

**PROJEKT TERMOMODERNIZACJI I ZMIANY**  
**KOLORYSTYKI BUDYNKU OCHOTNICZEJ**  
**STRAŻY POŻARNEJ W RUDACH**  
**RACIBORSKICH**

<b>Inwestor:</b>	<i>Gmina Kuźnia Raciborska</i> <i>47-420 Kuźnia Raciborska</i> <i>ul. Słowackiego 4</i>
<b>Adres i kategoria budowlanego:</b>	<i>47-430 Rudy Raciborskie, ul Juliusza Rogera 22</i>
<b>Identyfikator działek ek ewidencyjnych:</b>	<i>Jednostka ewidencyjna: 241105_5 Kuźnia</i> <i>Raciborska; Obręb ewidencyjny: 6 Rudy</i> <i>Dz. nr 902/3</i>
<b>Nazwa branży:</b>	<i>Instalacja elektryczna</i>
<b>Data opracowania:</b>	<i>lipiec 2024R.</i>
<b>Autor projektu:</b>	<i>mgr inż. Antoni Machowski</i> <i>nr. uprawnień 562/84</i>

# **ZAWARTOŚĆ TECZKI**

## **Dokumentacja techniczna:**

### **1. Opis techniczny**

### **2. Obliczenia techniczne**

### **3. Rysunki:**

- E-01 Plan instalacji elektrycznych obwodów oświetlenia - rzut piwnicy
- E-02 Plan instalacji elektrycznych obwodów oświetlenia - rzut parteru
- E-03 Plan instalacji elektrycznych obwodów oświetlenia - rzut piętra
- E-04 Plan instalacji elektrycznych obwodów gniazd - rzut piwnicy
- E-05 Plan instalacji elektrycznych obwodów gniazd - rzut parteru
- E-06 Plan instalacji elektrycznych obwodów gniazda - rzut piętra
- E-07 Plan instalacji odgromowej - rzut dachu
- E-08 Plan uziomu szpilkowego - rzut piwnic i fundamentów
- E-09 Schemat blokowy zasilania obiektu
- E-10 Schemat ideowy instalacji fotowoltaicznej
- E-11 Schemat ideowy instalacji DC
- E-12 Schemat ideowy rozdzielnic RPV
- E-13 Schemat rozdziału energii rozdzielnic RG

### **4. Oświadczenie projektanta**

### **5. Uprawnienia budowlane**

# KRÓTKI OPIS I CHARAKTERYSTYKA PRZEDSIĘWZIĘCIA

## Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest:

- wykonanie modernizacji (wymiany) istniejącej (leciwej) instalacji elektrycznej i odgromowej w pomieszczeniach **OSP Rudy** - instalacja gniazd i oświetlenia oraz modernizacja rozdzielnic **RG**.

### **Parametry energetyczne obiektu:**

- Zasilane w układzie trójfazowym.
- Rodzaj przyłącza linia napowietrzna
- Napięcie zasilania 400/230V
- Moc zamówiona przyłączeniowa 18,0 kW
- Zabezpieczenie główne 40A w części pomiarowej
- System ochrony od porażeń - szybkie wyłączenie.
- Układ pracy sieci zasilającej 0,4kV: TN-C

- projekt **instalacji fotowoltaicznej o mocy 9,90kWp**.

### **Projekt swoim zasięgiem obejmuje:**

- Linie kablowe nN – wewnętrzne linie zasilające;
- Moduły fotowoltaiczne;
- Inwerter DC/AC;
- Ochronę przeciwporażeniową;
- Ochronę przeciwprzepięciową;

## Lokalizacja inwestycji

Lokalizacja:

- przedmiotowa inwestycja jest zlokalizowana w **47-430 Rudy Raciborskie, ul. Juliusza Rogera 22**

## Charakterystyka układu

- napięcie przyłączeniowe 400V;
- napięcie znamionowe instalacji 400V;
- moc min. przyłączeniowa oddawana: (generowana) 9,9kW;
- moc elektrowni fotowoltaicznej DC: 9,9kWp;
- średnia roczna produkcja energii: 5 400 kWh;
- układ sieciowy TNC-S;
- dodatkowy system ochrony od porażeń elektrycznych samoczynne wyłączenie;
- przyłączenie do sieci TAURON Dystrybucja S.A.
- zaleca się pomiar napięcia przyłączeniowego przed rozpoczęciem instalacji.

## Opis przedsięwzięcia - inwestycji

Inwestor w ramach inwestycji związanej z termomodernizacją obiektu OSP postanowił w celu optymalizacji kosztów związanych z energią elektryczną zamontować na dachu remizy instalację fotowoltaiczną w systemie **on-grid**. Według informacji uzyskanych od Inwestora, jak również druchów przedmiotowej remizy oraz w oparciu o możliwości wykorzystania energii wytworzonej przez instalację ustalono iż na dachu remizy zostanie zamontowanych 18 paneli fotowoltaicznych o mocy 550 kWp każdy dający moc 9,9 kWp. Przedmiotowe panele umożliwiają konwersję promieniowania

słonecznego na prąd elektryczny a tym samym produkcję energii elektrycznej. Panele fotowoltaiczne będą mocowane na dedykowanych konstrukcjach wsporczych zabudowanych na dachu remizy, zapewniających bezpieczne użytkowanie i obsługę elektrowni. Energia elektryczna z paneli fotowoltaicznych przekazywana będzie wydzielonymi obwodami DC do inwertera. W inwerterze energia będzie przekształcana na napięcie 400V o częstotliwości 50Hz i przekazywana kablem energetycznym nn poprzez rozdzielnicę główną inwestycji do sieci wewnętrznej.

Produkcja energii elektrycznej w elektrowni ma na celu zużycie energii na miejscu, ewentualne nadwyżki produkowanej energii elektrycznej zostaną zredukowane przez system płynnej redukcji mocy.

## **Normy i przepisy związane:**

- aktualne przepisy i normy:

- Ustawa z dnia 10kwietnia 1997 Prawo energetyczne (Dz.U. z 1997r Nr 54, poz348 z późniejszymi zmianami)
- **PN-IEC 60364** – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych zespół norm
- **PN-EN 62446:2010** „Systemy fotowoltaiczne przyłączone do sieci elektrycznej – Minimalne wymagania dotyczące dokumentacji systemu, badania rozruchowe i wymagania kontrolne” lub równoważna
- **PN-HD 60364-7-712:2007** „Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub Lokalizacji. Instalacje Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania” lub równoważna.
- **PN-EN 61173** „Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej – Przewodnik” lub równoważna
- **PN-EN 61724:2002** Monitorowanie własności systemu fotowoltaicznego – Wytyczne pomiaru, wymiany danych i analizy” lub równoważna
- **PN-IEC 60364-5-54:1999** - Uziemienia i przewody ochronne
- **PN-EN 62305-1:2011** - Ochrona odgromowa – Część 1 : Zasady ogólne
- **PN-EN 62305-2:2012** - Ochrona odgromowa – Część 2 : Zarządzanie ryzykiem
- **PN-EN 62305-3:2011** - Ochrona odgromowa – Część 3 : Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia
- **PN-EN 62305-4:2011** - Ochrona odgromowa – Część 4 : Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach
- **N SEP-E-004** - Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.
- Rozporządzenie Ministra Przemysłu z dnia 8 października 1990 roku w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać urządzenia elektroenergetyczne w zakresie ochrony przeciwporażeniowej.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002r. w sprawie warunków technicznych jakim odpowiadać powinny budynki i ich usytuowanie
- Ustawa o ochronie p.pożarowej z dnia 24 sierpnia 1991r. (Dz.u. nr 81, poz 351)

# **I. INSTALACJA PRZYŁĄCZENIOWA nN REMIZY OSP**

## **1.1. Podstawa opracowania**

Niniejszy projekt w zakresie instalacji elektrycznych opracowano na podstawie:

1. Umowy ze zleceniodawcą
2. Podkładów budowlanych
3. Wytucznych branżowych
4. Obowiązujących norm, przepisów i katalogów.

## **1.2. Zakres opracowania**

Przedmiotowy projekt obejmuje :

1. modernizację rozdzielnic głównej RG 3x230/400V,
2. instalacje siły 230/400V,
3. instalację oświetleniową i gniazd wtykowych 230V,
4. instalację połączeń wyrównawczych,
5. instalację odgromową
6. instalację ochrony przeciwporażeniowej.

## **1.3. Zasilanie i pomiar energii**

Zasilanie nN remizy OSP nie jest przedmiotem niniejszego opracowania, gdyż jest już wykonane i nie ulegnie zmianie. Po wykonaniu przedmiotowych prac - między innymi montażu instalacji fotowoltaicznej - należy zgłosić ten fakt firmie TAURON w celu zmiany układu rozliczeniowego z jednokierunkowego na dwukierunkowy – zawierający odpowiedni licznik trójfazowy, bezpośredni który zostanie zainstalowany przez powyższe przedsiębiorstwo w części pomiarowej RG. Ponadto zostanie tam usytuowane zabezpieczenie główne (zalicznikowe) ogranicznik mocy wyposażony w człon przeciążeniowy nadprądowy, bez członu zwarciovego o wartości **max 40A**.

## **1.4. Rozdzielnica główna remizy RG 3x230/400V**

Usytuowanie rozdzielnic głównej RG 3x230/400V pozostawić bez zmian w typowej obudowie min. 4 x12. min. IP44 - wyposażona w rozłącznik główny, ochronnik przepięciowy oraz zabezpieczenia różnicowo-prądowe, zwarciovie i przeciążeniowe poszczególnych odbiorów. Poniżej rozdzielnic zostanie usytuowana Główna Szyna Uziemiająca. Schemat przedstawiono na rysunku **E-13**.

## **1.5. Instalacja siły 230/400V**

Na wniosek Inwestora przewidziano następujące obwody siły 230/400V:

- gniazdo wtyczkowe PCE 400V 5P 32A z wyłącznikiem służące do podłączenia agregatu prądotwórczego w przypadku długotrwałego braku zasilania n/n do remizy w pomieszczeniu kotłowni nr **1.11** na parterze

- gniazdo wtyczkowe PCE 400V 5P 16A z wyłącznikiem służące do podłączenia kotła na pellet w pomieszczeniu kotłowni nr **1.11** na parterze

- gniazdo wtyczkowe PCE 400V (wypust) do podłączenia instalacji PV po stronie napięcia zmiennego za inwerterem i układami zabezpieczającymi w pomieszczeniu kotłowni nr **1.11** na parterze przy wolnostojącej skrzynce **SDC** z urządzeniami instalacji PV (inwerter, automatyka zapewniająca dostosowanie parametrów produkowanej energii do wymogów z siecią TAURON Dystrybucja S.A, system monitoringu instalacji PV itp.)

- gniazdo wtyczkowe PCE 400V 5P 16 A w pomieszczeniu technicznym **1.7** na parterze

- gniazdo wtyczkowe PCE 400V 5P 16 A w pomieszczeniu komunikacja **1.3** na parterze

Obwody prowadzić pod tynkiem przewodami YDYżo 450/750V 5x4,0 i 5x2,5mm<sup>2</sup>, w rurach PCV.

## **1.6. Instalacja oświetleniowa i gniazd wtyczkowych 230V**

### **I. Instalacja oświetlenia podstawowego**

Instalacje wewnętrzne 230V prowadzić przewodem YDYp 300/500V w pomieszczeniach suchych (pomieszczenia mieszkalne korytarze na piętrze, świetlica na parterze) oraz YDYżo 450/740V w pomieszczeniach przejściowo wilgotnych (łazienki, WC, pomieszczenia kotłowni, garaże obwody zewnętrzne) w tynku. Sprzęt łączeniowy wyłączniki, przełączniki mocować na wysokości 1,2m od podłogi. Oprawy wyposażać w źródła światła o temperaturze barw 4 000K i współczynniku  $R_a > 80\%$ . Średnie natężenie oświetlenia ogólnego dla pomieszczeń przyjęto zgodnie z normą PN-EN 12464, PN-EN 12646. Rysunek nr E-01, E-02 i E-03.

### **II. Instalacja oświetlenia ewakuacyjnego i awaryjnego**

Rolę oświetlenia awaryjnego spełniają lampy oświetlenia podstawowego wyposażonego w moduł awaryjny 2h. Lampy kierunkowe zaznaczone są poprzez lampy EW 3h z piktogramem (PN-EN 60598, PN-EN 1838). Oświetlenie awaryjne powinno być tak rozmieszczone, aby natężenie oświetlenia w osi drogi ewakuacyjnej wynosiło min. 1 lx, a równomierność natężenia była na poziomie  $I_{max}/I_{min} \geq 40$ . Wymogi te muszą być spełnione również pod koniec wymaganego czasu działania oświetlenia ewakuacyjnego. Norma PN-EN 1838. Rysunek nr E-01, E-02 i E-03. Lampy oświetlenia awaryjnego i ewakuacyjnego muszą posiadać autotest oraz certyfikat CNBOP.

### **III. Instalacja gniazd wtyczkowych**

Gniazda wtyczkowe wszędzie podwójne z bolcem uziemiającym - montować w pokojach 30 cm od podłogi w pozostałych pomieszczeniach 110 cm od podłogi (część mieszkalna na piętrze i świetlica na parterze). W części pomieszczeń związanych z OSP parter i piętro gniazda montować na wysokości uzgodnionej z komendantem i decydentami w remizie - w czasie wykonywanych prac instalacyjnych. W pomieszczeniach wilgotnych, kotłowni, garażach, pomieszczeniach technicznych, biurze, wieży, zapleczu socjalnym i na elewacji zewnętrznej stosować osprzęt hermetyczny - IP44 - z klapką ochronną. Przewody prowadzić pod tynkiem w rurkach PCV w części należącej do OSP, pod tynkiem dla pomieszczeń mieszkalnych i świetlicy. Rysunek nr E-04, E-05 i E-06.

## **1.7. Instalacja telewizyjna, telefoniczna, internetowa oraz powiadamiania systemowego**

### **OSP**

Przedmiotowe instalacje znajdują się w pomieszczeniu biurowym nr 1.5 na parterze i nie wymagają na chwilę obecną żadnych istotnych prac modernizacyjnych. Na chwilę obecną zostanie wykonana tylko wymiana instalacji oświetlenia oraz gniazd wtyczkowych które zasilają znajdujące się tam sprzęty i urządzenia.

## **1.8. Instalacje wyrównawcze**

W obiekcie wykonać instalację połączeń wyrównawczych którą należy połączyć z instalacją odgromową. Koniec bednarki z instalacji odgromowej połączyć do głównej szyny wyrównawczej (GSZw) zlokalizowanej pod rozdzielnią RG 3x230/400V. W pomieszczeniach pokazanych na rysunkach (garaże pomieszczenia kotłowni oraz pomieszczenie biurowe) na wysokości 0,3÷0,5m nad posadzką należy zainstalować we wnękach szyny ekwipotencjalizujące (np. typu UP firmy DEHN0, do których przyłączyć przewodem DYżo 2,5mm<sup>2</sup>, metalowe rurociągi, grzejniki itp. Szyny te połączyć przelotowo przewodem DYżo 6 mm<sup>2</sup>. Połączenia wyrównawcze podłączyć do głównej szyny wyrównawczej. Należy dodatkowo przyłączyć do niej zacisk PE rozdzielnicy RG 3x230/400V oraz pozostałą tablicę TB. Przyłączenie to można wykonać przewodem LYgżo 10 mm<sup>2</sup>.

## **1.9. Instalacja odgromowa**

Instalację ochrony odgromowej wykonać należy zgodnie z obowiązującymi normami:

PN-EN 62305-1 Ochrona odgromowa Część 1: Wymagania ogólne

PN-EN 62305-2 Ochrona odgromowa Część 2: Zarządzanie ryzykiem

PN-EN 62305-3 Ochrona odgromowa Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów budowlanych i zagrożenie życia

PN-EN 62305-4 Ochrona odgromowa Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach budowlanych

Przedmiotowa remiza zgodnie z propozycją Polskiego Komitetu Ochrony Odgromowej (KPOO) zakwalifikowano do klasy III lub IV LPS w zależności od lokalizacji budynku. Dla klasy tej obowiązują zgodnie z propozycją PKOO:

1. Dla metody kąta ochronnego a) dla  $H=1$ ; kąt  $\alpha=79^\circ$ , b) dla  $H=10$ , kąt  $\alpha=65^\circ$
2. Dla metody toczonej się kuli - promień kuli wynosi 60m

Dla przedmiotowej remizy należy na dachu ułożyć zwody niskie nieizolowane St/Zn  $\varnothing 8\text{mm}$  o gęstości oczek 20m, chroniące cały obszar dachu wraz z kominkami wentylacyjnymi. Zwody te należy przyłączyć do uziomu fundamentowego min. 4 szt. przewodów odprowadzających i uziemiających wykonanych z St/Zn  $\varnothing 8\text{mm}$ .

Zwody wraz z przewodami odprowadzającymi, złączami kontrolnymi oraz przewodami uziemiającymi tworzą kompletny system ochrony odgromowej. System ten połączony zostanie do sztucznego uziomu pionowego 6 szt. typu szpilkowego usytuowanego jak na rysunku **E-07 i E-08**. Utworzony w ten sposób uziom należy połączyć poprzez dedykowane złącza kontrolno-pomiarowe ZK do zacisku GSZw oraz PE rozdzielnic RG 3x230/400V oraz do elementów metalowych instalacji PV. Połączenie to można wykonać przewodem LYgżo 10 mm<sup>2</sup>. Wypadkowa rezystancja tak wykonanego uziemienia nie może

### **1.10. Ochrona instalacji**

Wszystkie obwody elektryczne remizy zabezpieczone są od skutków przeciążeń i zwarć wyłącznikami instalacyjnymi. Ponadto wszystkie instalacje elektryczne zabezpieczone są od skutków przepięć pośrednich od wyładowań atmosferycznych i łączeniowych ochronnikiem przepięciowym zabudowanym w rozdzielnic RG 3x230/400V.

### **1.11. Ochrona przeciwpożarowa**

Wszystkie instalacje elektryczne przedsięwzięcia można wyłączyć głównym wyłącznikiem prądu WG zainstalowanym na rozdzielnic RG 3x230/400V

### **1.12. Ochrona przeciwporażeniowa**

Jako dodatkową ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym należy stosować warunki gwarantujące samoczynne wyłączenie zasilania wykonane zgodnie z normą PN-HD 60364-4-41:2009.

Uziemienie systemów - typ TN-S

Jako ochrona uzupełniająca przewiduje się zastosowanie wyłącznika ochronno różnicowego P304 o prądzie różnicowym nie przekraczającym 30mA. Dodatkowa ochrona przeciwporażeniowa jest skuteczna.

## **2. Obliczenia techniczne**

### **2.1 Obliczenie ochrony przeciwporażeniowej**

Dla wyłącznika różnicowoprądowego warunków środowiskowych 2

Napięcie bezpieczne  $U_1 = 25 \text{ V}$

$R_A$  - rezystancja uziemienia

$I_a$  - wartość wyłączającego prądu

$$I_a = k \times \Delta I_n \text{ dla } \Delta I_n = 0,03 \text{ A}$$

$$I_a = 1,2 \times 0,03 \text{ A} = 0,036 \text{ A}$$

$$R_A = U_1 / I_a = 25\text{V} / 0,036\text{A} < 694,5 \Omega$$

Uziemienie zacisku PEN złącza (lub rozdzielnic RG) wynosi  $R_{uz} < 10 \Omega$

Ochrona przeciwporażeniowa będzie skuteczna.

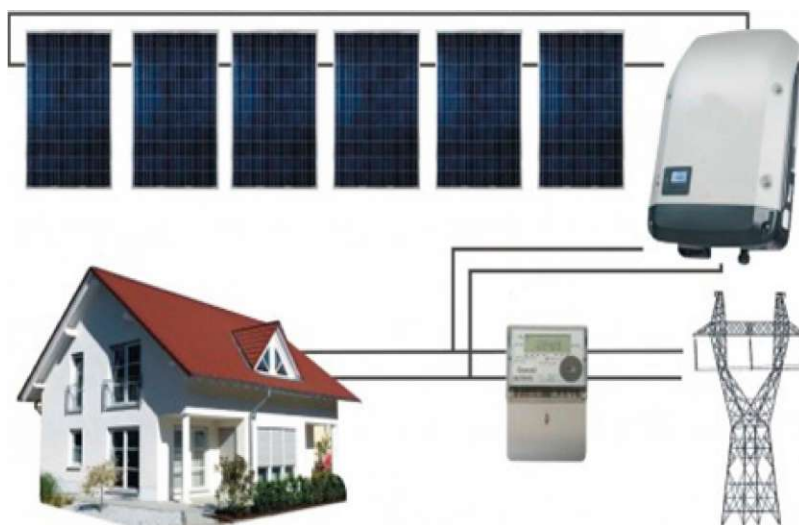
## **II. INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA O MOCY 9,9 kWp**

### **1.1. Elementy składowe systemu**

Na elementy składowe instalacji fotowoltaicznej składa się:

- zestaw modułów fotowoltaicznych wraz z konstrukcją wsporczą;
- instalacja elektryczna wraz z automatyką zapewniającą dostosowanie parametrów produkowanej energii do wymogów z siecią TAURON Dystrybucja S.A;
- instalację wraz z zabezpieczeniami;
- system monitoringu instalacji PV.

Struktura instalacji pokazana jest na rysunku E-10. System zbudowany będzie z 18 modułów fotowoltaicznych.



**Rys. nr 1.** Rysunek pokazuje w obrazowy sposób połączenie Systemu Fotowoltaicznego Użytkownika do Sieci Energetycznej nN (0,4kV)

### **1.2. Moduły fotowoltaiczne**

Moduły (panele) fotowoltaiczne są urządzeniami dokonującymi konwersji promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Wszystkie wymagane parametry muszą być opisane w karcie katalogowej producenta modułów. Do wykonania przedmiotowej elektrowni należy zastosować panele o mocy 550W każdy w ilości 18 sztuk które zostaną zamontowane na dedykowanych konstrukcjach wsporczych posadowionych na dachu. Rysunek nr E-07. Planowana jest więc elektrownia składająca się z zestawu 18 przedmiotowych paneli. Łączna moc paneli wynosić ma 9,90 kWp.

### **1.3. Inwertory fotowoltaiczne**

Energia elektryczna wytwarzana w modułach fotowoltaicznych ma formę prądu stałego i może być wykorzystywana do zasilania urządzeń elektrycznych pod warunkiem zastosowania urządzeń do konwersji prądu stałego na prąd przemienny zwanych inwertorami (falownikami). Planuje się montaż inwertera o mocy 10 kW AC.

Energia elektryczna wytworzona w ogniwach zamieniona zostanie w inwertorze z napięcia stałego DC na napięcie przemiennie 3-fazowe 400V AC. Inwerter w chwili wykrycia napięcia po



stronie stałonapięciowej DC synchronizuje się z siecią 3-fazową 400V i zaczyna dostawę energii do sieci. W chwili zaniku napięcia po stronie pierwotnej lub po stronie wtórnej inwerter wyłączy się automatycznie. Powrót napięć na inwerterze spowoduje proces synchronizacji z siecią i wznowienie dostaw energii do sieci. Inwerter zapewnia bezpieczną obsługę poprzez zabezpieczenie przed pracą wyspową. W niniejszej instalacji inwerter posiada minimum jeden kontroler MPPT. Pozwala on na zoptymalizowanie pracy zespołów PV poprzez zmniejszenie wpływu lokalnych zacienień.

W przypadku zaniku zasilania sieciowego inwerter przechodzi w tryb uśpienia (ang. „Stand-By”), oczekując na powrót napięcia. Inwerter pracuje na zasadzie monitorowania zmian częstotliwości sieci. Polega to na tym, że w prawidłowo działającej sieci inwerter nie ma możliwości zmienić częstotliwości. Inwerter cyklicznie „podejmuje próby” zmian częstotliwości. Jeżeli się to uda, inwerter natychmiast przestaje oddawać energię do sieci i odłącza się od niej. Zgodnie z ogólnymi wytycznymi operatora sieci OSD dla projektowanej instalacji fotowoltaicznej zabudowane w inwerterze zabezpieczenie należy nastawić na następujące wartości:

- zabezpieczenie podnapięciowe:  $U=195V$ ,  $t=100ms$ ,
- zabezpieczenie nadnapięciowe:  $U=253V$ ,  $t=100ms$ ,
- zabezpieczenie podczęstotliwościowe:  $f=47,5Hz$ ,  $t=100ms$ ,
- zabezpieczenie nadczęstotliwościowe:  $f=51,0Hz$ ,  $t=100ms$ ,
- zabezpieczenie od pracy wyspowej:  $t=100ms$
- ponowne przełączenie do sieci po awaryjnym wyłączeniu:  $t=180s$

#### **1.4. Charakterystyka instalacji elektrycznej.**

Instalacja elektryczna, zawierająca okablowanie i osprzęt elektryczny zapewniający bezpieczeństwo obsługi elektrowni będzie podzielona na dwie główne sekcje. Sekcja prądu stałego i sekcja prądu przemiennego, ograniczone falownikiem.

Sekcja prądu stałego będzie budowana w oparciu o kable dedykowane do instalacji fotowoltaicznych, odporne na działanie warunków atmosferycznych i promieniowania UV oraz rozdzielnice z zabezpieczeniami, ogranicznikami przepięć prądu stałego.

Sekcja prądu przemiennego budowana będzie, zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej. W skład sekcji wejdą kable energetyczne układane w korytach elektroinstalacyjnych oraz rozdzielnice z zabezpieczeniami nadmiarowo prądowymi, ogranicznikami przepięć prądu przemiennego (AC).

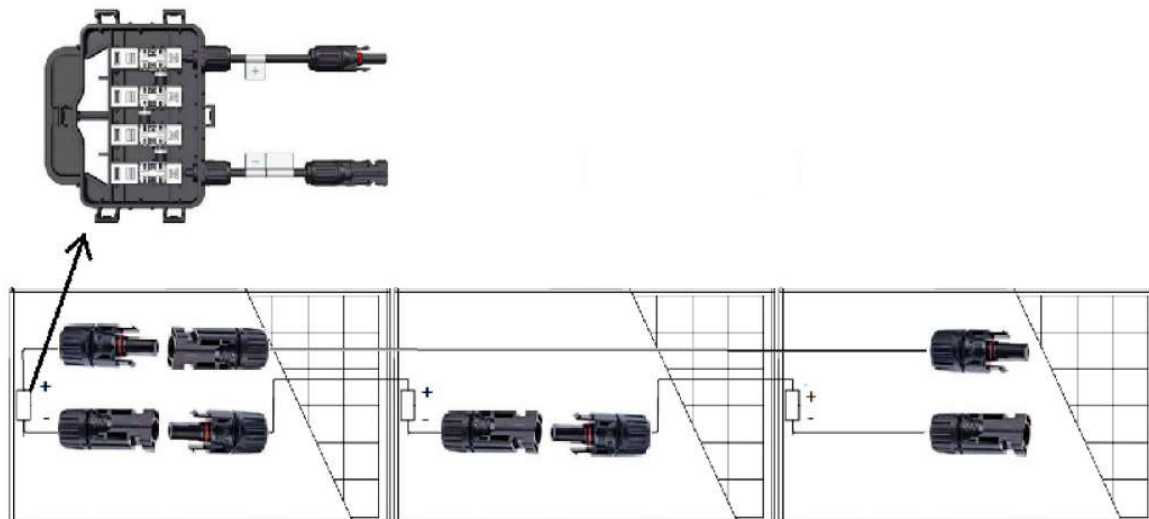
Skrzynka **SDC** z urządzeniami instalacji PV (inwerter, automatyka zapewniająca dostosowanie parametrów produkowanej energii do wymogów z siecią TAURON Dystrybucja S.A, system monitoringu instalacji PV itp.) zostanie usytuowana w projektowanej kotłowni.

##### **1.4.1. Okablowanie DC inwertera**

Okablowanie pomiędzy modułami fotowoltaicznymi a inwerterem wykonane zostaną przewodem solarnym zewnętrznym odpornym na promieniowanie UV o przekroju min. 10 mm<sup>2</sup>. Okablowanie DC będzie podwieszone na konstrukcji wsporczej modułów fotowoltaicznych, biegnącej wzdłuż każdego rzędu modułów. Okablowanie DC inwertera podzielone powinny być na pasma zgodnie z zaleceniami producenta, wpięte będą do inwertera poprzez złączki MC-4. Przykład połączeń przedstawia rysunek nr 2.

Wymaga się aby instalacja DC wyposażona była w ograniczniki przepięć typu 1+2, schemat połączenia ograniczników przedstawiony został na rysunku nr **E-11**.

Przewody odporne na UV, ozon, warunki atmosferyczne oraz hydrolizę dla napięcia stałego DC 1000V, w podwójnej izolacji krótkotrwale odporne na bardzo wysoką temperaturę. Izolacja zewnętrzna odporna na przetarcia i uszkodzenia. Nadmiary w/w. przewodów przymocować do konstrukcji



Rys. 2 Schemat połączeń modułów w pasma

aluminiowej za pomocą opasek odpornych na promieniowanie UV oraz szkodliwe czynniki atmosferyczne. Poza obszarem konstrukcji montażowej, okablowanie należy prowadzić w korytkach stalowych. Trasę kabla należy prowadzić w taki sposób, aby pole indukcyjne przewodów DC było jak najmniejsze. Należy również pamiętać o tym, że przewód uziemiający oddziałując z kablami fotowoltaicznymi również może wytwarzać pole indukcyjne i nie powinien być prowadzony razem z kablami zasilającymi.

Wszystkie połączenia między modułami wykonać za pomocą złączy dedykowanych instalacjom fotowoltaicznym.

Połączenie modułów od strony DC zostanie wykonane przy wykorzystaniu przewodów solarnych charakteryzujących się następującymi parametrami:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- pojedyncza wiązka,
- podwójna izolacja,
- żyły: wg PN/EN-60228 lub równoważnej, miedziane wielodrutowe klasy 5,
- izolacja polwinitowa na 90 °C,
- powłoka: polwinitowa odporna na UV
- temperatura wg PN-93/E-90400 lub równoważnej:
  - na powierzchni przewodu: max.90 °C

#### 1.4.2. Okablowanie AC inwertera

Do budowy instalacji elektrycznych stosuje się następujące:

- kable elektroenergetyczne miedziane typu YKY z izolacją na 1 000V
- przewody jednożyłowe miedziane typu DY, LgY z izolacją na 750V
- osprzęt elektryczny p/t i n/t – łączniki, przyciski, gniazda o prądzie roboczym 16A

Okablowanie zmiennoprądowe (AC) zasilające inwerter zostanie wykonane kablem YKYżo 5x10 mm<sup>2</sup>. Przedmiotowy kabel winien spełniać wymagania PN-93/E-90401 lub równoważnej. Zaleca się zastosować kabel o napięciu znamionowym 0,6/1kV, pięciożyłowych w izolacji polwinitowej. Przekrój żył powinien być dobrany w zależności od dopuszczalnego spadku napięcia, dopuszczalnej temperatury nagrzania kabla przez prądy robocze i zwarciovowe oraz skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w przypadku samoczynnego wyłączenia zasilania. Należy dobrać okablowanie, tak aby straty na kablach nie przekraczały 1%.

## **1.5. Instalacja uziemiająca.**

Jako uziemienie należy wykorzystać istniejący uziom który został wykonany w celu rozdziału PNE na PN i PE dla uzyskania systemu TN-S instalacji elektrycznej. Składa on się z uziomu szpikowego w ilości 6 szt. Rezystancja uziomu powinna wynosić  $R < 10 \Omega$ .

Ochronę urządzeń elektrycznych i elektronicznych przed skutkami przepięć spowodowanych wyładowaniami atmosferycznymi i przepięciami łączeniowymi zaprojektowano jako dwustopniową w oparciu o ograniczniki przepięć oraz skuteczne uziemione połączenia wyrównawcze. W rozdzielnicy głównej RG jest zainstalowany ogranicznik typu I+II (klasa B+C).

Konstrukcje wsporcze modułów fotowoltaicznych należy ze sobą połączyć. Połączenie wyrównawcze należy wykonać przewodem SINGLE 600-J1G16 06/1kV żółto-zielony, kabel elastyczny i połączyć z uziomem.

Uziemieniu ochronnemu podlegają metalowe części, normalnie nieprzewodzące prądu lecz mogące stanowić niebezpieczeństwo porażenia w razie pojawienia się na tych elementach napięcia.

W szczególności należy uziemić:

- konstrukcje rozdzielnic i szaf,,
- konstrukcje wsporcze np. modułów,
- ramy modułów fotowoltaicznych poprzez konstrukcje wsporcze,
- obudowę inwertera.

Należy połączyć kabel ochronny PE inwertera i ramy modułów do Głównej Szyny Uziemiającej. W ten sposób zapewnione zostanie wyrównanie potencjałów i ochrona przed porażeniem prądem.

## **1.6. Ochrona przeciwporażeniowa.**

Instalacje elektryczne wykonać zgodnie z przepisami budowlanymi w zakresie ochrony przeciwporażeniowej, wymogami normy PN-IEC-60364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych” lub równoważnej oraz PN-HD 60364-7-712:2007 „Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Instalacje Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania” lub równoważnej.

Jako system ochrony od porażenia prądem elektrycznym należy zastosować samoczynne szybkie wyłączenie zasilania w układzie TN-S.

Jako zabezpieczenie przetężeniowe obwodu inwertera należy zabudować w rozdzielnicy RPV wyłącznik nadmiarowo prądowy o charakterystyce B. W instalacji stałoprądowej – zabudowany inwerter każdego dnia sprawdza instalację DC poprzez pomiar rezystancji izolacji kabli DC. Jest to funkcja, która w przypadku wykrycia zwarcia lub złego stanu izolacji, natychmiast wyłącza uszkodzony obwód, oraz daje informację na wyświetlaczu inwertera o wykryciu nieprawidłowości. W przypadku, gdy zmierzone wartości nie mieszczą się w dopuszczalnym przedziale – falownik sam wyłącza uszkodzone obwody.

Wszystkie części przewodzące obce należy przyłączyć do instalacji głównej szyny wyrównawczej potencjałów. Wszystkie metalowe obudowy rozdzielnic należy połączyć z uziemieniem ochronnym.

Po wykonaniu instalacji przeprowadzić pomiary i próby odbiorcze zarówno po stronie DC oraz stronie AC.

## **1.7. Ochrona przeciwprzepięciowa i przeciwpożarowa**

Ochronę przeciwprzepięciową instalowanego systemu fotowoltaicznego należy zrealizować poprzez ochronnik przepięciowy typu II, instalowany po stronie napięcia stałego DC w rozdzielnicy RDC, oraz po stronie napięcia zmiennego AC w rozdzielnicy RPV. Zabezpieczenie przed

przebiegiem po stronie napięcia DC winno być zrealizowane w oparciu o normę PN-HD 60364-7-712 lub równoważnej.

Przed inwerterem (po stronie zasilania z generatora PV) w RDC należy zainstalować ochronnik przepięciowy kombinowany typu I + II (wyposażony w iskierniki gazowe) o maksymalnym prądzie wyładowczym  $(8/20\mu s)$  min. 40kA dedykowane dla instalacji fotowoltaicznej.

Rozdzielnicę RPV AC należy wyposażyć w ogranicznik przepięć typ I + II.

Wszystkie zastosowane ograniczniki przepięć należy bezwzględnie uziemić przewodem LgY o przekroju co najmniej 16 mm<sup>2</sup> w żółto – zielonej izolacji. Ograniczniki przepięć DC należy uziemić do osobnego punktu uziemieniowego o rezystancji  $R < 10 \Omega$ , natomiast ogranicznik przepięć AC powinien zostać połączony z główną szyną uziemiającą przedsięwzięcia, aby zabezpieczyć instalację przed skutkami wyładowań pojawiających się w okolicy.

Z uwagi na fakt, iż rozdzielnica główna RG przedsięwzięcia jak również szafka SDC wyposażona w RDC, inwerter oraz RPV instalacji fotowoltaicznej zostały posadowione blisko siebie (mniej niż 10m) nie jest wymagane zastosowanie dodatkowych RDC i RPV z zamontowanymi tam ogranicznikami przepięć

### **1.8. System monitorowania instalacji fotowoltaicznej**

Falownik jest wyposażony w wyświetlacz, za pomocą którego użytkownik odczyta aktualną, miesięczną, roczną oraz sumaryczną ilość wyprodukowanej energii elektrycznej. Dane dotyczące pracy systemu są gromadzone w pamięci falownika. Serwer posiada interfejs RS485, który umożliwia zdalne monitorowanie parametrów pracy instalacji fotowoltaicznej. Inwerter należy podłączyć do sieci internetowej przedsięwzięcia lub umożliwić połączenie z siecią wi-fi za pomocą repetera.

### III. OBLICZENIA TECHNICZNE

#### 1.1. Bilans mocy elektrowni fotowoltaicznej

Inwerter AC/DC

Moc zastosowanego inwertera: 9,9kW

Moc pojedynczego modułu: 550W

Ilość inwerterów 10,0 kW: 1 szt

Ilość paneli: 18 szt

Moc zainstalowana po stronie AC: 9,9kW

Moc zainstalowana po stronie DC:  $18 \times 550\text{Wp} = 9,9\text{kWp}$

#### 1.2. Potrzeby własne

- Zużycie energii na potrzeby własne - według informacji Inwestora większość wyprodukowanej energii

#### 1.3. Obliczenia instalacji

Moc instalacji fotowoltaicznej

- ilość modułów fotowoltaicznych o mocy 550Wp: 18 szt.

- moc instalacji PV:  $P = 18 \times 550\text{Wp} = 9\,900\text{Wp}$

##### 1.3.1. Dobór kabla „rozdzielnica RPV AC – rozdzielnica RG”

Wyprowadzenie mocy z rozdzielnicy RPV AC do rozdzielnicy RG przedsięwzięcia należy wykonać kablem YDYżo 5x10 mm<sup>2</sup>. Długość kabla – około 9m.

Moc szczytowa instalacji fotowoltaicznej  $P_p = 9\,900\text{Wp}$ ,

Napięcie znamionowe  $U_n = 400\text{V}$

$$I_n = \frac{P_p}{1,73 \times U_n \times \cos\varphi} = \frac{9\,900}{1,73 \times 400 \times 1} = 14,30\text{ A}$$

Obciążalność prądowa dla projektowanego kabla YDYżo 5x10 mm<sup>2</sup> wynosi  $I_{dd} = 55\text{A}$

$$I_{dd} = 55\text{A} > I_n = 14,30\text{A}$$

Sprawdzenie na spadek napięcia:

$$\Delta U \% = \frac{100 \times P_p \times l}{\gamma \times s \times U^2} = \frac{100 \times 9\,900 \times 9}{56 \times 10 \times 400^2} = 0,09\% \text{ - wartość dopuszczalna}$$

##### 1.3.2. Dobór kabla „inwerter – rozdzielnica RPV AC”

Wyprowadzenie mocy z inwertera do rozdzielnicy RPV AC wykonać kablem YDYżo 5x10 mm<sup>2</sup>. Zabezpieczeniem kabla zasilającego w rozdzielni RPV AC wyłącznik nadprądowy 3 polowy o prądzie znamionowym 32A.

Długość kabla – około 2m.

Moc szczytowa instalacji fotowoltaicznej  $P_p = 9\,900\text{ Wp}$ .

Napięcie znamionowe  $U_n = 400\text{ V}$ .

$$I_n = \frac{P_p}{1,73 \times U_n \times \cos\varphi} = \frac{9\,900}{1,73 \times 400 \times 1} = 14,30\text{ A}$$

Obciążalność prądowa dla projektowanego kabla YDYżo 5x10 mm<sup>2</sup> wynosi  $I_{dd} = 55\text{ A}$

$$I_{dd} = 55\text{ A} > I_n = 14,30\text{ A}$$

Sprawdzenie na spadek napięcia:

$$\Delta U \% = \frac{100 \times P_p \times l}{\gamma \times S \times U^2} = \frac{100 \times 9\,900 \times 3}{56 \times 10 \times 400^2} = 0,03\% - \text{wartość dopuszczalna}$$

### 1.3.3. Obciążenie inwertera

Moc elektrowni fotowoltaicznej powinna być dobrana w taki sposób do mocy inwertera, aby zapewnić jego optymalną pracę. Ze względu na charakterystykę pracy instalacji fotowoltaicznej w Polsce, zaleca się, żeby obciążenie inwertera zawierało się w zakresie od 100 do 120%.

Moc wyjściowa inwertera:  $P_{wyj} = 9\,600\text{ W}$

Moc elektrowni fotowoltaicznej:  $P_p = 9\,900\text{ W}$

Obciążenie inwertera:

$$\text{Obciążenie [\%]} = \frac{P_p}{P_{wyj}} \times 100\% = \frac{9\,900}{9\,600} \times 100\% = 103,1\% - \text{wartość dopuszczalna}$$

## 1.4. Sprawdzenie ochrony od porażen

Zgodnie z PN-IEC 60364 skuteczność ochrony przeciwporażeniowej potwierdzić pomiarami powykonawczymi instalacji elektrycznej.

#### **IV. UWAGI KOŃCOWE**

Wszelkie prace wykonać zgodnie z obowiązującymi aktualnie normami i przepisami. Należy zwrócić szczególną uwagę na bezpieczeństwo przy wykonywaniu wszelkich prac. Prace wykonać należy pod nadzorem osoby uprawnionej. Po wykonaniu prac montażowych, przed uruchomieniem urządzeń należy wykonać wymagane przepisami niezbędne pomiary i badania:

- stanu izolacji kabli zasilających,
- rezystancji uziemienia,
- sprawności instalacji fotowoltaicznej,
- inne wymagane przepisami badania i pomiary.

Z przeprowadzonych badań i pomiarów należy sporządzić odpowiednie protokoły stanowiące podstawę do uruchomienia i oddania do eksploatacji projektowanej instalacji fotowoltaicznej.

## **V. LITERATURA**

### **1. Normy**

- PN-E-83017 Systemy fotowoltaiczne przetwarzania energii słonecznej. Terminologia i symbole lub równoważna.
- PN-HD 60364-7-712:2007 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania. lub równoważna.
- PN-EN 60529:2003 Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP) lub równoważna.
- PN-EN 60445:2010 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, znakowanie i identyfikacja. Identyfikacja zacisków urządzeń i zakończeń przewodów lub równoważna.
- PN-EN 60446:2010 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, znakowanie i identyfikacja. Identyfikacja przewodów kolorami albo znakami alfanumerycznymi lub równoważna.
- PN-EN 60439-1:2003 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 1: Zestawy badane w pełnym i niepełnym zakresie badań typu lub równoważna.
- PN-EN 60439-4:2008 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 4: Wymagania dotyczące zestawów przeznaczonych do instalowania na terenach budów (ACS) lub równoważna.
- PN-EN 50274:2004 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym. Ochrona przed niezamierzonym dotykiem bezpośrednim części niebezpiecznych czynnych lub równoważna.
- PN-EN 62208:2006 Puste obudowy rozdzielnic i sterownic niskonapięciowych. Wymagania ogólne lub równoważna.
- PN-E-05163:2002 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe osłonięte. Wytyczne badania w warunkach wyładowania łukowego, powstałego w wyniku zwarcia wewnętrznego lub równoważna.
- PN-E-04700:1998/Az1:2000 Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych. Wytyczne przeprowadzania po montażowych badań odbiorczych lub równoważna.
- PN-HD 60364-6:2008 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 6: Sprawdzanie lub równoważna.
- PN-HD 60364-4-41:2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym lub równoważna.
- PN-IEC 60364-4-43:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed prądem przetężeniowym lub równoważna.
- PN-IEC 60364-4-46:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Odłączanie izolacyjne i łączenie lub równoważna.
- PN-IEC 60364-4-443 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi lub równoważna.



- PN-IEC 60364-5-51:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Postanowienia ogólne lub równoważna.
- PN-IEC 60364-5-52:2002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprzewodowanie lub równoważna.
- PN-IEC 60364-5-52:2002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Obciążalność prądowa długotrwała przewodów lub równoważna.
- PN-IEC 60364-5-53:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza lub równoważna.
- PN-IEC 60364-5-534:2003 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Urządzenia do ochrony przed przepięciami lub równoważna.
- PN-IEC 60364-5-537:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza. Urządzenia do odłączania izolacyjnego i łączenia lub równoważna.
- PN-HD 60364-5-54:2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia, przewody ochronne i przewody połączeń ochronnych lub równoważna.
- PN-E-05125: 1976 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa lub równoważna.
- PN-HD 62305-1:2008 Ochrona odgromowa. Część 1: Zasady ogólne lub równoważna.
- PN-HD 62305-2:2008 Ochrona odgromowa. Część 2: Zarządzanie ryzykiem lub równoważna.
- PN-HD 62305-3:2009 Ochrona odgromowa. Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia lub równoważna.
- PN-HD 62305-4:2009 Ochrona odgromowa. Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach lub równoważna.

## **2. Rozporządzenia i ustawy**

- Ustawa z dnia 07 lipca 1994 r. Prawo Budowlane (Dz. U. 1994 nr 89 poz. 414) z późniejszymi zmianami, (tekst jednolity Dz. U. z 2013 poz. 1409).
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. z 2004 r. Nr 92, poz. 881) z późniejszymi zmianami.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. z 2004 r. Nr 198, poz. 2041).
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. o zmianie ustawy - Prawo Energetyczne. (Dz. U. 1997 nr 54 poz. 348) z późniejszymi zmianami.
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (Dz. U. 2007 nr 93 poz. 623) z późniejszymi zmianami.
- Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. 2012 nr 0 poz. 462) z późniejszymi zmianami.

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 06 lutego 2003r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. 2003 nr 47 poz. 401).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2002 nr 75 poz. 690) z późniejszymi zmianami.