

PROJEKT TERMOMODERNIZACJI BUDYNKU **OCHOTNICZEJ STRAŻY POŻARNEJ W** **SIEDLISKACH**

Inwestor: *Gmina Kuźnia Raciborska*
47-420 Kuźnia Raciborska
ul. Słowackiego 4

**Adres i kategoria
budowlanego:** *47-420 Siedliska, ul Leśna 1*

**Identyfikator działek
ewidencyjnych:** *Jed. ewiden.: 241105_5 Kuźnia Raciborska*
obręb ewid.: 7 Siedliska Dz. nr 361

Nazwa branży: *Instalacja elektryczna*

Data opracowania: *lipiec 2024R.*

Autor projektu: *mgr inż. Antoni Machowski*
nr. uprawnień 562/84

ZAWARTOŚĆ TECZKI

Dokumentacja techniczna:

1. Opis techniczny

2. Obliczenia techniczne

3. Rysunki:

- E-01 Plan instalacji elektrycznych obwód oświetlenia - rzut parteru
- E-02 Plan instalacji elektrycznych obwód oświetlenia - rzut piętra
- E-03 Plan instalacji elektrycznych obwód gniazd - rzut parteru
- E-04 Plan instalacji elektrycznych obwód gniazd - rzut piętra
- E-05 Plan instalacji odgromowej - rzut dachu
- E-06 Plan uziomu szpilkowego - plan zagospodarowania
- E-07 Schemat blokowy zasilania obiektu
- E-08 Schemat ideowy instalacji fotowoltaicznej
- E-09 Schemat ideowy instalacji DC
- E-10 Schemat ideowy rozdzielnic RPV
- E-11 Schemat rozdziału energii rozdzielnica 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 Siedliska** - 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 22,0 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 **15,40 kWp**.

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 **47-420 Siedliska, ul. Leśna 1**

Charakterystyka układu

- napięcie przyłączeniowe 400V;
- napięcie znamionowe instalacji 400V;
- moc min. przyłączeniowa oddawana: (generowana) 15,4kW;
- moc elektrowni fotowoltaicznej DC: 15,4kWp;
- średnia roczna produkcja energii: 6 500 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 28 paneli fotowoltaicznych o mocy 550 kWp każdy dający moc 15,4 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-11**.

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 **1.20** na parterze

- gniazdo wtyczkowe PCE 400V 5P 16A z wyłącznikiem służące do podłączenia kotła na pellet w pomieszczeniu kotłowni nr **1.16** na parterze

- gniazdo wtyczkowe PCE 400V (wypust) do podłączenia instalacji PV po stronie napięcia zmiennego za inwerterem i układami zabezpieczającymi w pomieszczeniu kotłowni nr **1.20** 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 gospodarczym **1.09** na parterze.

Obwody prowadzić pod tynkiem przewodami YDYżo 450/750V 5x4,0 i 5x2,5mm², 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 i E-02.

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 i E-02. 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 kłapką ochronną. Przewody prowadzić pod tynkiem w rurkach PCV w części należącej do OSP, pod tynkiem dla pomieszczeń mieszkalnych i świetlicy. Rysunek nr E-03 i E-04.

1.7. Instalacja telewizyjna, telefoniczna, internetowa oraz powiadamiania systemowego

OSP

Przedmiotowe instalacje znajdują się w pomieszczeniu 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 $0,3 \div 0,5$ m nad posadzką należy zainstalować we wnękach szyny ekwipotencjalizujące (np. typu UP firmy DEHN0, do których przyłączyć przewodem DYżo 2,5mm², metalowe rurociągi, grzejniki itp. Szyny te połączyć przelotowo przewodem DYżo 6 mm². Połączenia wyrównawcze podłączyć do głównej szyny wyrównawczej. Należy dodatkowo przyłączyć do niej zacisk PE rozdzielniczy RG 3x230/400V oraz pozostałą tablicę TB. Przyłączenie to można wykonać przewodem LYgżo 10 mm².

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 LY g $\geq 10\text{ mm}^2$. 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 $U_1 = 25\text{ V}$

RA - rezystancja uziemienia

Ia - 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.

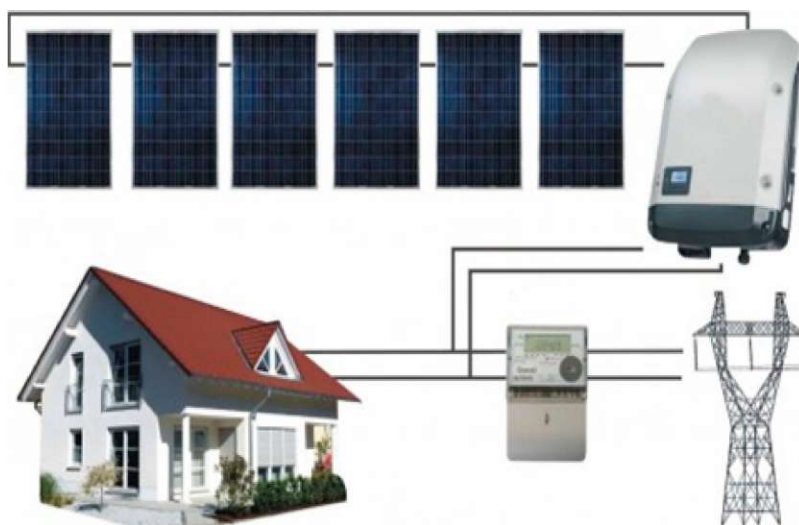
II. INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA O MOCY 9,9 kWp

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-08**. System zbudowany będzie z 28 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 28 sztuk które zostaną zamontowane na dedykowanych konstrukcjach wsporczych posadowionych na dachu. Rysunek **nr E-05**. Planowana jest więc elektrownia składająca się z zestawu 28 przedmiotowych paneli. Łączna moc paneli wynosić ma 15,40 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 16 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).

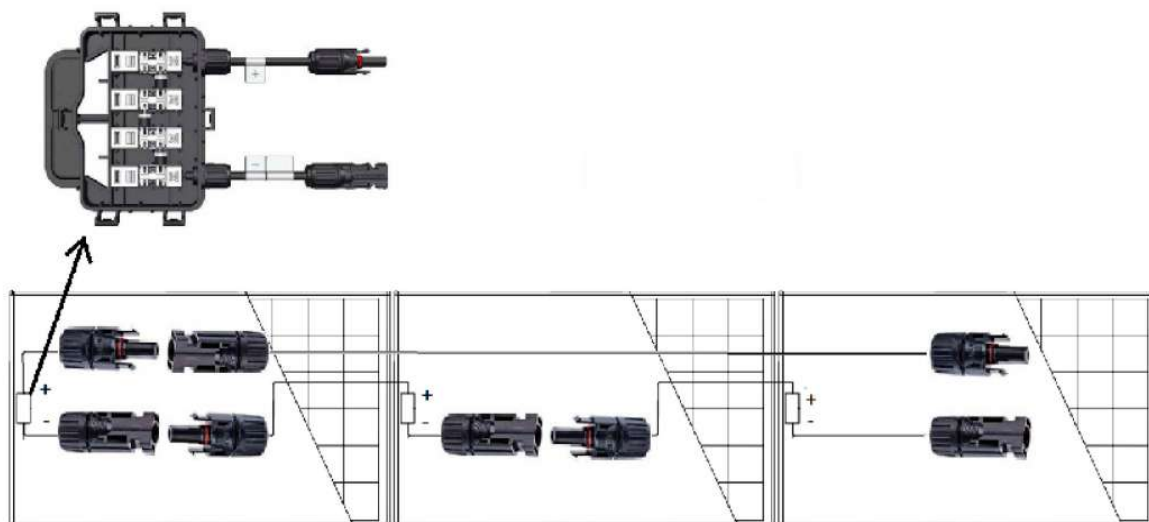
Skrzynka **SDC** z urządzeniami instalacji PV (inwerter, automatyka zapewniająca dostosowanie parametrów produkowanej energii do wymogów z siecią TAURON Dystrybucja S.A, system monitoringu instalacji PV itp.) zostanie usytuowana w projektowanej kotłowni.

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 mm². 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-09**.

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 mm². Przedmiotowy kabel winien spełniać wymagania PN-93/E-90401 lub równoważnej. Zaleca się zastosować kabel o napięciu znamionowym 0,6/1kV, pięćżyłowych 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 rozdziálu 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 porażień 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 inwetera 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 mm² 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: 16,0kW

Moc pojedynczego modułu: 550W

Ilość inwerterów 16,0 kW: 1 szt

Ilość paneli: 28 szt

Moc zainstalowana po stronie AC: 20,9kW

Moc zainstalowana po stronie DC: $28 \times 550\text{Wp} = 15,4\text{kWp}$

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: 28 szt.

- moc instalacji PV: $P = 28 \times 550\text{Wp} = 15\,400\text{Wp}$

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 mm². Długość kabla – około 9m.

Moc szczytowa instalacji fotowoltaicznej $P_p = 15\,400\text{Wp}$,

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

$$I_n = \frac{P_p}{1,73 \times U_n \times \cos\varphi} = \frac{15\,400}{1,73 \times 400 \times 1} = 22,25\text{ A}$$

Obciążalność prądowa dla projektowanego kabla YDYżo 5x10 mm² wynosi $I_{dd} = 55\text{A}$

$$I_{dd} = 55\text{A} > I_n = 22,25\text{A}$$

Sprawdzenie na spadek napięcia:

$$\Delta U \% = \frac{100 \times P_p \times l}{\gamma \times s \times U^2} = \frac{100 \times 15\,400 \times 9}{56 \times 10 \times 400^2} = 0,15\% \text{ - wartość dopuszczalna}$$

1.3.2. Dobór kabla „inwerter – rozdzielnica RPV AC”

Wyprowadzenie mocy z inwertera do rozdzielnicy RPV AC wykonać kablem YDYżo 5x10 mm². Zabezpieczeniem kabla zasilającego w rozdzielni RPV AC wyłącznik nadprądowy 3 polowy o prądzie znamionowym 32A.

Długość kabla – około 2m.

Moc szczytowa instalacji fotowoltaicznej $P_p = 15\,400\text{ Wp}$.

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

$$I_n = \frac{P_p}{1,73 \times U_n \times \cos\varphi} = \frac{15\,400}{1,73 \times 400 \times 1} = 22,25\text{ A}$$

Obciążalność prądowa dla projektowanego kabla YDYżo 5x10 mm² wynosi $I_{dd} = 55\text{ A}$

$$I_{dd} = 55\text{ A} > I_n = 22,25\text{ A}$$

Sprawdzenie na spadek napięcia:

$$\Delta U \% = \frac{100 \times P_p \times l}{\gamma \times S \times U^2} = \frac{100 \times 15\,400 \times 2}{56 \times 10 \times 400^2} = 0,03\% - \text{wartość dopuszczalna}$$

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: $P_{wyj} = 14\,900\text{ W}$

Moc elektrowni fotowoltaicznej: $P_p = 15\,400\text{ W}$

Obciążenie inwertera:

$$\text{Obciążenie [\%]} = \frac{P_p}{P_{wyj}} \times 100\% = \frac{15\,400}{14\,900} \times 100\% = 103,4\% - \text{wartość dopuszczalna}$$

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.