Konstrukcja stalowa o profilach gr.min.2,5mm, skręcana, z płytami po bokach, na górze i na dole.

Rozdzielnica z pojedynczym mostem szyn głównych umieszczonym u góry z przedziałami kablowymi z boku szaf odpływowych.

Drzwi otwierane pod kątem 180° z zamkiem zapobiegającym przypadkowemu otwarciu. Przedział aparatuowy i przedział kablowy odseparowane odpowiednimi osłonami.

Forma zabudowy wewnętrznej - separacja pomiędzy szynami zbiorczymi i wszystkimi jednostkami funkcjonalnymi, separacja pomiędzy wszystkimi jednostkami funkcjonalnymi, separacja pomiędzy przyłączami wszystkich przewodów wchodzących z zewnątrz do danej jednostki funkcjonalnej i przyłączami wszystkich innych jednostek funkcjonalnych oraz szynami zbiorczymi, przyłącza nie znajdują się w tym samym przedziale co podłączona jednostka funkcjonalna).

Wykonanie rozdzielnic z barierami łukowymi w celu ochrony obsługi. Rozdzielnice należy wyposażyć w zabezpieczenia łukochronne działające na wyłączenie zasilania

Kasety wysuwne wyposażone w system styków ruchomych ograniczający do minimum proces zużycia styków.

Wymagane położenia kaset - wsunięta, wysunięta, test - bez zmiany stopnia ochrony IP całej rozdzielnic.

Zachowanie stopnia IP jest wymagane bez stosowania dodatkowych drzwi - wszystkie elementy obsługi mają być na elewacji dostępne dla obsługi.

Obudowa i drzwi rozdzielnic malowane proszkowo.

Wymagania techniczne

W polach zasilających rozdzielnicę główną oraz w polu sprzęgłowym należy zainstalować wyłączniki powietrzne renomowanych firm. Wykonanie w wersji wysuwnej z napędem silnikowym AC z mechanizmem sprężynowym. Wyłączniki powinny posiadać możliwość wykonania testów oraz przeglądów za pomocą urządzeń testujących posiadanych przez Zamawiającego. Wyłączniki należy wyposażyć w zabezpieczenia elektroniczne z modułami umożliwiającym komunikację po magistrali Modbus.

Tabliczki znamionowe z danymi technicznymi należy umieszczać na każdej szafie rozdzielnic oraz na każdym z aparatów, w sposób łatwy do identyfikacji, na każdej rozdzielnic będą umieszczone wykazy odbiorów z niej zasilanych wykonane w postaci tabliczek grawerowanych.

Układy zabezpieczeń oraz obwody sterownicze

Wszystkie szafy rozdzielnic mają być kompletnie odrutowane i mają być wyposażone w aparaturę zabezpieczającą, sterowniczą i pomiarową. Wyłączniki powinny posiadać możliwość wykonania testów oraz przeglądów za pomocą urządzeń testujących posiadanych przez Zamawiającego. Rozdzielnica ma być wyposażona w zabezpieczenie łukochronne bierne. Zabezpieczenia poszczególnych obwodów zasilających rozdzielnic mają być realizowane przy pomocy:

- modułów zabezpieczeń, będących częścią wyposażenia wyłączników,
- bezpieczników mocy w rozłącznikach bezpiecznikowych,
- wyłączników samoczynnych (w szafach rozdzielniczych),
- wyłączników różnicowo-prądowych.

Zabezpieczenia pól zasilających i sprzęgłowego rozdzielnic mają być realizowane przy pomocy:

- modułów zabezpieczeń, będących częścią wyposażenia wyłączników z izolacją powietrzną, wyposażone będą w następujące funkcje:
 - zabezpieczenie zwarciove dwustopniowe szybkie i selektywne (bezzwłoczne i zwłoczne),
 - zabezpieczenie od przeciążenia,
 - napęd silnikowy 230VAC lub 24VDC,
 - wskaźnik położenia i licznik zadziałań,
 - blokada położenia kasety wyłącznika,
 - styki pomocnicze min. 4NO+4NC.

Wszystkie rozłączniki bezpiecznikowe muszą umożliwiać stworzenie widocznej przerwy w układzie zasilania.

Obwody sterownicze

Sterowanie urządzeniami realizowane będzie w trybie ręcznym przyciskami umieszczonymi na elewacji rozdzielnic głównych/podrozdzielnic, z paneli falowników, z modułów zasilających na napędach armatury względnie z szafek sterowania lokalnego zgodnie z wytycznymi technologicznymi i po uzgodnieniach z Zamawiającym.

Sterowanie urządzeniami technologicznymi ma się odbywać również się zdalnie z systemu nadrzędnego. Dla napędów wskazanych przez Zamawiającego na etapie akceptacji projektu technicznego należy zabudować (w pobliżu napędu) przycisk wyłączania awaryjnego dobrany zgodnie z wymaganiami Dyrektywy Maszynowej 2006/42/WE.

Wykonawca wykona połączenia obwodów sterowniczych dostarczonych urządzeń ze skrzynkami sterowania miejscowego lub ze sterowniczymi szafami krosowymi. Należy przewidzieć przeszkolenie obsługi i brygad remontowych z zakresu wykonanych robót ze szczególnym omówieniem algorytmów sterowania i obsługi systemu. Na skrzynkach sterowniczych zostaną umieszczone tabliczki określające ich przeznaczenie, funkcje, podstawowe dane techniczne.

Automatyka SZR i obsługa przeciwpożarowego wyłącznika prądu (PWP) budynku koagulacji

Rozdzielnica główna ma być wyposażona w mikroprocesorowy układ samoczynnego załączania rezerwy (SZR) działający przy zaniku napięcia na szynach rozdzielnic na otwarcie wyłącznika w polu zasilania podstawowego i zamknięcie wyłącznika sprzęgłowego. Układ SZR powinien realizować blokadę od równoległej pracy zasilaczy na połączone sekcje z jednoczesną możliwością, ręcznego przełączania zasilaczy z uwzględnieniem blokad.

Z uwagi na lokalizację rozdzielnic głównej w budynku o kubaturze powyżej 1000 m³ rozdzielnica powinna być przystosowana do realizacji funkcji Przeciwpożarowego Wyłącznika Prądu dla tego budynku. Funkcja PWP powinna być zapewniona przez zastosowanie certyfikowanych pól (szaf) z wyłącznikami głównymi w powiązaniu z odpowiednimi urządzeniami uruchamiająco-sygnalizacyjnymi - tworząc razem certyfikowany system PWP.

Zasilanie urządzeń przeciwpożarowych

Rozdzielnica główna powinna umożliwić zasilanie urządzeń niezbędnych podczas pożaru. W tym celu odpowiednie obwody z zabezpieczeniami powinny być wyprowadzone sprzed wyłączników głównych rozdzielnic (wyłączanych przez PWP). Obwody takie zostaną oznaczone jako obwody p.pożarowe na elewacji rozdzielnic.

2.2.2.2. Sterowanie urządzeń technologicznych, pomocniczych i wentylacji

Branża elektryczna przewiduje sterowania urządzeń wentylacji, oświetlenia, wyłączenia p.pożarowego oraz sterowanie urządzeń technologicznych w trybie ręcznym.

W układach sterowania napędami i urządzeniami powinien zostać zastosowany przełącznik sterowania ręcznego/automatycznego oraz odstawienia sterowania. Praca i awarie urządzenia sygnalizowane powinny być na rozdzielnic nn. względnie szafce sterowania miejscowego.

Sygnały o pracy, awarii, pozycji przełącznika trybu pracy (ręczne/automatyczne) powinny zostać przekazane systemowi automatyki obiektu. Dla napędów zasuw, przepustnic obsługiwanych przez branżę elektryczną dodatkowo powinien zostać udostępniony sygnał stanu zamknięcia/otwarcia.

Układ sterowania napędem przyjmuje sygnał sterowania napędem od automatyki oraz sygnał ewentualnej blokady napędu.

Układ sterowania elektrycznego powinien uwzględniać zabezpieczenia termiczne napędu, zaniku fazy, zaniku napięcia, zabezpieczenia (PTC, bimetal) silnika, zabezpieczenia p.wilgotnościowe.

Dla napędów regulowanych (przekształtnikowych) zamontowane winny być panele sterujące instalowane na elewacji szaf rozdzielczych lub falownikowych oraz przyciski na szafkach lokalnych według indywidualnych ustaleń z technologiem i Zamawiającym.

Jeśli jest to wymogiem technologicznym napędy wyposażone powinny zostać w skrzynki sterowania miejscowego względnie przyciski wyłączenia awaryjnego.

Powyższe wymagania dotyczą urządzeń zasilanych bezpośrednio z rozdzielnic głównej oraz podrozdzielnic.

Urządzenia pomiarowe i aparatura pomocnicza

Rozdzielnice będą wyposażone w aparaturę wyłączającą, zabezpieczającą, sterowniczą, pomiarową, kontrolną i sygnalizacyjną z możliwością sterowania ze zdalnych układów sterowania.

W układach ochrony przepięciowej stosować sygnalizatory stanu technicznego ochronnika.

W rozdzielnicach będzie wykonany pomiar napięć na szynach zbiorczych, mostach sprzęgłowych w układzie fazowym i międzyfazowym oraz pomiar prądu w trzech fazach za pomocą analizatora sieci.

Przekładniki prądowe

Przekładniki prądowe żywiczne mają spełniać wymagania wytrzymałości zwarciorowej. Wytrzymałość termiczna trwała nie może być mniejsza niż 1,2 prądu znamionowego, przekładnie, moc znamionową i klasa mają być dobrane do zaprojektowanych obwodów rozdzielnic. Prąd wtórny 5A.

2.2.2.3. Budowa i rozwiązania konstrukcyjne podrozdzielnic nn i skrzynek pomocniczych

Podrozdzielnice obiektowe, skrzynki sterownicze, przelotowe, przyciski, zespoły gniazd instalowane w pomieszczeniach technologicznych powinny być wykonywane w obudowach ze stali ocynkowanej malowanej proszkowo względnie z tworzyw sztucznych o stopniu ochrony min. IP30 zgodnie z wymaganiami środowiskowymi dla tych pomieszczeń.

Podrozdzielnie nn wykonane należy wykonać jako:

- jednosekcyjne z możliwością zasilania z dwóch źródeł (dwóch sekcji rozdzielnic RG) lub jednosekcyjne zasilane z jednego źródła - podrozdzielnice małej mocy (np. oświetleniowe)
- szafowe stojące lub szafkowe wiszące (na ścianie lub na konstrukcji wsporczej) z obwodami pól zasilających i odpływowych typu stacjonarnego,
- pola przyjmujące zasilanie powinny być wyposażone w rozłączniki lub wyłączniki dla odłączenia całej rozdzielnic spód napięcia,
- pola odpływowe do armatury z napędami elektrycznymi mają być wyposażone w wyłączniki silnikowe.

Podrozdzielnice w części socjalnej będą wykonane jako obudowy przeznaczone do zabudowy aparatury modułowej - wyposażenie wyłącznie w aparaturę modułową.

2.2.3. Wymagania dla elektrycznych układów napędowych załączanych i sterowanych z wykorzystaniem przemienników częstotliwości

Układy regulacji prędkości obrotowej napędów muszą być rozwiązane przy pomocy przemienników częstotliwości. Na podstawie technologii procesowej dostawca określi te instalacje dla, których będzie konieczne zastosowanie układów regulacji prędkości obrotowej napędów oraz zakres tej regulacji. Przemienniki powinny spełniać wymagania normy PN-EN 60146-2:2001 „Przekształtniki półprzewodnikowe - Część 2: Przekształtniki półprzewodnikowe o komutacji wewnętrznej z uwzględnieniem bezpośrednich przekształtników prądu stałego” oraz wymagania norm i aktów normatywnych dotyczących kompatybilności elektromagnetycznej.

Wymagania techniczne

Wykonawca dostarczy charakterystyki prądu przemiennika w funkcji prędkości obrotowej silnika oraz sprawność przemiennika wg normy EN 50598.

Wymagane jest podtrzymanie sygnalizacji ostatnich błędów i przyczyn wyłączenia podczas zaniku napięcia zasilania przetwornic - obwody pomocnicze przemienników częstotliwości mają być zasilane napięciem gwarantowanym.

Wykonawca określi następujące parametry przemienników:

- moc znamionową ciągłą;
- prąd znamionowy ciągły, prąd przeciążeniowy min. 110% I_N ;
- prąd znamionowy ciągły, (dla napędów o wysokiej przeciążalności) prąd przeciążeniowy min. 150% I_N ;
- prąd max w czasie 1 sekundy;
- straty ciepła przy obciążeniu znamionowym;
- przepływ powietrza przy danych znamionowych;
- współczynnik zawartości harmonicznych prądu THDI przy każdym obciążeniu (dla danych parametrów sieciowych).

Przetwornice częstotliwości (falowniki) będą zapewniały:

- możliwość pracy ciągłej przy napięciu 0,9÷1,1 U_N oraz częstotliwości 47,5÷52,5 Hz;
- możliwość pracy przy napięciu 0,8-1,1 U_N (Dotyczy obniżenia napięcia np. przy ciężkich rozruchach w sieci elektroenergetycznej. Napęd oraz falownik nie może wypadać z ruchu; dopuszczalna jest chwilowa mniejsza wydajność silnika - nie dotyczy zakresu napięcia do pracy ciągłej);
- sterowanie wektorowe oraz sterowania U/f;
- odpowiednią liczbę wejść/wyjść cyfrowych, analogowych do komunikacji z systemem nadrzędnym;
- interfejs komunikacyjny z protokołem Modbus;
- następujące funkcje programowe:
 - automatyczny ponowny rozruch po zaniku zasilania,
 - lotny start (załączenie przekształtnika przy wirującym silniku),
 - buforowanie kinetyczne (do podtrzymania pracy np. przy krótkim zaniku napięcia sieci),
 - funkcje ochronne: nadnapięciową, podnapięciową, nadprądową, ziemnozwarciową, zwarciovą, ochronę przed utykiem, ochrona termiczna silnika i przekształtnika.
- stopień ochrony - min IP20 - dla przetwornic zabudowanych w pomieszczeniach rozdzielnic
- chłodzenie powietrzne.

Urządzenia przekształtnikowe będą dostosowane do pracy w sieci zasilającej wyposażonej w układ samoczynnego przyłączania zasileń (SZR) (możliwe chwilowe zaniki napięcia zasilającego i chwilowa niesymetria związana z działaniem układów SZR).

Szczegółowe wymagania techniczne

Poz.	Wyszczególnienie	Dane techniczne
1.	Wykonanie; stopień ochrony	IP20 w rozdzielnic /IP21 poza rozdzielnicą
2.	Podłączenie kabli	dolne
3.	Przetwornica częstotliwości z bezczujnikowym systemem wektorowego sterowania pola	tak
4.	Moc znamionowa silnika - P_{CT}	Zgodnie z dobozem
5.	Napięcie zasilania	0,4kV
6.	Napięcie wyjściowe	0 - U_{IN}
7.	Częstotliwość wyjściowa	0 - 60Hz
8.	Przeciążalność przetwornic na 0,4kV	1,1 I_{CT} przez 1min co 5min
9.	Moment rozruchowy	140%
10.	Prąd rozruchowy silnika	$I_R = 4,5 \times I_{CT}$
11.	Poziom emisji zakłóceń (wg EN - 61800 -3)	Poziom - I
12.	Sprawność	>97%
13.	Współczynnik mocy ($\cos \phi$) w całym obszarze pracy napędu,	>0,93
14.	Dławik DC w obwodzie pośrednim lub dławik sieciowy	Tak
15.	EMC	Filtr RFI
16.	Izolacja galwaniczna WE/WY analogowych	tak

Poz.	Wyszczególnienie	Dane techniczne
17.	Panel sterowniczy	LCD - tekstowy lub graficzny
18.	Lakierowane płyty (karty) elektroniki	tak
19.	Certyfikat zgodności CE	tak
20.	Porty komunikacji zewnętrznej,	USS
21.	Oprogramowanie serwisowo-diagnostyczne	tak
22.	Oprogramowanie do konfigurowania falowników	tak
23.	Serwis oraz magazynowanie na terenie Polski z dostępem 24h/dobę	tak
24.	Tryb czuwania o niskim zużyciu energii	tak
25.	Funkcje bezpieczeństwa min.STO	tak
26.	Zabezpieczenie silnika:	
27.	- nadprądowe, nadnapięciowe i podnapięciowe	tak
28.	- kontrola symetrii zasilania silnika	Wył. przy braku
29.	- przed utykem silnika	tak
30.	- od zwarć doziemnych silnika	tak
31.	- ochrona termiczna uzwojeń i łożysk	tak

2.2.4. Instalacje elektryczne w obiektach

Instalacje elektryczne w obiektach układane będą w kanałach kablowych, przepustach kablowych, korytkach, drabinkach, w listwach lub rurkach ochronnych.

Instalacje elektryczne powinny zostać układane zgodnie z normą PN-IEC 60364, Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r oraz normami SEP. Należy uwzględnić odpowiednią ilość miejsca przeznaczoną na rezerwę, obciążalności kabli i przewodów, wzajemnego oddziaływania instalacji. W instalacjach powinny być zastosowane kable i przewody miedziane.

Przejścia kabli i przewodów przez ściany oddzielenia pożarowego powinny być zabezpieczone przepustami o odpowiedniej szczelności i izolacyjności ogniowej EI.

Przekroje żył kabli siłowych mają być dobrane tak, aby spełniały następujące warunki:

- obciążalność prądowa wystarczająca do przeniesienia obciążenia znamionowego przy minimalnym napięciu znamionowym, z uwzględnieniem warunków ułożenia, temperatury otoczenia i dopuszczalnej temperatury żył,
- wytrzymałość zwarciovą odpowiednią do spodziewanego prądu zwarciovego, z uwzględnieniem temperatury żył przed zwarciem, nastaw zabezpieczeń i dopuszczalnej temperatury żył w warunkach zwarciovych.
- Izolacja kabli i przewodów PVC lub XLPE.

Kable elektroenergetyczne

Tam gdzie to niezbędne (zasilanie napędów z przetwornic częstotliwości) należy zastosować kable ekranowane z uziemieniem ekranu na obu końcach kabla. W kablach nn. dla żyły neutralnej wymagany jest kolor niebieski, dla żyły ochronnej żółto-zielony.

Na powłoce kabli winno znajdować się oznakowanie producenta, metraż, napięcie znamionowe izolacji, znak bezpieczeństwa i znak dopuszczenia do obrotu handlowego w budownictwie. Do każdej partii kabli na bębnie należy dołączyć atest fabryczny.

Przewody kabelkowe

Powinny być stosowane przewody kabelkowe typu YDY o odpowiednich przekrojach. Będą używane przewody z żyłami miedzianymi, o izolacji i osłonie PVC na napięcie 750V. w przewodach dla żyły neutralnej wymagany jest kolor niebieski, dla żyły ochronnej żółto-zielony.

Na powłoce przewodów winno znajdować się oznakowanie producenta, metraż, napięcie znamionowe izolacji, znak bezpieczeństwa i znak dopuszczenia do obrotu handlowego w budownictwie.

Korytka kablowe, listwy instalacyjne, przepusty

Główne trasy kablowe układać należy w korytkach kablowych ze stali ocynkowanej ogniowo. Pozostałe odcinki instalacji układane mogą być w listwach instalacyjnych i rurkach z tworzyw sztucznych. Przy podejściach do urządzeń będą wykorzystane przepusty przygotowane przez branżę budowlaną, oraz rury osłonowe giętkie. Przy przejściach przez stropy będą zastosowane (wg wskazań) przepusty szczelne.

Korytka kablowe powinny być wykonane z materiałów o odpowiedniej wytrzymałości na obciążenia przez ułożone w nich kable i przewody, odpowiednią ilość i rozmieszczenie podpór. Dobór ten powinien uwzględniać temperaturę otoczenia i przyrost temperatury od ciepła wydzielanego przez ułożone w nich kable. Na łukach i rozgałęzieniach powinny być zastosowane elementy gotowe o sfazowanych narożnikach, zapewniające odpowiednio duże promienie gięcia. w miejscach połączeń powinny być stosowane elementy gotowe, oraz drobne elementy typu śruby, łączniki z materiałów o dostatecznej odporności na wilgoć i chemikalia.

Rozmiary korytek uwzględniać powinna ilość i przekroje ułożonych kabli z uwzględnieniem odpowiedniej rezerwy miejsca, oraz nagrzewanie od pracujących kabli i obciążenie mechaniczne.

W przypadku wydzielenia stref pożarowych w obiekcie przejścia przez stropy i ściany pomieszczeń (na granicy stref) wykonane zostaną w odpowiednich uszczelnionych przepustach oddzielenia pożarowego.

Przepusty kablowe stosowane przy przejściach przez ściany i stropy pomiędzy pomieszczeniami gdzie wymagana jest szczelność, powinny być budowy modułowej, zapewniać uszczelnienie zapobiegające przedostawaniu się do pomieszczeń suchych wilgoci lub zanieczyszczeń chemicznych. Niewykorzystane elementy przepustów powinny być zaślepione przewidzianymi do tego wstawkami. System przepustu powinien umożliwiać późniejsze łatwe dokładanie lub wymienianie kabli bez utraty szczelności. Używane przepusty powinny mieć uprzednio przygotowane przez branżę budowlaną otwory lub zabudowane (zabetonowane) ramy konstrukcyjne. Zmiana typu stosowanego przepustu wymaga odpowiedniej korekty w rozwiązaniach branży budowlano - konstrukcyjnej.

Trasy przewodów przeciwpożarowych

Przewody obwodów przeciwpożarowych powinny być układane na niezależnych konstrukcjach np. uchwytach zapewniających dostateczną odporność na warunki pożarowe - przewód łącznie z mocowaniem musi zapewniać dostarczanie energii elektrycznej przez wymagany czas.

Osprzęt instalacyjny

Osprzęt instalacyjny: wyłączniki, przełączniki, przyciski sterujące, gniazda wtykowe, puszkę rozgałęźną winny być w wykonaniu natynkowym w stopniu szczelności min.IP44.

Osprzęt powinien posiadać certyfikat na znak bezpieczeństwa i znak dopuszczenia do obrotu handlowego w budownictwie.

Instalacje oświetleniowe oraz gniazd wtykowych

Oprawy oświetleniowe użyte do instalacji w obiektach powinny być zgodne z obliczeniami i obowiązującymi normami. Oprawa powinna zapewniać odpowiednie natężenie oświetlenia, kąt ochrony przed oślnieniem, barwę światła (stopień oddawania barw), być estetyczna i dopasowana zarówno kształtem jak i kolorem do pomieszczenia.

Zastosowane powinny zostać oprawy w technice LED, o stopniu ochrony min. IP20 w suchych pomieszczeniach socjalnych, min.IP54 w pomieszczeniach technologicznych i IP65 w wilgotnych pomieszczeniach socjalnych.

Dodatkowo w ciągach komunikacyjnych w części socjalnej i w pomieszczeniu rozdzielnic RG wymaga się montaż opraw awaryjnych LED z modułami akumulatorowymi o czasie działania min. 1 h. Każda oprawa awaryjna powinna być wyposażona w układ autotestowania ze świetlną sygnalizacją stanu oprawy w szczególności stanu uszkodzenia.

Stopień ochrony ww. opraw powinien odpowiadać stopniowi ochrony opraw oświetlenia podstawowego.

2.2.5. Układanie instalacji oświetleniowych i gniazd wtyczkowych

Instalacje oświetlenia podstawowego w pomieszczeniach technicznych i technologicznych powinny być układane natynkowo z możliwością wykorzystania korytek instalacji siłowej, oraz w listwach instalacyjnych i rurkach z tworzyw sztucznych. Oprawy mogą być montowane bezpośrednio na stropie, na zwieszakach, na ścianach (pod odpowiednim kątem), oraz w przypadku modułowych sufitów podwieszanych (część socjalna) powinny być wmontowane w ten sufit.

Załączanie obwodów oświetlenia podstawowego powinno odbywać się łącznikami, w wykonaniu natynkowym bryzgoszczelnym, zamontowanymi na ścianie, w pobliżu wejść do pomieszczeń.

W pomieszczeniach suchych stosowane mogą być łączniki IP20 w wykonaniu podtynkowym.

Do załączania oświetlenia pomieszczeń z kilkoma wejściami, zastosowane mogą być przyciski załączające obwód sterowania impulsowego (ze stycznikiem).

Instalacje w pomieszczeniach socjalnych powinny być układane w całości pod tynkiem.

Systemy oświetlenia mają być wykonane zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 12464 i zapewnić następujące natężenia oświetlenia:

- | | |
|--|-------------|
| - pomieszczenia rozdzielnic i AKPiA | 200 luksów, |
| - hale pomp, pomieszczenia technologii | 200 luksów, |
| - galerie rur (przejścia, komunikacja) | 100 luksów |
| - przejścia, klatki schodowe | 100 luksów, |
| - pomieszczenia sanitarne/socjalne | 200 luksów, |

Instalacje gniazd wtykowych

Przewiduje się zespoły gniazd odpowiednich prądów i napięć:

- | | |
|----------------------|-------|
| - 3f + N + PE 0,4 kV | 32 A, |
| - 3f + N + PE 0,4 kV | 16 A, |
| - 1f + N + PE 230 V | 16 A, |

Wypożyczonych w zabezpieczenia nadmiarowe i wyłączniki różnicowo-prądowe. Dla zasuw, suwnic, wciągników przewiduje się rozłącznik bezpiecznikowy niezależnie od rozłącznika z pokrętelem, dźwignią. Przewidziano zastosowanie osprzętu z min. IP44.

Zespoły gniazd wtykowych powinny być rozmieszczone w obiekcie w miejscach dostępnych i umożliwić przeprowadzanie prac remontowych i naprawczych przy pomocy różnego sprzętu elektrycznego.

Gniazda siłowe i zespoły gniazd powinny posiadać certyfikat na znak bezpieczeństwa i znak dopuszczenia do obrotu handlowego w budownictwie.

2.2.6. Gospodarka kablowa

Kable muszą spełniać wymagania najnowszych norm PN-IEC oraz:

- kable sygnałowe mają mieć żyły wielodrutowe i izolację min. 0,3/0,5kV;
- kable zasilające nn. mają mieć izolację 0,6/1kV;
- przekrój przewodu nie może być mniejszy niż 1,5 mm²;
- przekrój przewodu kabla zasilającego aparaturę AKPiA nie może być mniejszy niż 1,5 mm² dla napięcia 230 VAC;
- w otwartych przestrzeniach Wykonawca zaprojektuje i wykona odpowiednie konstrukcje kablów, począwszy od głównych tras kablowych do poszczególnych urządzeń (skrzynek pośredniczących, czujników);
- przewody i kable sterownicze i siłowe muszą być dobrane zgodnie z europejskimi normami;
- Wykonawca powinien dostarczyć protokoły sprawdzenia ochrony przeciwporażeniowej;
- wszystkie kable mają być w sposób trwały oznaczone na początku i na końcu kabla, na przejściach oraz wzdłuż trasy co min. 10m. Technologia wykonywania oznaczeń będzie dostosowana do warunków panujących w otoczeniu oraz zapewni czytelność oznaczeń w dłuższym okresie czasu;

- wszystkie kable będą mocowane za pomocą uchwytów kablowych kompatybilnych do konstrukcji stałych;
- wszystkie metalowe elementy tras kablowych będą prefabrykowane łączone przez skręcanie (nie będą spawane). Odległość pomiędzy sąsiednimi wspornikami nie będzie większa niż 2 metry;
- główne trasy kablowe będą zawierać minimum 15% rezerwy do wykorzystania przez Zamawiającego;
- wszystkie elementy zastosowane w gospodarce kablowej i instalacji zasilającej odbiory będą posiadać protokoły odbiorów zgodnie z wymaganiami norm przedmiotowych. Po zakończeniu montażu Wykonawca przeprowadzi badania i pomiary, obejmujące co najmniej:
 - pomiary rezystancji izolacji wszystkich żył kabli i przewodów,
 - próbę napięciową nowych kabli średniego napięcia,
 - sprawdzenie skuteczności zabezpieczeń od porażeń poszczególnych odbiorników i innych urządzeń,
 - sprawdzenie ciągłości instalacji uziemiającej.
- przewody w obwodach p.pożarowych np. obwody PWP powinny być odpowiedniej klasy wytrzymałości ogniowej.

2.2.7. Instalacje uziemień i połączeń wyrównawczych

Zgodnie z normą PN-IEC 60364-4-41 oraz PN-IEC 60364-5-54 dla obiektów przewiduje się wykonanie połączeń wyrównawczych głównych łączących ze sobą:

- uziom otokowy;
- główny zacisk uziemiający GZU budynku;
- lokalne szyny wyrównawcze;
- punkty PE w rozdzielnicach;
- części przewodzące obce (np. rurociągi technologiczne, kanały wentylacyjne itp., konstrukcje wsporcze urz.elektrycznych).

Jako uziomy naturalne wykorzystane będą metalowe rurociągi wodne.

Przewody uziemiające mają być dobrane z uwzględnieniem rezystancji gruntu, maksymalnego prądu zwarciovego, powracającego do źródła poprzez sieć uziemiającą, maksymalnego czasu trwania zwarcia. Siatka uziemiająca ma być wykonana z cynkowanej bednarki stalowej. Przewody uziemiające oraz siatka uziemiająca będzie wykonana z bednarki stalowej ocynkowanej Fe/Zn 40*4.

W miejscach wejść do budynków kable układane będą w przepustach szczelnych demontowalnych lub w uszczelnionych rurach osłonowych. Wszystkie połączenia podziemne pomiędzy przewodami uziemienia będą spawane i zabezpieczone przed korozją. Ze względu na zapewnienie ochrony przeciwporażeniowej zostaną zrealizowane połączenia wyrównawcze obejmujące masy metalowe (konstrukcje obudów, rurociągi wraz z podporami etc.), szyny ochronne PE wszystkich nowo projektowanych rozdzielnic, zaciski uziemiające urządzeń technologicznych i elektrycznych, wszystkie napędy elektryczne, czujniki, drabinki i trasy kablowe i elementy konstrukcyjne poszczególnych urządzeń.

W budynkach przewidziano ułożenie wzdłuż ścian pomieszczeń szyn wyrównawczych z taśmy stalowej ocynkowanej FE/Zn 30*4 mm. Odcinki ww. szyn wyrównawczych powinny zostać zlokalizowane w głównie поблизу urządzeń elektrycznych.

W bezpośrednim sąsiedztwie głównej rozdzielnicy zostanie zamontowany główny zacisk uziemiający (GZU) lub odcinek szyny wyrównawczej o odpowiednim przekroju pełniący rolę Głównej Szyny Uziemiającej.

Ww. główna szyna lub zacisk powinien być połączony z szyną PE w głównej rozdzielnicy budynku, uziomem budynku oraz z lokalnymi szynami wyrównawczymi w pozostałych pomieszczeniach. Do ww. szyn wyrównawczych zostaną połączone metalowe instalacje i obudowy urządzeń technologicznych, wod.-kan., wentylacji i c.o. oraz obudowy urządzeń elektroenergetycznych. Wszelkie połączenia instalacji uziemiającej winny być zabezpieczone przed korozją i ewentualnymi uszkodzeniami mechanicznymi.

Główny zacisk uziemiający (GZU) powinien być wykonany z materiałów odpornych na korozję, powinien zapewnić odpowiednią wytrzymałość, a przede wszystkim pewne i trwałe połączenia. Mogą to być zarówno połączenia śrubowe, jak i spawane lub zgrzewane egzotermicznie. W każdym przypadku należy zastosować odpowiednie przekładki na styku dwóch różnych materiałów. Przekrój roboczy zacisku powinien być taki, co najmniej, jaki jest wymagany dla głównej szyny wyrównawczej w danym obiekcie.

Do połączeń szyny głównej z szyną PE rozdzielnic i uziomem otokowym budynku oraz z lokalnymi szynami wyrównawczymi w pozostałych pomieszczeniach będą zastosowane przewody jednożyłowe miedziane w izolacji polwinitowej LY i DY o przekrojach dobranych do przekroju kabla zasilającego (min. 6 mm²). Należy stosować przewody w izolacji koloru żółto-zielonego.

Wszelkie połączenia instalacji uziemiającej winny być wykonane z materiałów odpornych na warunki środowiskowe takich jak stal pomiedziowana, stal ocynkowana lub stal nierdzewna i po wykonaniu zabezpieczone dodatkowo przed korozją i ewentualnymi uszkodzeniami mechanicznymi poprzez malowanie.

2.2.8. Instalacje odgromowa i ochrona przepięciowa

Instalacja odgromowa budynku koagulacji powinna zostać wykonana zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 62305.

Należy przewidzieć (na podstawie obliczeń) ochronę odgromową w postaci zwodów poziomych niskich mocowanych na dachu.

Przewody odprowadzające i złącza kontrolne ze stali ocynkowanej (w skrzynkach z drzwiczkami) powinny być mocowane pod lub w elewacji (warstwą ocieplenia) budynku i połączone z uziomem. Do zwodów poziomych podłączone przyłączone będą wszelkie metalowe elementy na dachu, kominy, drabinki, metalowe elementy elewacji. Dla urządzeń elektrycznych należy zastosować ochronę w postaci zwodów pionowych izolowanych zachowaniem odpowiednich odstępów izolacyjnych tych urządzeń od elementów instalacji odgromowej.

Uziom odgromowy może być wspólny z uziomem budynku.

Uziom otokowy wykonać z bednarki stalowej ocynkowanej grubości min. 40*4 mm ułożonej wzdłuż budynku w odległości ≥ 1 m od ścian i zabezpieczonej we wskazanych miejscach rurą PE (na skrzyżowaniach z kablami w ziemi).

Jako materiał na zwody poziome stosować drut stalowy ocynkowany o średnicy 8 mm. Uchwyty mocujące powinny być dostosowane do rodzaju pokrycia dachu np. dla papy termozgrzewalnej uchwyty klejone. Wszelkie elementy instalacji odgromowej, uchwyty, złącza krzyżowe, uchwyty rynnowe, powinny być wykonane ze stali ocynkowanej

3. WYMAGANIA DOTYCZĄCE SPRZĘTU I MASZYN

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w **WWiOR-00** "Wymagania ogólne"

4. WYMAGANIA DOTYCZĄCE ŚRODKÓW TRANSPORTU

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w **WWiOR-00** "Wymagania ogólne"

Na środkach transportu przewożone materiały i elementy powinny być zabezpieczone przed ich przemieszczaniem, układane zgodnie z warunkami transportu wydanymi przez wytwórcę dla poszczególnych elementów, oraz zgodnie z przepisami BHP i ruchu drogowego.

Bębny z kablami należy przetaczać zgodnie z kierunkiem strzałki na tabliczce bębna. Unikać transportu kabli w temperaturze niższej od -15°C. W czasie transportu i przechowywania materiałów elektroenergetycznych należy zachować wymagania wynikające ze specjalnych właściwości, zastrzeżonych przez producenta.

W czasie transportu, załadunku i wyładunku oraz składowania aparatury elektrycznej i urządzeń rozdzielczych należy przestrzegać zaleceń wytwórców, a w szczególności: transportowane urządzenia zabezpieczyć przed nadmiernymi drganiami i wstrząsami oraz przesuwaniem się, aparaturę i urządzenia ostrożnie załadowywać i zdejmować, nie narażając ich na uderzenia, ubytki lub uszkodzenia powłok.

Transport powinien być przeprowadzany jak określono w specyfikacji, bądź inny, o ile zatwierdzony zostanie przez Inspektora Nadzoru.

5. WYMAGANIA DOTYCZĄCE WYKONANIA ROBÓT

5.1. OGÓLNE WARUNKI WYKONANIA

5.1.1. Instalacje elektryczne

Wykonawca jest zobowiązany do prowadzenia robót zgodnie z harmonogramem bazowym dostarczonym przez wykonawcę, zgodnie z zapisami kontraktu i dokumentacją projektową zaakceptowaną przez Zamawiającego.

Instalacje elektryczne należy układać zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami (szczególnie zgodnie z normą PN-HD 60364-5-51:2011). Wszelkie odstępstwa muszą być zatwierdzone przez Inspektora Nadzoru.

Aparatura i osprzęt używany przy wykonywaniu instalacji powinien mieć, tam gdzie to jest wymagane, odpowiednie badania i atesty, co musi być potwierdzone odpowiednimi dokumentami. Wszystkie użyte materiały muszą być odpowiednie do warunków środowiskowych oraz odporne na środki chemiczne występujące w obiektach.

5.2. SZCZEGÓŁOWE WARUNKI WYKONANIA

5.2.1. Układanie instalacji elektrycznych wewnętrznych

Należy przeprowadzić następujące prace:

- trasowanie (głównie w liniach poziomych i pionowych),
- montaż konstrukcji wsporczych, uchwytów, podpór, rur instalacyjnych i koryt kablowych,
- sprawdzenie przepustów, kanałów kablowych, podłóg technicznych przygotowanych przez branżę budowlaną,
- przygotowanie przejść przez ściany i stropy,
- montaż rozdzielnic, sprzętu i osprzętu,
- układanie kabli i przewodów w kanałach kablowych, korytach, na uchwytach, w listwach instalacyjnych, bruzdach ściennych, rurach instalacyjnych i przepustach,
- łączenie kabli i przewodów,

- wykonanie podejść i przyłączy odbiorników,
- ruch próbny urządzeń,
- wykonanie uziemień,
- wykonanie instalacji odgromowej,
- wykonanie ochrony antykorozyjnej.

5.2.2. Przygotowanie korytek kablowych, listew instalacyjnych, przepustów

Instalacje siłowe i sterownicze będą układane w korytkach kablowych, listwach instalacyjnych i rurkach z tworzyw sztucznych, przepustach (przygotowanych przez branżę budowlaną).

Przy montażu korytek należy zwrócić uwagę na ilość i rozmieszczenie podpór. Na łukach i rozgałęzieniach powinny być zastosowane elementy gotowe o sfazowanych narożnikach, zapewniające odpowiednio duże promienie gięcia. Do łączenia odcinków powinny być fabryczne stosowane elementy gotowe zalecane przez producenta. Na zawiesia i podpory należy stosować zalecane elementy gotowe. Miejsca mocowania należy skorygować tak, by nie kolidowały z innymi instalacjami. W określonych miejscach wykonać należy obejścia rurociągów technologicznych, wentylacji i wod.-kan., nawet jeśli te instalacje nie są jeszcze wykonane na tym etapie. Zaleca się przed rozpoczęciem układania korytek skonsultowanie tras z wykonawcami pozostałych branż w celu uniknięcia nieprzewidzianych kolizji.

Przepusty przez ściany żelbetowe oraz w posadzce powinny być wykonane przez branżę budowlaną. Niewykorzystane przepusty należy zaślepić (przez ściany zewnętrzne wodo- i gazoszczelnie materiałem łatwo usuwalnym - dla ew. wykorzystania w późniejszym okresie eksploatacji obiektu).

5.2.3. Montaż prefabrykatów

Rozdzielnice szafowe

Rozdzielnice szafowe powinny być wykonane jako zestaw zbudowany z szaf o cechach opisanych powyżej. Zestaw po zamontowaniu należy wypoziomować i przymocować do podłoża.

Po ustawieniu i sprawdzeniu ustawienia należy wprowadzić i podłączyć kable i przewody i dokonać uruchomienia zestawu.

5.2.4. Oznakowanie urządzeń i instalacji

Kable i przewody w instalacjach elektrycznych powinny być oznakowane trwale opaskami oznacznikowymi z podaniem:

- dla kabli zasilających - numeru kabla, napięcia kabla, trasy od - do, typu i przekroju i roku ułożenia.
- dla kabli sterowniczych - numeru kabla, trasy od - do, typu i przekroju i roku ułożenia. Ponadto należy oznakować żyły kabli z określeniem adresów - symboli i zacisków aparatów podłączanych.

Opaski należy rozmieścić co min. 10 m oraz na końcach i punktach przejść przez ściany, przy przepustach i na końcach.

Na rozdzielnicach należy umieścić tabliczki opisowe opisujące symbol rozdzielnicy, poszczególne obwody i elementy sterowniczo sygnalizacyjne. Tabliczki powinny być wykonane z trwałymi opisami, estetycznie, trwale zamocowane.

6. KONTROLA JAKOŚCI

6.1. WYMAGANIA OGÓLNE

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w **WWiOR-00** "Wymagania ogólne". Do Wykonawcy należy przeprowadzenie prób i badań stanowiących podstawę odbiorów Robót.

Szczegółowy wykaz oraz zakres wymaganych po montażowych prób i badań zawarty jest w przywołanych normach w dokumentach związanych.

Z przeprowadzonych prób i badań należy sporządzać protokoły.

Wszystkie materiały, urządzenia i aparaty nie spełniające wymagań podanych w odpowiednich punktach specyfikacji, zostaną odrzucone. Jeżeli będą już wbudowane lub zastosowane wykonawca na polecenie Zamawiającego wymieni je na własny koszt.

6.2. WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE

6.2.1. Materiały

Przed zamontowaniem należy sprawdzić czy zastosowane do wykonania robót materiały i urządzenia odpowiadają zapisom w WWiORB i wymaganiom Dokumentacji Projektowej. Wszystkie materiały do wykonania instalacji elektrycznych powinny odpowiadać wymaganiom w przywoływanych normach zawartym w dokumentach odniesienia.

6.2.2. Kontrola jakości wykonanych robót

Wykonawca jest zobowiązany do prowadzenia robót zgodnie z harmonogramem bazowym dostarczonym przez wykonawcę i dokumentacją projektową zaakceptowaną przez Inspektora Nadzoru. Do Wykonawcy należy również przeprowadzenie prób i badań stanowiących podstawę odbiorów Robót.

Szczegółowy wykaz oraz zakres wymaganych pomontażowych prób i badań zawarty jest w normie PN-HD 60364-6:2016.

Po wykonaniu montażu urządzeń i instalacji elektrycznych należy wykonać sprawdzenia odbiorcze przy udziale Zamawiającego. Sprawdzenia składające się z oględzin częściowych i końcowych powinny obejmować techniczne sprawdzenie jakości wykonanych robót polegających na kontroli:

- zgodności dokumentacji powykonawczej z projektem i ze stanem faktycznym;
- zgodności połączeń z podanymi w dokumentacji powykonawczej;
- stanu listew kablowych, kabli i przewodów występujących w danej instalacji;
- poprawności wykonania i zabezpieczenia poszczególnych ruchowych instalacji elektrycznych potwierdzonych protokołem przez wykonawcę montażu;
- poprawności wykonania montażu sprzętu instalacyjnego, urządzeń i odbiorników energii elektrycznej;
- poprawności zamontowania i dokonanej kompletacji opraw oświetleniowych;

oraz na :

- pomiarach stanu rezystancji izolacji;
- pomiarach ciągłości wszelkich przewodów występujących w danej instalacji w tym ciągłości połączeń wyrównawczych;
- pomiarach skuteczności ochrony przeciwporażeniowej;
- pomiarach rezystancji uziemienia;
- pomiarach natężenia oświetlenia.

Z przeprowadzonych prób i badań należy sporządzać protokoły.

Wszystkie materiały, urządzenia i aparaty nie spełniające wymagań podanych w odpowiednich punktach specyfikacji, zostaną odrzucone. Jeżeli będą już wbudowane lub zastosowane wykonawca na polecenie inspektora nadzoru wymieni je na własny koszt.

6.2.3. Konstrukcje

Elementy konstrukcji powinny być zgodne z Dokumentacją Projektową.

Kompletne konstrukcje mocujące po ich montażu, podlegają sprawdzeniu pod względem:

- dokładności ustawienia pionowego konstrukcji;
- prawidłowości ustawienia szafek;
- jakości połączeń kabli i przewodów;
- jakości połączeń śrubowych;
- stanu antykorozyjnej powłoki ochronnej wszystkich elementów metalowych.

6.2.4. Połączenia kablowe

W czasie wykonywania i po zakończeniu układania kabli i przewodów należy przeprowadzić pomiary rezystancji izolacji i ciągłości żył kabla.

6.2.5. Oprawy oświetleniowe

Oprawy oświetleniowych powinny być zgodne z Dokumentacją Projektową.

Oprawy oświetleniowe po ich montażu, podlegają sprawdzeniu pod względem:

- prawidłowości ustawienia opraw oświetleniowych,
- prawidłowości ustawienia odbłyśnika,
- jakości połączeń kabli i przewodów
- jakości połączeń śrubowych,
- stanu antykorozyjnej powłoki ochronnej wszystkich elementów metalowych.

Po uruchomieniu całej instalacji oświetleniowej w pomieszczeniu należy wykonać pomiar natężenia oświetlenia.

6.2.6. Szafy rozdzielcze

Przed zamontowaniem należy sprawdzić, czy szafa lub jej części odpowiadają tym wymaganiom w dokumentacji projektowej, których spełnienie może być stwierdzone bez użycia narzędzi i bez demontażu podzespołów. Sprawdzeniem należy objąć jakość wykonania i wykończenia, a zwłaszcza:

- stan pokryć antykorozyjnych,
- ciągłość przewodów ochronnych i ich podłączenie do wszystkich metalowych elementów mogących znaleźć się pod napięciem,
- jakość wykonania połączeń w obwodach głównych i pomocniczych,
- jakość konstrukcji.

Po zamontowaniu szafy należy sprawdzić:

- jakość połączeń śrubowych pomiędzy podłożem a konstrukcją szaf,
- stan powłok antykorozyjnych,
- jakość połączeń kabli zasilających,
- zgodność schematu szafy ze stanem faktycznym.

6.2.7. Instalacja przeciwporażeniowa

Podczas wykonywania uziomów poziomych (z bednarki) należy wykonać pomiar głębokości ułożenia bednarki oraz sprawdzić stan połączeń spawanych, a po jej zasypaniu, sprawdzić stopień zagęszczenia i rozplantowanie gruntu.

Po wykonaniu instalacji przeciwporażeniowej należy sprawdzić jakość połączeń przewodów ochronnych, wykonać pomiary rezystancji uziomów.

Po zamontowaniu i podłączeniu odbiorników energii elektrycznej należy dokonać niezbędnych pomiarów ochrony przeciwporażeniowej, w szczególności pomiarów pętli zwarciowej, rezystancji izolacji.

7. PRZEDMIAR I OBMAR ROBÓT

Zgodnie z zasadami określonymi w **WWiOR-00** "Wymagania ogólne".

8. ODBIÓR ROBÓT

Zgodnie z zasadami określonymi w **WWiOR-00** "Wymagania ogólne".

8.1. WARUNKI SZCZEGÓŁOWE ODBIORU INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH

Wykonawca robót jest zobowiązany do przygotowania dokumentów potrzebnych do należytej oceny wykonanych robót, takich jak:

- świadectwa dopuszczenia do stosowania w budownictwie, zgodnie z obowiązującymi prawem;
- instrukcje, DTR-ki w języku polskim i karty gwarancyjne;
- protokoły badań i prób producenta;
- świadectwa jakości, aprobaty techniczne;
- rysunki, plany i schematy powykonawcze;
- Protokoły ze sprawdzeń odbiorczych, w tym świadectwa wykonania pomiarów ochronnych.

Roboty elektryczne wykonywane w każdym z obiektów będą odbierane kompleksowo dla określonej instalacji i urządzeń, po wykonanych uprzednio sprawdzeniach odbiorczych.

8.1.1. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu

Należy przeprowadzić badania pomontażowe, częściowe robót zanikających oraz elementów urządzeń, które ulegają zakryciu tj. uniemożliwiając ocenę prawidłowości ich wykonania po całkowitym ukończeniu prac.

Odbiorowi robót zanikających i ulegających zakryciu podlegają:

- wykonanie uziomów poziomych taśmowych;
- wykonanie przepustów przed ich uszczelnieniem i/lub zasypaniem (przepusty z gruntu do obiektu).

8.1.2. Odbiory częściowe

Gotowość do odbioru zgłasza Wykonawca wpisem do Dziennika Budowy przedkładając Inspektorowi Nadzoru do oceny i zatwierdzenia dokumentację powykonawczą robót.

Próby częściowe mogą być prowadzone po uzyskaniu pisemnej zgody od zamawiającego i powinny być wykonane wspólnie z branżą AKPiA i technologiczną

Odbiór jest potwierdzeniem wykonania robót zgodnie z postanowieniami Kontraktu oraz przywołanymi wymaganymi Normami Technicznymi (PN, EN-PN).

8.1.3. Próby Końcowe

Sposób wykonania i zakres wymaganych czynności sprawdzających podczas prób końcowych zawarty jest w PN-HD 60364-6:2016. Wyniki prób i badań należy zamieścić w protokole odbioru końcowego.

Próby końcowe mogą być prowadzone po uzyskaniu pisemnej zgody od zamawiającego i powinny być wykonane wspólnie z branżą AKPiA i technologiczną. Obejmują sprawdzenie całego

toru sterowania od sterownika PLC, poprzez rozdzielnię do silnika wraz ze sprawdzeniem kierunku wirowania silnika.

8.1.4. Dokumenty do odbioru końcowego robót

Do odbioru końcowego Wykonawca jest zobowiązany przygotować, oprócz dokumentów wymienionych w **WWiOR-00** "Wymagania ogólne":

- protokoły z dokonanych pomiarów skuteczności zastosowanej ochrony przeciwporażeniowej,
- metryki urządzeń zawierającą podstawowe informacje o zastosowanej aparaturze,
- schematy rozdzielnic,
- DTR urządzeń.

9. ROZLICZENIE ROBÓT TYMCZASOWYCH I TOWARZYSZĄCYCH

Zgodnie z zasadami określonymi w **WWiOR-00** "Wymagania ogólne".

10. DOKUMENTY ZWIĄZANE

Wykonawca na wszystkich etapach realizacji Zadania będzie się stosował do norm i przepisów obowiązujących w Polsce oraz normatywów BHP i ppoż..

Oferowane rozwiązania spełniać będą obowiązujące w Polsce przepisy oraz dodatkowe wymagania, a w szczególności:

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jednolity). Dz.U. 06.156.1118 z późniejszymi zmianami,
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 sierpnia 2007 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla sprzętu elektrycznego. Dz.U. 07.155.1089,
- Ustawa z dnia 13 kwietnia 2007 r. o kompatybilności elektromagnetycznej. Dz.U. 07.82.556 z późniejszymi zmianami,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Dz.U. 02.75.690 z późniejszymi zmianami,
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych. Dz.U. 99.80.912,

Normy

PN-HD 60364-1:2010	Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 1: Wymagania podstawowe, ustalanie ogólnych charakterystyk, definicje
PN-HD 60364-4-41:2017-09	Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed porażeniem elektrycznym
PN-HD 60364-4-42:2011	Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-42: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed skutkami oddziaływania cieplnego
PN-HD 60364-4-43:2024-04	Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-43: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed prądem przetężeniowym
PN-HD 60364-4-46:2017-01	Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-46: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Odłączanie izolacyjne i łączenie
PN-HD 60364-4-442:2012	Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-442: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona instalacji niskiego napięcia przed przepięciami dorywczymi powstającymi wskutek zwarć doziemnych w układach po stronie wysokiego i niskiego napięcia

PN-HD 60364-4-443:2016-03	Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część: 4-443: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed zaburzeniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi -- Ochrona przed przejściowymi przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi
PN-HD 60364-4-444:2012	Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-444: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed zakłóceniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi
PN-HD 60364-5-551:2010	Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-551: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Inne wyposażenie -- Niskonapięciowe zespoły prądotwórcze
PN-HD 60364-5-559:2012	Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-559: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Oprawy oświetleniowe i instalacje oświetleniowe
PN-HD 60364-5-52:2011	Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-52: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Oprzewodowanie
PN-HD 60364-5-53:2022-10	Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-53: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Aparatura rozdzielcza i sterownicza
PN-HD 60364-5-54:2011	Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Układy uziemiające i przewody ochronne
PN-HD 60364-5-56:2019-01	Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-56: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Instalacje bezpieczeństwa
PN-HD 60364-6:2016-07	Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 6: Sprawdzanie
PN-HD 60364-7-701:2025-02	Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 7-701: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Pomieszczenia wyposażone w wannę lub prysznic
PN-HD 60364-7-718:2013-12	Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 7-718: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Obiekty komunalne i miejsca pracy
PN-HD 60364-5-51:2011	Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Część 5-51: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Postanowienia ogólne
PN-EN 61386-1:2011	Systemy rur instalacyjnych do prowadzenia przewodów -- Część 1: Wymagania ogólne
PN-EN 62305	Ochrona odgromowa
PN-EN 12464-1:2022-01	Światło i oświetlenie -- Oświetlenie miejsc pracy -- Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach
PN-EN 13501-6+A1:2023-05	Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków. Część 6: Klasyfikacja na podstawie wyników badań reakcji na ogień kabli elektrycznych.
PN-E-04700:1998	Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych. Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych.
PN-EN IEC 60947-1:2021-07	Aparatura rozdzielcza i sterownicza niskonapięciowa -- Część 1: Postanowienia ogólne
PN-EN 60947-2:2018-01	Aparatura rozdzielcza i sterownicza niskonapięciowa -- Część 2: Wyłączniki
PN-EN IEC 60947-4-1:2019-05	Aparatura rozdzielcza i sterownicza niskonapięciowa -- Część 4-1: Styczniki i rozruszniki do silników -- Mechanizmowe styczniki i rozruszniki do silników
PN-EN 60947-5-1:2018-02	Aparatura rozdzielcza i sterownicza niskonapięciowa -- Część 5-1: Aparaty i łączniki sterownicze -- Elektromechaniczne aparaty sterownicze
PN-EN 60947-7-1:2012	Aparatura rozdzielcza i sterownicza niskonapięciowa -- Część 7-1: Wyposażenie pomocnicze -- Listwy zaciskowe do przewodów miedzianych
PN-EN IEC 61439-1:2021-10	Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe -- Część 1: Postanowienia ogólne
PN-EN 61439-6:2013-03	Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe -- Część 6: Systemy przewodów szynowych
PN-EN 60529:2003	Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP).
PN-EN IEC 60664-1:2021-02	Koordinacja izolacji urządzeń elektrycznych w układach niskiego napięcia. Część 1: Zasady, wymagania i badania.
PN-EN 60898-1:2019-02	Sprzęt elektroinstalacyjny. Wyłączniki do zabezpieczeń przetężeniowych instalacji domowych i podobnych. Część 1: Wyłączniki do obwodów prądu przemiennego
PN-EN 50274:2004	Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe -- Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym -- Ochrona przed niezamierzonym dotykiem bezpośrednim części niebezpiecznych czynnych
PN-EN 61439-6:2013-03	Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe -- Część 6: Systemy przewodów szynowych
PN IEC 60146-2:2001	Przekształtniki półprzewodnikowe -- Część 2: Przekształtniki półprzewodnikowe o komutacji wewnętrznej z uwzględnieniem bezpośrednich przekształtników prądu stałego

EN 50598	Urządzenia energoelektroniczne do zastosowań w napędach elektrycznych -- Część 2: Klasy efektywności dla zespołów napędowych
PN-EN 50575:2015-03	Kable i przewody elektroenergetyczne, sterownicze i telekomunikacyjne -- Kable i przewody do zastosowań ogólnych w obiektach budowlanych o określonej klasie odporności pożarowej
PN-HD 603 S1:2006	Kable elektroenergetyczne na napięcie znamionowe 0,6/1 kV
N SEP-E-004	Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa
N SEP-E-007:2017-09	Instalacje elektroenergetyczne i teletechniczne w budynkach. Dobór kabli i innych przewodów ze względu na ich reakcję na ogień
PN-EN 50110-1:2024-04	Eksploatacja urządzeń elektrycznych. Wymagania ogólne
PN-EN 60332-1-2:2010	Badania palności kabli i przewodów elektrycznych oraz światłowodowych -- Część 1-2: Sprawdzanie odporności pojedynczego izolowanego przewodu lub kabla na pionowe rozprzestrzenianie się płomienia -- Metoda badania płomieniem mieszkankowym 1 kW
PN-EN 61537:2007	Prowadzenie przewodów -- Systemy korytek i systemy drabinek instalacyjnych
PN-EN IEC 60228:2025-02	Żyły kabli izolowanych
PN-EN 10346:2015-09	Wyroby płaskie stalowe powlekane ogniowo w sposób ciągły do obróbki plastycznej na zimno -- Warunki techniczne dostawy
PN-E-04700:1998	Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych -- Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych
PN-EN ISO 7010:2020-07	Symbole graficzne --Barwy bezpieczeństwa i znaki bezpieczeństwa -- Zarejestrowane znaki bezpieczeństwa
IEC TR 61641	Raport techniczny. Rozdzielnice i sterownice niskiego napięcia - Przewodnik dotyczący badań w warunkach łuku elektrycznego spowodowanego zwarcie wewnętrznym

Podane powyżej Dyrektywy, Normy i regulacje nie stanowią podstaw roszczenia odnośnie ich kompletności.