

# **SZCZEGÓŁOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA** **WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH**

<b>INWESTYCJA:</b>	<b>MONTAŻ INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ</b>
<b>ADRES INWESTYCJI:</b>	Ciekoty 76, 26-001 Masłów
<b>INWESTOR:</b>	Centrum Edukacji i Kultury „Szklany Dom”
<b>JEDNOSTKA PROJEKTOWA:</b>	BENSA Krzysztof Żmudzki Ul. Starodomaszowska 30/48 25-315 Kielce

Opracowanie
<b>SPECYFIKACJE TECHNICZNE INSTALACJE ELEKTRYCZNE</b>

FUNKCJA	IMIĘ I NAZWISKO	NR UPR.	BRANŻA	DATA	PODPIS
Projektant:	Mgr inż. Tomasz Warzycki	SWK/0124/ POOE/13	INST. ELEKTRYCZNE	08-2021	

kody CPV:

45317300-5 Elektryczne elektrycznych urządzeń rozdzielczych  
45311100-1 Roboty w zakresie okablowania elektrycznego  
45311200-2 Roboty w zakresie instalacji elektrycznych  
45314310-7 Układanie kabli  
45312310-3 Ochrona odgromowa

katalogi KNR:

KNNR 5-02 PRZEWODY KABELKOWE UKŁADANE P.T. W  
GOTOWYCH BRUZDACH  
KNNR 5-03 MONTAŻ OSPRZĘTU INSTALACYJNEGO  
KNNR 5-04 URZĄDZENIA ROZDZIELCZE I APARATY ELEKTRYCZNE  
NISKIEGO NAPIĘCIA  
KNNR 5-06 INSTALACJE ODGROMOWE, UZIEMIENIA I PRZEWODÓW  
WYRÓWNAWCZYCH  
KNNR 5-07 ELEKTROENERGETYCZNE LINIE KABLOWE  
KNNR W 9-06 INSTALACJE ODGROMOWE, UZIEMIENIA I  
PRZEWODÓW WYRÓWNAWCZYCH  
ULICZNA, ZNAKI DROGOWE  
KNNR 5-11 KONSTRUKCJE WSPORCZE  
KNNR 5-12 PRACE UZUPEŁNIAJĄCE  
KNNR 5-13 SPRAWDZENIE I POMIAR OBWODU ELEKTRYCZNEGO  
NISKIEGO NAPIĘCIA  
KNR 5-14 ROZDZIELNICE WNĘTRZOWE DO 30kV

OPRACOWANIE:

Mgr inż. Tomasz Warzycki

## SPIS TREŚCI

<b>1.</b>	<b>WSTĘP .....</b>	<b>4</b>
1.1.	PRZEDMIOT SST .....	4
1.2.	ZAKRES STOSOWANIA SST .....	4
1.3.	ZAKRES ROBÓT OBJĘTYCH SST .....	4
1.4.	ODPOWIEDZIALNOŚĆ WYKONAWCY .....	4
1.5.	OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE ROBÓT .....	4
1.6.	OKREŚLENIA PODSTAWOWE .....	4
<b>2.</b>	<b>MATERIAŁY I URZĄDZENIA .....</b>	<b>5</b>
2.1.	KABLE I PRZEWODY ELEKTRYCZNE .....	5
2.2.	OSPRZĘT ZABEZPIECZAJĄCO ROZDZIELCZY .....	5
2.3.	TABLICE OBIEKTOWE .....	6
2.4.	TRASY KABLOWE .....	6
2.5.	INSTALACJA ODGROMOWA UZIEMIAJĄCA I POŁĄCZEŃ WYRÓWNAWCZYCH .....	7
2.6.	MODUŁY FOTOWOLTAICZNE .....	7
2.7.	INWERTER FOTOWOLTAICZNY .....	10
2.8.	KONSTRUKCJA NOŚNA POD MODUŁY FOTOWOLTAICZNE .....	12
2.9.	ŹRÓDŁA UZYSKANIA MATERIAŁÓW .....	12
2.10.	MATERIAŁY NIE ODPOWIADAJĄCE WYMAGANIOM .....	12
2.11.	PRZECHOWYWANIE I SKŁADOWANIE MATERIAŁÓW .....	13
<b>3.</b>	<b>SPRZĘT .....</b>	<b>13</b>
<b>4.</b>	<b>TRANSPORT .....</b>	<b>13</b>
<b>5.</b>	<b>WYKONYWANIE ROBÓT .....</b>	<b>13</b>
5.1.	OGÓLNE ZASADY WYKONYWANIA ROBÓT .....	13
5.2.	KOORDYNACJA I KRAJOWE OCENY TECHNICZNE .....	13
5.3.	MONTAŻ PRZEWODÓW I OKABLOWANIE .....	14
5.4.	TRASOWANIE .....	15
5.5.	MONTAŻ KONSTRUKCJI WSPORCZYCH I UCHWYTÓW .....	15
5.6.	PRZEJŚCIA PRZEZ ŚCIANY I STROPY .....	15
5.7.	ŁĄCZENIE PRZEWODÓW .....	16
5.8.	MONTAŻ SPRZĘTU I OSPRZĘTU .....	16
5.9.	PRÓBY MONTAŻOWE .....	16
<b>6.</b>	<b>KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT .....</b>	<b>17</b>
6.1.	BADANIA I POMIARY .....	17
<b>7.</b>	<b>OBMIAR ROBÓT .....</b>	<b>17</b>
7.1.	OGÓLNE ZASADY OBMIARU ROBÓT .....	17
7.2.	JEDNOSTKA OBMIAROWA .....	17
7.3.	PODSTAWY WYCENY .....	17
<b>8.</b>	<b>ODBIÓR ROBÓT .....</b>	<b>18</b>
8.1.	ODBIORY MIĘDZYOPERACYJNE: .....	18
8.2.	ODBIÓR CZĘŚCIOWY: .....	18
8.3.	ODBIÓR KOŃCOWY: .....	18
<b>9.</b>	<b>PODSTAWA PŁATNOŚCI .....</b>	<b>19</b>
<b>10.</b>	<b>PRZEPISY ZWIĄZANE .....</b>	<b>19</b>

## **1. WSTĘP**

### **1.1. Przedmiot SST**

Przedmiotem niniejszej specyfikacji technicznej są wymagania dotyczące wykonania instalacji elektrycznych wewnętrznych w ramach inwestycji: MONTAŻ INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ na budynku Centrum Edukacji i Kultury „Szklany Dom”

### **1.2. Zakres stosowania SST**

Szczegółowa specyfikacja techniczna stanowi dokument kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w pkt 1.3

### **1.3. Zakres robót objętych SST**

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji obejmują wymagania dotyczące realizacji robót instalacji elektrycznych wewnętrznych w zakresie montażu:

- Montażu modułów fotowoltaicznych
- Montażu konstrukcji pod moduły fotowoltaiczne
- Okablowania i połączeń DC
- Okablowania i połączeń AC
- Inwertera fotowoltaicznego
- Instalacji ochrony odgromowej
- Ochrony przeciwprzepięciowej

### **1.4. Odpowiedzialność wykonawcy**

Wykonawca jest odpowiedzialny za jakość wykonania robót oraz ich zgodność z dokumentacją projektową, specyfikacją techniczną i poleceniami Zamawiającego. Pozostałe ogólne warunki dotyczące robót podano w części ogólnej specyfikacji.

### **1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót**

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w „Wymagania ogólne”.

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość wykonania robót oraz za zgodność z dokumentacją projektową, dla instalacji elektrycznych, specyfikacją techniczną (szczegółową) i poleceniami Inspektora nadzoru oraz ze sztuką budowlaną.

### **1.6. Określenia podstawowe**

**Linia kablowa** - kabel wielożyłowy lub wiązka kabli jednożyłowych w układzie wielofazowym albo kilka kabli jedno- lub wielożyłowych połączonych równolegle, łącznie z osprzętem, wielofazowych.

**Trasa kablowa** - ciąg konstrukcji na których układa się kable i przewody

**Zwód poziomy** — element instalacji odgromowej służące do przechwytywania energii wyładowania atmosferycznego montowany na chronionym obiekcie .

**Przewód odprowadzający** — element instalacji odgromowej służące do połączenia zwodów ze złączem pomiarowym kontrolnym

**Przewód wyrównawczy**— element instalacji ochrony przeciwporażeniowej służące do wyrównania potencjału elektrycznych w urządzeniach technologicznych w których może się pojawić napięcie niebezpieczne dla człowieka .

**Przewód uziemiający** — element instalacji odgromowej służący do połączenia części naziemnej (zwody)z częścią podziemną (uziom)wykonanej instalacji

odgromowej.

**Uziom** — element instalacji odgromowej służący skutecznego odprowadzenia ładunku elektrycznego pochodzącego od wyładowania atmosferycznego do potencjału „ZIEMI”

**Moduł fotowoltaiczny** – urządzenie służące do przetwarzania energii świetlnej na energię elektryczną za pomocą konwersji fotoelektrycznej

**Inwerter fotowoltaiczny** – urządzenie energoelektroniczne służące do zamiany stałego napięcia uzyskanego z instalacji fotowoltaicznej na napięcie przemienne sieci energetycznej

## 2. MATERIAŁY I URZĄDZENIA

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w ogólnej specyfikacji technicznej „Wymagania ogólne”.

### 2.1. Kable i przewody elektryczne

W budynku należy stosować kable i przewody miedziane o przekroju minimum 1,5mm<sup>2</sup>. Wszystkie kable 3 fazowe będą 5-cio przewodowe a 1fazowe będą trójżyłowe. Przekrój żył powinien bezwzględnie odpowiadać dobranym kablom w projekcie. Jako kable energetyczne stosowane w budynku powinny spełniać następujące wymagania:

- Poziom napięcia izolacji kabli WLZ 0,6/1kV
- Poziom napięcia kabli obwodów odbiorczych 450/750V
- Żyły miedziane o przekroju i ilości zgodnej z projektem

Do budowy połączeń DC należy stosować dedykowane kable do fotowoltaiki DC do 1000V o przekroju 4mm<sup>2</sup> lub 6mm<sup>2</sup> w zależności do doboru.

### 2.2. Osprzęt zabezpieczająco rozdzielczy

W rozdzielnicach głównych oraz tablicach obiektowych należy stosować osprzęt rozdzielczy oraz zabezpieczający przystosowany do rodzaju obudowy oraz do prądu obciążenia obwodu. W obudowach należy stosować osprzęt zgodny z projektem lub równoważny spełniający następujące parametry równoważności:

- Wyłączniki instalacyjne, charakterystyka B, C, prąd znamionowy 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50 63A, zdolność wyłączeniowa prądu zwarciovego 10kA, montaż na szynie TH wielkość: 1-fazowe -1 moduł, 3 fazowe -3 moduły
- Rozłączniki bezpiecznikowe do 63A: montaż na szynę TH w obudowie modułowej, przystosowane do zainstalowania wkładek cylindrycznych, o prądzie znamionowym do 63A wielkość: 1-fazowe -1,5 modułu, 3 fazowe -6 modułów
- Ochronniki przeciwprzepięciowe TN-S o klasie ochrony T1, T2 lub T1+T2 montaż na szynie TH ze wskaźnikiem zadziałania
- Ochronniki przeciwprzepięciowe DC –PV T1+T2
- Rozłączniki kompaktowe, prądy znamionowe– 160A, wyposażone w cewki wybijakowe nadnapięciowe

### 2.3. Tablice obiektowe

Jako tablice obiektowe DC1 i DC2 należy stosować obudowy natynkowe. Obudowy będą wyposażone w szyny TH umożliwiające zainstalowanie osprzętu modułowego. Należy stosować obudowy zgodne z projektem lub równoważne spełniające następujące parametry równoważności:

- Stopień ochrony IP65 lub lepszy
- Klasa ochronności II
- Wyposażona w dławice
- Montaż natynkowy na ścianie
- Liczba modułów zgodna ze schematem

Przykładowy wygląd rozdzielnic



### 2.4. Trasy kablowe

Do prowadzenia kabli i przewodów w budynku oraz na dachu stosować rurki karbowane o następujących parametrach:

- Rurka karbowana czarna odporna na UV
- Średnice 20, 25, 32mm
- Wytrzymałość 320N, 750N

Do mocowania rurek na dachu należy stosować dedykowane uchwyty odporne na UV ze śrubą i uszczelnieniem do pokrycia dachowego. Trasy wewnątrz budynku prowadzić podtynkowo lub natynkowo.

## 2.5. Instalacja odgromowa uziemiająca i połączeń wyrównawczych

Do wykonania instalacji odgromowej należy stosować elementy ocynkowane. Elementy jakie należy stosować w instalacji odgromowej:

- Drut ocynkowany o średnicy  $\phi$  8mm
- Złącza typu drut-drut, taśma-drut z czterema śrubami
- Złącza blacha-drut z dwoma śrubami
- Maszty odgromowe na platformie betonowej (jedna stopa)

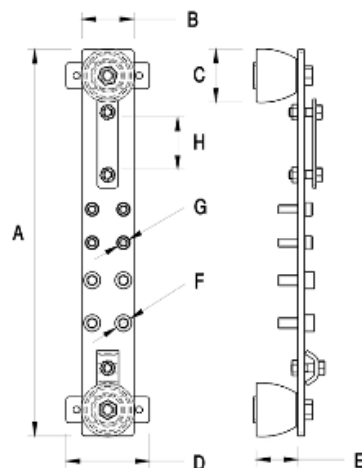
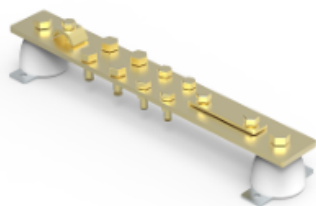
Do skręcania złączy stosować śruby nierdzewne. Do cięcia drutu stosować norzyce.

Do wykonania instalacji uziemień stosować następujące elementy:

- Taśma stalowa ocynkowana o przekroju 25x4mm
- Złącza skręcane taśma-taśma z czterema śrubami
- Taśma stalowa ocynkowana o przekroju 50x4mm
- Taśma stalowa miedziowana o przekroju 25x4mm (do połączenia uziemień w gruncie poza budynkiem)

Do wykonania instalacji połączeń wyrównawczych stosować następujące elementy:

- Przewody i kable linkowe, w izolacji bezhalogenowej o przekroju, 4,6, 10, 16, 25, 50, 70, 95, 120mm<sup>2</sup>
- Szyny wyrównawcze główne i miejscowe miedziane 370x50mm np:



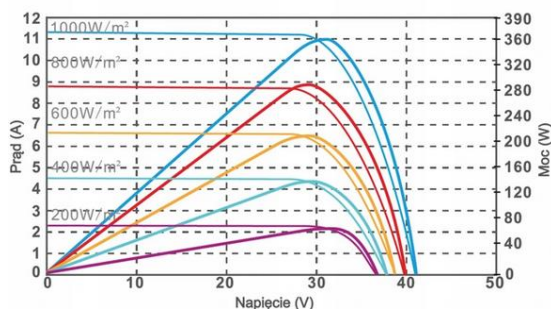
- Taśma stalowa ocynkowana o przekroju 50x4mm pomalowana na kolor żółto zielony

## 2.6. Moduły fotowoltaiczne

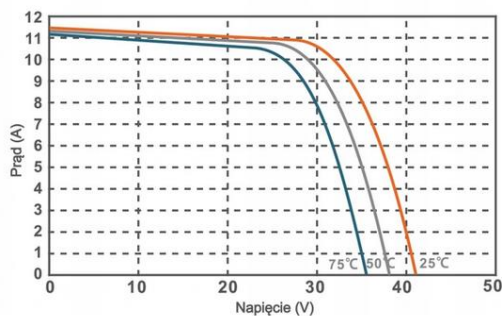
Zaprojektowano układ ogniw (modułów) fotowoltaicznych opartych na modułach monokrystalicznych o mocy 370Wp każdy. Moduły fotowoltaiczne są obudowane szkłem hartowanym o grubości 3,2 mm, a pojedyncze cele znajdują się pomiędzy dwoma warstwami z tworzywa sztucznego. Szklane pokrycie i folia elektroizacyjna

znajdująca się na tylnej ścianie są razem laminowane, co gwarantuje ochronę przed szkodliwym wpływem czynników zewnętrznych. Moduły fotowoltaiczne powinny odznaczać się nie gorszą charakterystyką niż załączona poniżej:

**Krzywe napięciowo-prądowe i napięciowo-mocowe przy różnych natężeniach promieniowania**



**Krzywe napięciowo-prądowe przy różnych temperaturach**



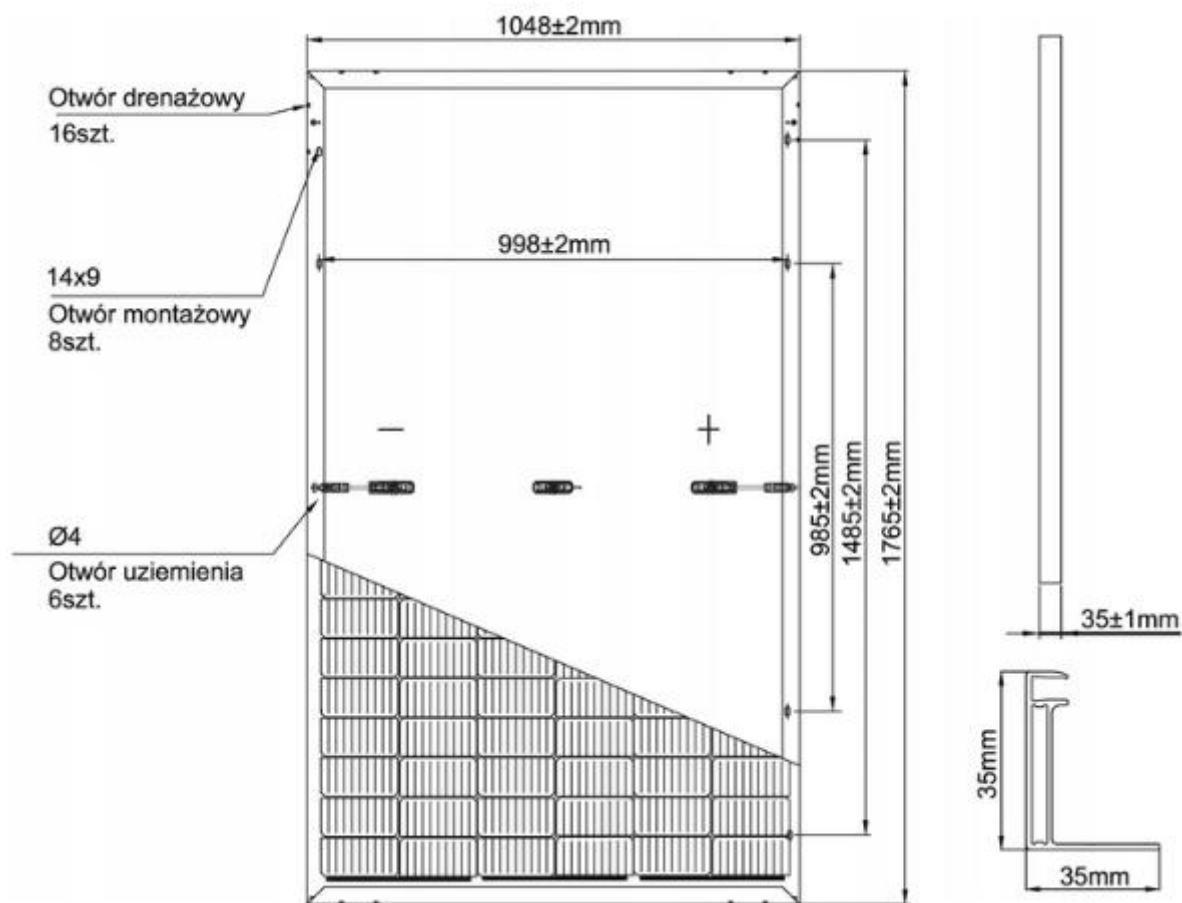
Parametry modułów jakie należy zastosować przedstawiono w tabeli:

<b>Parametry znamionowe modułu 370W</b>		
<b>Parametr</b>	<b>Oznaczenie</b>	<b>Wartość</b>
Technologia	-	Monokrystaliczny
Moc nominalna modułu	Pmpp	370W
Napięcie modułu w punkcie mocy maksymalnej	Vmpp	34,1V
Prąd modułu w punkcie mocy maksymalnej	Impp	10,85A
Napięcie obwodu otwartego	Voc	41,4V
Prąd zwarciovowy	Isc	11,41A
Maksymalne napięcie pracy	Umax	1500V
Szerokość modułu	S	1048mm
Wysokość modułu	H	1765 mm
Sprawność modułu		20%
Waga modułu	m	20,5 kg



Dopuszcza się zastosowanie modułów równoważnych pod warunkiem spełnienia wszystkich wymagań konfiguracji oraz trwałości. Przykładowy wygląd i parametry modułów:





## 2.7. Inwerter fotowoltaiczny

Moduły fotowoltaiczne dostarczają prąd stały natomiast przetwornik częstotliwości przekształca prąd stały na zgodny z siecią prąd przemienny - z możliwie wysoką wydajnością. Przetwornik częstotliwości stale reguluje optymalny punkt eksploatacyjny instalacji dostosowując w ten sposób instalację do dynamicznych warunków pogodowych i nasłonecznienia. Przetwornik częstotliwości wyposażony jest w funkcję ENS, która odpowiada za połączenie, które bezpiecznie oddziela instalację fotowoltaiczną od sieci w przypadku awarii sieci lub pracach przy niej. Ochronniki przepięciowe w przetworniku częstotliwości chronią moduły i elektronikę przed szkodliwym przepięciem. Należy zastosować falownik z dwoma (MPPT) niezależnymi wejściami łańcuchowymi do podłączenia modułów fotowoltaicznych. Zastosowany falownik musi spełnić te wszystkie właściwości. Podstawowe parametry wybranego falownika przedstawiono w poniższej tabeli:

Parametry znamionowe inwertera 11kW np. 11KTL-X		
Parametr	Oznaczenie	Wartość
Maksymalna moc wejściowa (DC)	PINmax	12000 W

Minimalne napięcie wejściowe	Vmin	180V
Zakres napięcia MPPT	VMPPT	480-850 V
Maksymalny prąd wejściowy	IINmax	2x11A
Maksymalne napięcie wejściowe	VINmax	1000 V
Moc wyjściowa dla $\cos(\phi) = 1$ (AC)	PAC	10000W
Nominalne napięcie wyjściowe	VAC	3x230/400 V+N+PE
Maksymalny prąd wyjściowy	IOUTmax	15,9A
Sprawność maksymalna		98,30%
Wymiary falownika (W/H/D)		483/452/200 mm
Waga falownika		22 kg
Stopień ochrony		IP65

Dopuszcza się zastosowanie równoważnego falownika, o nie gorszych parametrach spełniających wymagania konfiguracji systemu oraz trwałości. Przykładowy wygląd falownika przedstawiono poniżej:



## 2.8. Konstrukcja nośna pod moduły fotowoltaiczne

Do zamocowania paneli fotowoltaicznych na powierzchni dachu należy zastosować system mocowany do konstrukcji za pomocą wkrętów dwugwintowych. System musi być łatwy w montażu i zapewnić szczelność dachu. Należy zastosować odpowiednie profile aluminiowe lub stalowe w rozstawie odpowiednim do montażu modułów. Kąt nachylenia konstrukcji 11stopni. Przykładowy system montażowy na dachu skośnym przedstawiono poniżej:



## 2.9. Źródła uzyskania materiałów

Przed zaplanowanym wykorzystaniem jakichkolwiek materiałów przeznaczonych do robót Wykonawca przedstawi szczegółowe informacje dotyczące zamawiania tych materiałów i odpowiednie świadectwa badań. Inspektor może dopuścić tylko te materiały, które posiadają;

- certyfikat na znak bezpieczeństwa określony na podstawie Polskich Norm, Krajowych Ocen Technicznych oraz właściwych przepisów i dokumentów technicznych,
- deklarację właściwości użytkowych i certyfikat zgodności z Polską Normą lub Krajową Oceną Techniczną.

## 2.10. Materiały nie odpowiadające wymaganiom

Materiały te zostaną przez Wykonawcę wywiezione z terenu budowy, bądź złożone w miejscu wskazanym przez Inspektora. Każdy rodzaj robót, w którym znajdują się nie zbadane i nie zaakceptowane materiały Wykonawca wykonuje na własne ryzyko,

licząc się z jego nie przyjęciem i niezapłaceniem.

## **2.11. Przechowywanie i składowanie materiałów**

Wykonawca zapewni, aby tymczasowo składowane materiały, do czasu gdy będą one potrzebne do robót, były zabezpieczone przed zanieczyszczeniem, aby zachowały swoją jakość i właściwości do robót i były dostępne do kontroli Inspektora.

## **3. SPRZĘT**

Wykonawca jest zobowiązany do używania takiego sprzętu, który nie spowoduje niekorzystnego wpływu na jakość wykonywanych robót. Sprzęt używany do robót powinien być zgodny z ofertą Wykonawcy i powinien odpowiadać pod względem typów i ilości wskazaniom zawartym w SST lub w projekcie organizacji robót, zaakceptowanym przez Inspektora. W przypadku braku ustaleń sprzęt powinien być uzgodniony i zaakceptowany przez Inspektora Nadzoru. Wykonawca dostarczy dla Inspektora kopie dokumentów potwierdzających dopuszczenie sprzętu do użytkowania, tam gdzie jest to wymagane przepisami.

## **4. TRANSPORT**

Ogólne wymagania dotyczące transportu zostały przedstawione w części ogólnej specyfikacji technicznej.

## **5. WYKONYWANIE ROBÓT**

### **5.1. Ogólne zasady wykonywania robót.**

Ogólne zasady wykonywania robót podano w części ogólnej specyfikacji technicznej.

#### **Zakres robót**

Roboty winny obejmować, lecz nie ograniczać się do wymienionych poniżej czynności i usług:

- dostawa materiałów instalacyjnych;
- instalacja i podłączenia urządzeń;
- kalibracja, próby i uruchomienie;
- uczestnictwo w rozruchu;
- przygotowanie dokumentacji powykonawczej
- instalacja i podłączenie zestawów urządzeń
- zgłoszenie do odpowiednich instytucji (zgłoszenie gotowości instalacji PV do zakładu energetycznego oraz do Państwowej Straży Pożarnej)

Wszelkie koordynacje z Inspektorem nadzoru w fazie montażu, testowania i rozruchu winny być dokumentowane pisemnymi raportami. Dostawcy zestawów urządzeń winni dostarczyć materiały i urządzenia wraz ze wszystkimi dokumentami niezbędnymi do instalacji.

### **5.2. Koordynacja i krajowe oceny techniczne**

#### **Koordynacja robót elektrycznych z innymi robotami**

1. Koordynacja robót budowlano - montażowych poszczególnych rodzajów powinna być dokonywana we wszystkich fazach procesu inwestycyjnego, począwszy od projektowania, a skończywszy na rozruchu i przekazaniu do eksploatacji. Koordynacją należy objąć również projekty organizacji budowy i robót, ogólne

harmonogramy budowy oraz fazę realizacji ( wykonawstwa ) inwestycji. Wykonywanie robót koordynować na bieżąco z kierownikiem budowy – przedstawicielem generalnego wykonawcy i kierownikami robót poszczególnych rodzajów.

2. Ogólny harmonogram budowy powinien określać zakres oraz terminy rozpoczęcia i zakończenia poszczególnych rodzajów robót lub ich etapów i powinien być tak uzgodniony, aby zapewniał prawidłowy przebieg zasadniczych robót ogólnobudowlanych, a równocześnie umożliwiał technicznie i ekonomicznie prawidłowe wykonawstwo robót specjalistycznych ( w tym i elektrycznych ). Ogólny harmonogram budowy powinien stanowić podstawę do opracowania szczegółowych harmonogramów robót elektrycznych.

### **Koordinacja z innymi Wykonawcami**

Wykonawca jest odpowiedzialny za koordynację prac innych podwykonawców zaangażowanych w niniejszy projekt w czasie budowy, testów i rozruchu. Wykonawca musi mieć pewność, że inni Wykonawcy zainstalują wyposażenie, orurowanie, etc. w tym samym czasie. Aby uniknąć niedogodności Wykonawca winien być zaznajomiony z rysunkami, planami realizacji etc. innych Wykonawców. Inni wykonawcy to wymienieni poniżej, lecz nie tylko:

- wykonawca robot budowlanych;
- Zakład Energetyczny;
- dostawca zestawów urządzeń.

Jeśli roboty Wykonawcy kolidują z robotami innych Wykonawców, Wykonawcy winni się porozumieć i poinformować Inżyniera o dokonanych uzgodnieniach oraz o realizacji planu przed rozpoczęciem robót.

### **Koordinacja z i krajowe oceny techniczne odnośnych władz**

Wykonawca będzie prowadził wszelkie uzgodnienia z odnośnymi władzami z uzyskaniem krajowych ocen technicznych i pozwoleń włącznie. Odnośne władze to wymienione poniżej, lecz nie tylko:

- Zakład Energetyczny
- Przedsiębiorstwa telekomunikacyjne
- Państwowa Inspekcja Pracy
- Zawodowa Straż Pożarna

## **5.3. Montaż przewodów i okablowanie**

Przewody i kable wybierane do projektu powinny pod każdym względem spełniać odpowiednie normy podane w punkcie 10. Maksymalne dopuszczalne spadki napięcia powinny wynosić:

- W przewodach doprowadzających zasilanie główne 2%
- W przewodach zasilania silników 5%
- W obwodach oświetlenia 3%.

Na trasach prowadzenia kabli należy ułożyć półki lub kanały kablowe. Maksymalna długość nie podpartego kabla może wynosić 10 (dziesięć) centymetrów.. Powierzchnia przekroju przewodów powinna wynosić minimum 1,5 mm<sup>2</sup> dla kabli energetycznych oraz 0,5 mm<sup>2</sup> dla kabli sterujących zgodnie z projektem. Wszystkie kable należy ponumerować kolejno. Kable opuszczające półki kablowe powinny być zabezpieczone mechanicznie i podparte podkładkami. Całe okablowanie obwodów zewnętrznych powinno być podłączone do zacisków. Okablowanie i jego zaciski powinny być pewnie zamocowane i łatwo dostępne. Okablowanie powinno przenosić pełne obciążenie obwodu. Zaciski w obwodach sterowania zdalnego i alarmowego



powinny być przystosowane do podłączania przewodów miedzianych o przekroju 1,5 mm<sup>2</sup>. Wszystkie kable i przewody montażowe inne niż główne podłączenia do silnika powinny kończyć się w centralnym miejscu zestawu tak, aby umożliwić nabywcy wygodne podłączenie kabla czy kabli zasilania i sterowania. Przewody zasilające silnik podłącza się bezpośrednio do jego skrzynki zaciskowej. Należy sporządzić listę zacisków i urządzeń elektrycznych, podając w niej wyraźnie numery identyfikacyjne i oznaczenia. Wszystkie przewody okablowania powinny być wyposażone w metalowe identyfikacyjne tulejki oznacznikowe. Numery identyfikacyjne powinny być w sposób widoczny powtórzone w urządzeniu oraz umieszczone na wszystkich rysunkach rozmieszczenia i schematach montażowych jakie sprzedawca dostarcza. Wszystkie przepusty kablowe powinny być typu kompresyjnego i nadawać się do stosowania w strefach podanych w karcie danych. Oprócz normalnych uszczeltek, każdy przepust kablowy powinien być wyposażony w nakładkę ochronną z PVC.

#### **5.4. Trasowanie**

Trasa instalacji elektrycznych powinna przebiegać bezkolizyjnie z innymi instalacjami i urządzeniami, powinna być przejrzysta, prosta i dostępna dla prawidłowej konserwacji i remontów. Wskazane jest, aby przebiegała w liniach poziomych i pionowych.

#### **5.5. Montaż konstrukcji wsporczych i uchwytów**

Konstrukcje wsporcze i uchwyty przewidziane do ułożenia na nich instalacji elektrycznych, bez względu na rodzaj instalacji, powinny być zamocowane do podłoża w sposób trwały, uwzględniający warunki lokalne i technologiczne, w jakich dana instalacja będzie pracować oraz sam rodzaj instalacji.

Przy układaniu przewodów na uchwytach :

- odległości między uchwytami dla przewodów kabelkowych nie powinny być większe niż 0,5 m.
- rozstawienie uchwytów powinno być takie, aby odległości między nimi ze względu na względy estetyczne były jednakowe, uchwyty między innymi znajdowały się w pobliżu sprzętu i osprzętu, do którego dany przewód jest wprowadzany oraz aby zwisy przewodów między uchwytami nie były widoczne. Przy układaniu przewodów na specjalnie utworzonych podłożach :
- na przygotowanej trasie należy podłożyć specjalne (korytka, wsporniki itp.) mocować zgodnie z projektem i odpowiednimi instrukcjami,
- po sprawdzeniu jakości mocowań oraz ich zgodności z projektem i instrukcjami montażu na podłożach tych należy układać przewody kabelkowe „luzem” lub mocować ( w zależności od wymagań określonych w projekcie, rodzaju przewodów kabelkowych oraz kierunku trasy poziomego, pionowego)

#### **5.6. Przejścia przez ściany i stropy**

Wszystkie przejścia obwodów instalacji elektrycznych przez ściany stropy itp. muszą być chronione przed uszkodzeniami. Przejścia między strefami pożarowymi lub o średnicy powyżej 4mm muszą być uszczelnione p. pożarowo. Obwody instalacji elektrycznych przechodzących przez podłogi muszą być chronione do wysokości bezpiecznej przed przypadkowymi uszkodzeniami. Jako osłony przed uszkodzeniem mechanicznym można stosować rury stalowe, z tworzyw sztucznych, kształtowniki, korytka itp. W przypadku stosowania specjalnie utworzonych podłoży (korytka, drabinki) przejścia te muszą być dostosowane do wymiarów podłoża. Zaleca się, aby w takich przypadkach otwory do przejść były wykonywane przy robotach budowlanych. Do podłoży tych można mocować sprzęt i osprzęt.

### 5.7. Łączenie przewodów

W instalacjach elektrycznych wewnętrznych łączenia przewodów należy wykonywać w sprężenie i osprężenie instalacyjnym i w odbiornikach. Nie wolno stosować połączeń skręcanych. W przypadku gdy odbiorniki elektryczne mają wyprowadzone fabrycznie na zewnątrz przewody, sposób przyłączenia należy uzgodnić z projektantem. Przewody muszą być ułożone swobodnie i nie mogą być narażone na naciągi i dodatkowe naprężenia. Do danego zacisku należy przyłączyć przewody o przekroju i w liczbie, do jakich zacisk ten jest przystosowany. W przypadku zastosowania zacisków, do których przewody są przyłączane za pomocą oczek, pomiędzy oczkiem a nakrętką oraz pomiędzy oczkami powinny znajdować się podkładki metalowe, zabezpieczone przed korozją w sposób umożliwiający przepływ prądu. Długość odizolowanej żyły powinna zapewniać prawidłowe przyłączenie. Zdejmowanie izolacji i oczyszczenie przewodu nie może powodować uszkodzeń mechanicznych.

### 5.8. Montaż sprzętu i osprzętu

Sprzęt i osprzęt instalacyjny należy mocować do podłoża w sposób trwały zapewniający mocne i bezpieczne jego osadzenie. Do mocowania sprzętu i osprzętu mogą służyć konstrukcje wsporcze przykręcane do podłoża za pomocą kołków i śrub rozporowych.

### 5.9. Próby montażowe

1. Po zakończeniu robót elektrycznych w obiekcie, przed ich odbiorem wykonawca zobowiązany jest do przeprowadzenia tzw. prób montażowych, tj. technicznego sprawdzenia jakości wykonanych robót wraz z dokonaniem potrzebnych badań i pomiarów (prac regulacyjno-pomiarowych) i próbnym uruchomieniem ("bieg luzem") poszczególnych przewodów, instalacji, urządzeń, maszyn itp. Zakres prób montażowych należy uzgodnić z inwestorem.

2. Wyniki prób montażowych powinny być ujęte w szczegółowych protokołach lub udokumentowane odpowiednim wpisem w dzienniku robót (budowy), stanowią one m.in. podstawę odbioru robót oraz podstawę do stwierdzenia przygotowania do podjęcia prac rozruchowych.

3. Zakres podstawowych prób montażowych obejmuje :

a) pomiar rezystancji izolacji instalacji, który należy wykonać dla każdego obwodu oddzielnie od strony zasilania; pomiarów należy dokonać induktorem 500 V lub 1000 V; rezystancja izolacji mierzona między badaną fazą, a pozostałymi fazami połączonymi z przewodem neutralnym lub uziemiającym nie może być mniejsza od :

- 0,25 MF dla instalacji 230 V,
- 0,50 MF dla instalacji 400 V,

b) pomiar rezystancji izolacji odbiorników; rezystancja izolacji silników, grzejników itp. Mierzona induktorem 500 V nie może być mniejsza od 1 MF ,

c) sprawdzenie ciągłości przewodów ochronnych w tym głównych i dodatkowych połączeń wyrównawczych

d) sprawdzenie skuteczności ochrony przez samoczynne wyłączenie zasilania

e) sprawdzenie działania urządzeń ochronnych różnicowo-prądowych

f) badanie urządzenia piorunochronnego

g) pomiar natężenia oświetlenia

4. Z prób montażowych należy sporządzić protokół.

5. Po pozytywnym zakończeniu wszystkich badań i pomiarów objętych próbami montażowymi należy załączyć instalację pod napięcie i sprawdzić, czy :

- punkty świetlne są załączane zgodnie z założonym programem,
- w gniazdach wtyczkowych przewody fazowe są dokładnie dołączone do



- właściwych zacisków,
- silniki obracają się we właściwym kierunku.

## **6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości robót podano w ogólnej specyfikacji technicznej.

### **6.1. Badania i pomiary**

Inspektor winien być świadkiem wszystkich pomiarów, w tym celu winien być zawiadomiony o terminie pomiarów z tygodniowym wyprzedzeniem. Wykonawca winien opracować i przekazać Inżynierowi harmonogram pomiarów i rozruchu. Sprawozdanie z pomiarów winno być zgodne z poniższym:

- Przed uruchomieniem urządzenia elektrycznego, Wykonawca winien wykonać odpowiednie pomiary by ustalić, że cały sprzęt, urządzenia i przewodowanie został właściwie zamontowany, jest w odpowiednim stanie i będzie pracować zgodnie z założeniami.
- W trakcie instalacji układanie kabli będzie nadzorowane przez Inspektora Nadzoru.
- Pomiary kabli będą wykonane zgodnie z procedurą wymienioną poniżej.

Pomierzone wartości wszystkich pomiarów opisanych w tej specyfikacji inny być zarejestrowane przez Wykonawcę i zatwierdzone przez Inżyniera. Wyniki pomiarów, których wartość odbiega od średnich pomiarów takich samych urządzeń o więcej niż 25% powinny być przedstawione Inżynierowi do specjalnego zatwierdzenia nawet, jeśli osiągają one wartość akceptowalnego minimum. Wykonawca dostarcza cały sprzęt pomiarowy. Wszelkie połączenia i osłony zdjęte w trakcie pomiarów winny być przywrócone a sprzęt pozostawiony gotowy do pracy.

## **7. OBMIAR ROBÓT**

### **7.1. Ogólne zasady obmiaru robót**

Ogólne zasady obmiaru robót podano w OST-00 „Wymagania ogólne”.

### **7.2. Jednostka obmiarowa**

Jednostki obmiarów robót ;

- dla układania kabli i przewodów, listew i koryt instalacyjnych - m
- urządzenia wraz z elementami montażowymi i pomocniczymi - szt. (kpl)
- dla zamontowanych i odebranych tablic – szt.
- dla osprzętu elektroinstalacyjnego (łączniki, gniazda ) – szt.
- dla montażu modułów fotowoltaicznych– szt.
- oznakowanie instalacji - kpl.
- rozruch i testowanie instalacji – kpl.

### **7.3. Podstawy wyceny**

Jako podstawę wyceny kosztorysu zastosowano następujące KNR:

- KNNR 5-02 PRZEWODY KABELKOWE UKŁADANE P.T. W GOTOWYCH BRUZZACH
- KNNR 5-03 MONTAŻ OSPRZĘTU INSTALACYJNEGO
- KNNR 5-04 URZĄDZENIA ROZDZIELCZE I APARATY ELEKTRYCZNE NISKIEGO NAPIĘCIA

- KNNR 5-06 INSTALACJE ODGROMOWE, UZIEMIEN I PRZEWODÓW WYRÓWNAWCZYCH
- KNNR 5-07 ELEKTROENERGETYCZNE LINIE KABLOWE
- KNNR 5-08 INSTALACJE I OSPRZĘT ŚWIATŁA, SIŁY I SYGNALIZCJI
- KNNR W 9-06 INSTALACJE ODGROMOWE, UZIEMIEN I PRZEWODÓW WYRÓWNAWCZYCH
- KNNR 5-11 KONSTRUKCJE WSPORCZE
- KNNR 5-12 PRACE UZUPEŁNIAJĄCE
- KNNR 5-13 SPRAWDZENIE I POMIAR OBWODU ELEKTRYCZNEGO NISKIEGO NAPIĘCIA
- KNR 5-14 ROZDZIELNICE WNĘTRZOWE DO 30kV

## **8. ODBIÓR ROBÓT**

### **8.1. Odbiory międzyoperacyjne:**

Odbiorowi międzyoperacyjnemu podlegają: przebieg tras kabli i przewodów zakresie zgodności z projektem, jakość połączeń elektrycznych, typ zastosowanych przewodów i kabli, sposób ich prowadzenia i mocowania, stan izolacji, oznaczenia, lokalizacja osprzętu i urządzeń, zgodność typów z dokumentacją projektową i prawidłowość oznaczeń, sprawdzenie tabliczek znamionowych, opisów kabli i przewodów, listew zaciskowych, oznaczników itd.

### **8.2. Odbiór częściowy:**

Odbiorowi częściowemu należy poddać elementy urządzeń instalacji, których w wyniku postępu robót, sprawdzenie jest niemożliwe lub utrudnione w fazie odbioru końcowego. W szczególności dotyczy to odbiorów tak zwanych robót zanikających (przewodów, rur, kabli i osprzętu przed tynkowaniem, zasypianiem, zakryciem). Każdorazowo po przeprowadzeniu odbioru częściowego powinien być sporządzony protokół i dokonany zapis w dzienniku budowy.

### **8.3. Odbiór końcowy:**

Przy odbiorze instalacji elektrycznych i teletechnicznych wewnętrznych należy przedłożyć protokół odbiorów częściowych przewodów przed tynkowaniem, w szczególności należy skontrolować:

- użycie właściwych materiałów, elementów i urządzeń,
- prawidłowość wykonania i zabezpieczenia połączeń,
- jakość zastosowanych materiałów,
- odległości przewodów względem siebie, względem przegród budowlanych i innych instalacji ,
- prawidłowość działania zabezpieczeń,
- skuteczność ochrony od porażeń,
- stan izolacji,
- prawidłowość realizacji funkcji sterowniczych, sygnalizacyjnych, alarmowych i programów użytkowych,
- prawidłowość wykonania mocowań oraz konstrukcji i korytek tras kabli i przewodów,
- prawidłowość zainstalowania aparatów i urządzeń,
- jakość wykonania przejść przez przegrody budowlane a w szczególności zastosowania odpowiednich uszczelnień w przypadku przejść przez przegrody

- i strefy pożarowe,
- zgodność wykonania instalacji z dokumentacją techniczną.

## 9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

Ogólne wymagania dotyczące płatności podano w Ogólnej specyfikacji technicznej.

## 10. PRZEPISY ZWIĄZANE

### NORMY:

PN-HD 60364-1:2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część:1 Wymagania podstawowe, ustalanie ogólnych charakterystyk, definicje

PN-HD 60364-4-41:2007 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Odłączanie izolacyjne i łączenie

PN-HD 60364-4-42:2011 Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-42: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed skutkami oddziaływania cieplnego

PN-HD 60364-4-442:2012 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 60364-4-43:2012 Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-43: Ochrona dla

zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed prądem przetężeniowym

PN-HD 60364-5-51:2006 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Dobór i montaż

wyposażenia elektrycznego -- Postanowienia ogólne

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 60364-5-534:2012 Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-53: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Odłączanie izolacyjne, łączenie i sterowanie --

Sekcja 534: Urządzenia do ochrony przed przepięciami PN-HD 60364-5-52:2011 Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-52: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Oprzewodowanie

PN-HD 60364-5-56:2010/A1:2012 Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-56: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Instalacje bezpieczeństwa

PN-EN 60654-2:1999 Automatyka i pomiary przemysłowe -- Urządzenia elektryczne - - Ogólne

wymagania i badania

PN-C-89222:1997 Rury z tworzyw termoplastycznych do przesyłania płynów -- Wymiary

PN-EN ISO 1452-3:2011 Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do przesyłania wody oraz do ciśnieniowego odwadniania i kanalizacji układanej pod ziemią i nad ziemią --

Nieplastyfikowany poli(chlorek winylu) (PVC-U) -- Część 3: Kształtki

PN-EN 60038:2012 Napięcia znormalizowane CENELEC

PN-EN 60445:2011 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, oznaczanie i identyfikacja -- Identyfikacja zacisków urządzeń i zakończeń przewodów

PN-EN 61140:2005/A1:2008 Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym --

Wspólne aspekty instalacji i urządzeń

PN-EN 61439-1:2011 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe -- Część 1: Postanowienia ogólne

PN-EN 60947-1:2010/A1:2011 Aparatura rozdzielcza i sterownicza niskonapięciowa -  
- Część 1: Postanowienia ogólne

PN-EN 60947-2:2009/A1:2010 Aparatura rozdzielcza i sterownicza niskonapięciowa -  
- Część 2: Wyłączniki

PN-E-90050:1987 Przewody elektroenergetyczne ogólnego przeznaczenia do układania na stałe -- Ogólne wymagania i badania

PN-EN 60934:2004/Ap1:2012 Wyłączniki do urządzeń (CBE)

PN-EN 61058-1:2005/A2:2008 Łączniki do przyrządów -- Część 1: Wymagania ogólne

PN-EN 60669-1:2006/IS1:2009 Łączniki do stałych instalacji elektrycznych domowych i podobnych -- Część 1: Wymagania ogólne

PN-IEC 60884-1:2006/A1:2009 Gniazda wtyczkowe i wtyczki do użytku domowego i podobnego -- Część 1: Wymagania ogólne

PN-EN 62275:2010 Systemy prowadzenia przewodów-- Opaski przewodów do instalacji

Elektrycznych PN-EN 60664-1:2011 Koordynacja izolacji urządzeń elektrycznych w układach niskiego napięcia -- Część 1: Zasady, wymagania i badania

PN-EN 60670-1:2007/IS1:2009 Puszki i obudowy do sprzętu elektroinstalacyjnego do stałych instalacji elektrycznych domowych i podobnych -- Część 1: Wymagania ogólne

PN-EN 60898-1:2007/IS4:2008 Sprzęt elektroinstalacyjny -- Wyłączniki do zabezpieczeń

przetężeniowych instalacji domowych i podobnych -- Część 1: Wyłączniki do obwodów prądu przemiennego

PN-EN 61008-1:2007/IS1:2008 Wyłączniki różnicowoprądowe bez wbudowanego zabezpieczenia nadprądowego do użytku domowego i podobnego (RCCB) -- Część 1: Postanowienia ogólne

PN-EN 61009-1:2008/A14:2012 Wyłączniki różnicowoprądowe z wbudowanym zabezpieczeniem nadprądowym do użytku domowego i podobnego (RCBO) -- Część 1:

Postanowienia ogólne PN-E-93207:1998/Az:1999 Sprzęt elektroinstalacyjny. Odgałęźniki instalacyjne i płytki odgałęźne na napięcie do 750 V do przewodów o przekrojach do 50 mm<sup>2</sup>. Wymagania i badania (zmiana A1).

#### **Inne dokumenty**

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie wraz z późniejszymi zmianami (Du z 2004 poz 1138)

Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 25.09.2000 r. w sprawie szczegółowych warunków przyłączenia podmiotów do sieci elektroenergetycznych, obrotu energią elektryczną, świadczenia usług przesyłowych, ruchu sieciowego i eksploatacji sieci oraz standardów jakościowych obsługi odbiorców. (Dz. U. Nr 85, poz. 957).

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) NR 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EWG