

**BIURO      PROJEKTÓW**

***HOLDING OMEGATERM Sp. z o.o.***

*44-203 Rybnik, ul. Zajęcza 12*

*KRS 0000208491 ; REGON 273367170 ; NIP 642-21-55-024*

*tel/fax.; ( 032) 4223971*

**NAZWA OPRACOWANIA :**

**PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY  
MONTAŻ URZĄDZENIA FOTOWOLTAICZNEGO MOCY  
ELEKTRYCZNEJ 39,78 kW**

Nr obrębu ewidencyjnego 33 Cieszyn , nr ewidencyjny działki  
22/19;22/18

**ADRES:      43-400 CIESZYN**

**UL. BOBRECKA 29**

**INWESTOR: STAROSTWO POWIATOWE W CIESZYNIE**

**43-400 CIESZYN**

**UL. BOBRECKA 29**

**PROJEKTOWAŁ branża elektryczna :**    inż. Henryk Jędrzejczyk

nr SKL-QP3-D7J-41T/39194 ;

Data opracowania: październik. 2014

## **KARTA PROJEKTU**

1. Zakres projektu:

Wykonanie robót budowlanych polegających na montażu urządzenia fotowoltaicznego.

2. Moc szczytowa elektryczna:

39,78 kWp

3. Zastosowanie:

Urządzenie fotowoltaiczne będzie dostarczać energię na własne potrzeby dla obiektu budowlanego:

Budynek – Starostwa Powiatowego w Cieszynie ul. Bobrecka 29 , 43-400 Cieszyn zlokalizowany na działce nr ewidencyjny 22/19;22/18 , obrębu ewidencyjnego 33 Cieszyn

4. Zgodność z Art.2. Ustawy Prawo Budowlane

roboty budowlane nie naruszają przepisów o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami :

obiekt i obszar nie jest wpisany do rejestru zabytków – ustalenia miejscowego plan zagospodarowania przestrzennego

5. Oddziaływanie urządzenia fotowoltaicznego :

5.1. Zagrożenie bezpieczeństwa:

Urządzenie fotowoltaiczne jest wyposażone w zabezpieczenia które gwarantują zachowanie bezpieczeństwa nie pogarszające stan bezpieczeństwa instalacji i budynku

5.2. Zagrożenie środowiska:

Poprawiają środowisko przez zastosowanie źródła energii odnawialnej zmniejszając emisję z energetycznego spalania paliw : gazu i przy produkcji energii elektrycznej.

5.3. Zagrożenie stanu bezpieczeństwa ludzi i mienia:

Nie występują

5.4. Zagrożenie stanu zachowania zabytków

Nie dotyczy

5.5. Pogorszenie warunków zdrowotno-sanitarnych

Nie występują

- 5.6. Występowanie , wprowadzanie, utrwalenie bądź zwiększenie lub uciążliwość dla terenów sąsiedzkich

Nie występuje

- 5.7. Oddziaływanie na istniejące instalacje przez :

Przebudowę , budowę :

Montaż urządzenia fotowoltaicznego (UF) nie powoduje wykonania : przebudowy, rozbudowy , remontu i wykonania nowych instalacji ; elektrycznych , odgromowych, wodociągowych, c.o.; cwu i innych gdyż montaż urządzenia fotowoltaicznego polega na montażu i włączeniu się do istniejących instalacji nie zmieniając ich parametrów technicznych jako dodatkowe źródło energii elektrycznej .

Rybnik, dn. 10.10.2014r.

## OŚWIADCZENIE

Zgodnie z art. 20 ust.4 ustawy Prawo budowlane ( Dz. U. Nr 207 z 2003r. poz.2016 ze zmianami) oświadczam, że:

**„MONTAŻ URZĄDZENIA FOTOWOLTAICZNEGO MOCY  
ELEKTRYCZNEJ 39,78 kW”**

**ADRES: 43-400 CIESZYN**

**UL. BOBRECKA 29**

**INWESTOR: STAROSTWO POWIATOWE W CIESZYNIE**

**43-400 CIESZYN**

**UL. BOBRECKA 29**

został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej i jest kompletny w punktu widzenia celu, któremu ma służyć.

.....  
(podpis projektanta branża elektryczna)

## SPIS TREŚCI

1. Część ogólna	6
1.1. Przedmiot opracowania	6
1.2. Podstawa opracowania	6
1.3. Zakres opracowania	6
1.4. Podstawowe normy, przepisy i dokumenty techniczne	7
2. Część techniczna	8
2.1. Charakterystyka istniejącej instalacji elektrycznej	8
2.2. Projektowane urządzenie fotowoltaicznej	8
2.3. Część DC instalacji fotowoltaicznej	11
2.4. Ochrona przeciwporażeniowa instalacji fotowoltaicznej	11
2.5. Ochrona przeciwprzepięciowa instalacji fotowoltaicznej	11
2.6. Zespół zabezpieczeń falowników	11
2.7. Wizualizacja pracy falowników	12
2.8. Część AC instalacji fotowoltaicznej	12
2.9. Wyłącznik główny instalacji fotowoltaicznej	13
2.10. Układ rozliczeniowy instalacji fotowoltaicznej	13
2.11. Rozdzielnia RPV	14
3. Warunki wykonania i odbioru robót	14
4. Przepisy BHP dotyczące prowadzenia robót	14
5. Uwagi końcowe	14
6. Obliczenia	15
6.1. Obciążenie znamionowe instalacji fotowoltaicznej	15
6.2. Obciążenie znamionowe falownika	16
6.3. Wyznaczenie przestrzeni chronionej tworzonej przez zwody na dachu	16
6.4. Obliczenia prądów i spadków napięć	17
7. Spis rysunków	17
8. BIOZ	18
9. Część rysunkowa	22
<u>Przykładowe rozwiązania konstrukcji szkieletowej dla modułów fotowoltaicznych i system ograniczenia mocy falownika dla produkcji energii na własne potrzeby oraz min parametry modułów fotowoltaicznych i falowników oraz dane korytek kablowych</u>	

## **1. Część ogólna**

### **1.1. Przedmiot opracowania**

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt budowlany montażu urządzenia fotowoltaicznego o zainstalowanej mocy elektrycznej 39,78 kW w budynku biurowego ul. Bobrecka 29 , 43-400 Cieszyn..

Zgodnie z miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego dla parceli gruntowej nr 22/18, 22/18 położonej w Cieszynie budowa i wykonywanie robót budowlanych montażu urządzenia fotowoltaicznego nie narusza ustalenia tego planu i innych przepisów oraz w oparciu Art.30 ust.7 który zostaje nienaruszony gdyż nie występują wymienione zagrożenia z tego ustępu i w oparciu o Art.30 ust.1 i Art.29 ust. 16 Ustawy – Prawo budowlane stąd dla montażu urządzenia fotowoltaicznego ustawodawca nie wymaga pozwolenia na budowę i zgłoszenia zamiaru budowy/wykonania robót budowlanych.

### **1.2. Podstawa opracowania**

Umowa zawarta z Inwestorem.

### **1.3. Zakres opracowania**

W skład montażu urządzenia fotowoltaicznego wchodzi następujące elementy składowe montażu tego urządzenia :

- montaż modułów fotowoltaicznych na typowych stojakach z konstrukcją wsporczą na dachu budynku w sposób nie prowadzący do przekroczenia dopuszczalnego obciążenia dachu
- montaż ochrony przepięciowej modułów fotowoltaicznych
- połączenie modułów fotowoltaicznych między sobą kablami dedykowanymi w korytkach PCV odpornych na działanie promieniowania ultrafioletowego i warunków zewnętrznych na stojakach i konstrukcji wsporczej
- połączenia wyrównawcze i uziemiające
- montaż rozdzielnic elektrycznej RPV,
- połączenie łańcucha fotowoltaicznego tworzącego generator fotowoltaiczny z rozdzielnicą elektryczną RPV
- montaż wyłącznika głównego urządzenia fotowoltaicznego – rozdzielnica elektryczna R2
- wykonanie połączeń rozdzielnic elektrycznych RPV
- podłączenie do rozdzielni głównej RG z R2 piwnica wejście od parkingu do budynku
- podłączenie akumulatora energii cieplnej AQ do istniejącej instalacji cwu w węźle cieplnym

- wykonanie pomiarów
- rozruch urządzenia fotowoltaicznego

#### Urządzenie fotowoltaiczne (PV) .

Produkuje energię elektryczną prądu stałego w generatorze fotowoltaicznym którą przekształca w falowniku (inwerterze) w energię prądu przemiennego przekazywana do istniejącej wewnętrznej instalacji elektrycznej zużywaną na własne potrzeby .

Wytwarzana energia elektryczna nie jest przekazywana do sieci zewnętrznej energetycznej .

W związku z tym instalację wyposażono w system monitoringu - Home Manager + SMA Energy Meter dla redukcji mocy jako suma bilansująca z trzech faz zgodnie z obowiązującą normą IEC 62053-23.

Urządzenie fotowoltaiczne PV wyposażono w aparaturę kontrolującą i zapewniającą dostarczanie energii elektrycznej do instalacji wewnętrznej o parametrach równych parametrom dostawy energii elektrycznej z sieci zewnętrznej .

Rolę tą pełni falownik .

Również urządzenie PV wyposażono w aparaturę zabezpieczającą od przeciążeń , przepięć , przeciwporażeniową , zaniku napięcia z sieci zewnętrznej , pomiarowo-rozliczeniowego do pomiaru energii elektrycznej brutto .

Montaż urządzenia fotowoltaicznego nie zmienia parametrów instalacji elektrycznej .

#### **1.4. Obowiązujące aktualne normy i przepisy dotyczące projektowania i wykonawstwa instalacji sanitarnych, elektrycznych między innymi:**

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane wraz z późniejszymi zmianami
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych , jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie wraz z późniejszymi zmianami
- PN-IEC 60364-5-523:2001 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych

- Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Obciążalność prądowa długotrwała Przewodów
- PN-EN 62305-3:2009 Ochrona odgromowa.  
Część 3: Uszkodzenie fizyczne obiektów i zagrożenie życia
- Katalog TF Kable „Kable i przewody bezhalogenowe” - edycja wrzesień 2009
- N-SEP-E-004 „Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa”
- H 71 0200 0134 k pl - ZMD300AT/CT firmy Landis+Gyr Sp. z o.o.  
– dane techniczne
- Karty katalogowe zastosowanych urządzeń

## **2. Część techniczna**

### **2.1. Charakterystyka istniejącej instalacji elektrycznej**

Zgodnie z obecnymi warunkami przyłączenia granice eksploatacji – miejsce dostarczania energii elektrycznej ustalono na zaciskach odpływowych rozłącznika rozdzielni głównej „RG” zlokalizowanej w holu wejścia do budynku na poziomie parteru.

W rozdzielni głównej znajduje się pomiar energii .

Zasilanie rozdzielni głównej odbywa się kablem z zewnętrznej sieci energetycznej

### **2.2. Projektowane urządzenie fotowoltaiczne**

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów godzinowego zużycia i okresowego z faktur za energię elektryczną dla potrzeb bytowych i po dokonaniu analizy tych wielkości zaprojektowano urządzenie fotowoltaiczne o mocy szczytowej 39,78 kWp .

Urządzenie fotowoltaiczne składa się z następujących modułów:

- a) Moduł generatora fotowoltaicznego PV (panele fotowoltaiczne)
- b) konstrukcja wsporcza i systemowa stojaków generatora PV
- c) ochrona przepięciowa generatora PV (zwód pionowy)
- d) uziemienia i wyrównanie potencjałów urządzenia PV
- e) moduł przekształcania energii elektrycznej stałej na przemienną (falownik z zespołem zabezpieczeń częstotliwościowo-napięciowych +licznik energii+zabezpieczenia) RPV
- f) moduł współpracy z instalacją elektryczną wewnętrzną R2 (wyłącznik główny z zabezpieczeniami przeciążeniowymi i zaniku napięcia z sieci zewn.)



- g) moduł wizualizacji pracy falowników i transmisji danych
- h) moduł akumulacji energii AQ (zasobnik cwu z armaturą i pomiarem zużycia wody cwu akumulowanej)
- i) system monitoringu - Home Manager + SMA Energy Meter dla redukcji mocy jako suma bilansująca z trzech faz zgodnie z obowiązującą normą IEC 62053-23.

Urządzenie fotowoltaiczne PV o mocy docelowej (szczytowej) 39,78kWp zostanie zainstalowane na obiekcie budowlanym w następujący sposób :

- na dachu moduły (panele) fotowoltaiczne PV skierowane na południowy-wschód, azymut  $0^{\circ}$  pochylenie  $35^{\circ}$  w 13 rzędach przy minimalnej rozstawie 4,53 m (dla  $b = 0,983\text{m}$  i  $h = 0,57\text{m}$  – układ pionowy modułów fotowoltaicznych ) w ilości łącznej 153 szt – moduły fotowoltaiczne o mocy jedn. 260Wp typu VITOVOLT - 200 TYP P260BA w systemowych ramkach AL., na stojakach AL. i konstrukcji wsporczej ze stali nierdzewnej mocowanej do konstrukcji nośnej (komponenty ze stali nierdzewnej) budynku w sposób nie obciążającym stropodachu a ciężar przenoszony zostaje pionowo do ścian nośnych budynku zgodnie z oceną konstrukcji budynku
- Połączenia DC poszczególnych generatorów (tworzące łańcuch) do odpowiednich grup falowników zostaną zrealizowane za pomocą kabli dedykowanych dla instalacji stałoprądowych fotowoltaicznych o przekroju żył roboczych  $10\text{ mm}^2$ . Kable łączące poszczególne moduły fotowoltaiczne będą mocowane do konstrukcji wsporczej i stojaków systemowych modułów fotowoltaicznych. Kable pomiędzy łączeniami modułów PV a falownikami (RPV) będą prowadzone na trasach kablowych osłoniętych za pomocą rur osłonowych lub korytek kablowych przy czym rury osłonowe lub korytka kablowe będą przystosowane do pracy w przestrzeniach otwartych.
- moduły fotowoltaiczne PV zostaną objęte systemem połączeń wyrównawczych z zastosowaniem zacisków uniwersalnych w zakresie wykonywanych połączeń wyrównawczych i uziemiających (komponenty DEHN UNI ) i każdy moduł PV zostanie przyłączony za pomocą przewodu miedzianego LgY  $16\text{ mm}^2$  z konstrukcją bazowa modułu. następnie konstrukcje bazowe

modułów fotowoltaicznych PV zabudowane , zostaną przyłączone do głównej szyny wyrównawczej budynku (RG) za pomocą przewodów LgY 16 mm<sup>2</sup>.

Przewody te będą prowadzone równolegle do przewodów AC i DC.

- Ochroną odgromową objęte zostaną moduły fotowoltaiczne PV. Moduły fotowoltaiczne PV chronione będą za pomocą zwodów pionowych mocowanych do konstrukcja wsporczej wykonanych z przewodu o izolacji wysokonapięciowej HVI-L firmy DEHN Nr kat. 819 022 mocowany do głowicy zwodu wysokiego 1,5m górna część fi 10mm nr kat. 103 210 po jednym dla każdego rzędu paneli fotowoltaicznych.

Każdy przewód izolowany HVI-L połączyć ze zwodem niskim w miejscu połączenia z przewodem odprowadzającym instalacji odgromowej na dachu. Izolacja tego przewodu zapewnia bezpieczny odstęp izolacyjny w powietrzu pomiędzy elementami LPS a elementami systemu PV odpowiadający odstępowi w powietrzu  $s = 75\text{cm}$  . Podłączony do głowicy pod zwodem pionowym przewód może być układany bezpośrednio obok lub pod panelami PV. Dodatkową zaletą zastosowanego typu zwodu wysokiego jest jego mała średnica, dzięki której prawie nie rzuca cienia na powierzchnię paneli.

- w pomieszczeniu węzła cieplnego (poziom piwnicy) zainstalować moduł elektryczny (rozdzielnica R1) i moduł akumulacyjny energii cieplnej AQ.  
R2 posiada wbudowany wyłącznik główny urządzenia fotowoltaicznego
- w pomieszczeniu korytarza wejścia do budynku (poziom piwnicy) zainstalowano rozdzielnię główną RG
- wykonać połączenia elektryczne pomiędzy modułami R2 i rozdzielnią główną RG
- wykonać połączenia modułu akumulacyjnego AQ z instalacją cwu w węźle cieplnym

Dane modułu fotowoltaicznego PV o mocy 260 Wp:

Moc nominalna ogniwa P 260Wp

Napięcie nominalne ogniwa  $U_{mpp} < 32,0\text{ V}$

Maksymalne napięcie pracy V 1000

Szerokość ogniwa 983 mm

Wysokość ogniwa 1639 mm

Grubość ogniwa 40 mm

Waga ogniwa 18,5 kg

moduły muszą posiadać dużą odporność na wiatr i obciążenie śniegiem – oświadczenie wykonawcy, że moduły przeszły test zgodnie z normą IEC 61215 na obciążenia mechaniczne 5400 Pa (550 kg/m<sup>2</sup>)

### **2.3. Część DC urządzenia fotowoltaicznego**

Falownik zostanie zabudowany w na ścianie w wolnej przestrzeni ok. 500mm pomiędzy falownikami obok projektowanej rozdzielnicy RPV wykonanej z zestawów Szafa Marina 1400 x 800 x 400 firmy Legrand z drzwiami pełnymi i wyposażonej w zamek oraz podzespoły montażowe i armaturę łączeniowo-zabezpieczającą oraz charakteryzującej się stopniem szczelności IP66, odpornością mechaniczną IK09 oraz II klasa ochronności w pomieszczeniu węzła cieplnego poziom parteru budynku .

### **2.4. Ochrona przeciwporażeniowa urządzenia fotowoltaicznego**

Falowniki SMA STP 12000TL-20 firmy SMA uniemożliwiają przepływ prądu zwarcia DC do instalacji elektrycznej, dlatego też dodatkowy wyłącznik różnicowoprądowy typu B po stronie instalacji zmiennoprądowej w tym przypadku nie jest wymagany.

### **2.5. Ochrona przeciwprzepięciowa urządzenia fotowoltaicznego**

Ochronę przed wyidukowanymi przepięciami spowodowanymi wyładowaniami atmosferycznymi zaprojektowano stosując ochronniki przepięciowe produkcji DEHN typu DEHNguard M YPV SCI 1000 FM. Są to ograniczniki przepięć typu 2 pozwalające ograniczyć przepięcia do poziomu Up 4 kV przy prądzie udarowym (8/20) 25 kA (12,5 kA na jeden biegun). Każdy łańcuch modułów PV zostanie zabezpieczony jednym ochronnikiem przepięciowym. Ochronniki przepięciowe instalacji fotowoltaicznej zostaną zabudowane w rozdzielnicy RPV.

### **2.6. Zespół zabezpieczeń falownika**

Falowniki SMA STP 12000TL-20 firmy SMA posiadają zabudowany w sobie zespół zabezpieczeń, które można w zależności od wymagań operatora sieci odpowiednio nastawiać.

Zgodnie z wytycznymi operatora sieci Tauron Dystrybucja dla projektowanych instalacji fotowoltaicznych zabudowane w falownikach zabezpieczenia należy nastawić na następujące wartości:

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

Role rozłączników poszczególnych generatorów pełnić będzie ESS (Elektronic Solar Switch), zabudowany w każdym z falowników.

Falowniki STP 12000TL-20 firmy SMA posiadają zabudowane w sobie zabezpieczenia przed pracą wyspową dla instalacji fotowoltaicznej.

Pracują one na zasadzie monitorowania zmian częstotliwości sieci. Polega to na tym, że w prawidłowo działającej sieci falownik nie ma możliwości zmienić częstotliwości. Falownik cyklicznie "podejmuje próby" zmian częstotliwości. Jeżeli się to uda, falownik natychmiast przestaje oddawać energię do sieci i odłącza się od niej. Falowniki STP 12000TL-20 firmy SMA posiadają blokadę przeciw podaniu napięcia do sieci, gdy ta jest w stanie beznapięciowym

## **2.7. Wizualizacja pracy falowników**

Od złącz RS485 falowników, za pomocą kabli sterowniczych typu LiYCY-P2x2x0,5, które należy ułożyć w korytkach równolegle z układanym kablem zasilającym przewiduje się komunikację poszczególnych falowników z aparaturą Sunny Webbox, umożliwiającą wizualizację pracy tych falowników. Aparatura Sunny Webbox zostanie zabudowana w pomieszczeniu technicznym budynku i należy ją następnie przyłączyć do istniejącej sieci Ethernet SP.

## **2.8. Część AC urządzenia fotowoltaicznego**

W projektowanej rozdzielnicy RPV strona zmiennoprądowa (AC) każdego z falowników zostanie w rozdzielni zabezpieczona wyłącznikiem nadmiarowo-prądowym S314B25.

Wyprowadzenie mocy z rozdz. RPV zostanie zrealizowane za pomocą projektowanego kabla YKY 5x35 który zostanie przyłączony do wyłącznika nadmiarowo prądowego i zwarciovego typu DPX-E 160 80A 4P Icu 16 kA firmy Legrand w rozdzielni R2 i który następnie zostanie włączony rozdzielni RG. Zabezpieczenie kabla odpływowego ze strony rozdz. RPV stanowić będzie R303 63A firmy Legrand.

Przedmiotowy układ urządzenia fotowoltaicznego nie wymaga przekazu do Tauron Dystrybucja Oddział w Bielsko Biała telepomiarów, stanu położenia łączników, informacji o zadziałaniu zabezpieczeń oraz układu do kompensacji mocy biernej gdyż moc nie jest przekazywana do sieci zewnętrznej energetycznej. Wyprowadzenie mocy do węzła cwu do modułu akumulatora energii odbywać się będzie z rozdzielni RPV za pomocą projektowanego kabla YKY 5x10 dla węzła do projektowanej rozdzielni R1 w pomieszczeniu węzła ciepłego z której zasilana będzie grzałki elektryczne zasobników - akumulatora energii AQ. Rozdzielnia R1 wykonana jest z jednej szafki LEGRAND 500x400x200 drzwi pełne z zamkiem poliester RAL 7035 IP 66 , IK 10 zainstalowane obok rozdzielni RPV na tynku .

Przedmiotowy układ urządzenia fotowoltaicznego nie wymaga przekazu do Tauron Dystrybucja Oddział w Bielsko Biała telepomiarów, stanu położenia łączników, informacji o zadziałaniu zabezpieczeń oraz układu do kompensacji mocy biernej gdyż moc nie jest przekazywana do sieci zewnętrznej energetycznej.

Zapotrzebowanie na moc wg. zestawienia:

Obwód 1 – kabel YKY 5x35 – Id 84A

- RG = 39,78 kW

Obwód 2 – kabel YKY 5x10 – Id 63A

- AQ = 12 kW

## **2.9. Wyłącznik główny urządzenia fotowoltaicznego**

Zabudowany w rozdz. R2 wyłącznik nadmiarowoprądowy i zwarciovowy typu DPX-E 160 80A 4P Icu 16 kA firmy Legrand będzie wyłącznikiem głównym urządzenia fotowoltaicznego. Wyłącznik będzie wyposażony w zespół styków pomocniczych oraz wyzwalacz pod napięciowym współpracujący z istniejącym wyłącznikiem p.poż budynku . Przyłączenie wyzwalacza pod napięciowego do obwodów p.poż. należy wykonać w rozdzielni RG wykorzystując do tego celu kabel dedykowany dla systemów bezpieczeństwa z polepszoną charakterystyką ogniową typu NHXH-FE 180/E 30 3x1,5 mm<sup>2</sup>. Falowniki SUNNY TRIPOWER 12000TL-20 , firmy SMA posiadają blokadę przeciw podaniu napięcia do sieci, gdy ta jest w stanie beznapięciowym (blokada od pracy wyspowej). Wyłączenie więc napięcia zasilającego rozdzielnie RG spowoduje brak możliwości generowania do sieci inwestora napięcia od strony przedmiotowych falowników. Rozdzielnia R2 wykonana jest z dwóch szafek LEGRAND 500x400x200 drzwi pełne z zamkiem poliester RAL 7035 IP 66 , IK 10 zainstalowane obok rozdzielni głównej w wykonanej wnęce .

## **2.10. Układ rozliczeniowy urządzenia fotowoltaicznego**

Ze względu na wartość prądu obciążenia nie przekraczającego wartości 100A, zostanie zaprojektowany bezpośredni układ pomiaru energii

elektrycznej brutto dla urządzenia fotowoltaicznego. Układ rozliczeniowy zostanie zabudowany w rozdzielnicy RPV. Do opomiarowania energii brutto wytworzonej przez urządzenia fotowoltaiczne zastosowany zostanie licznik czterokwadratowy klasy 1 pomiaru energii biernej i czynnej typu ZMD310CT44 firmy Landis Gyr wyposażony w moduł komunikacyjny P32 umożliwiający transmisję danych pomiarowych. W pobliżu rozdzielnicy RPV zostanie również zabudowane gniazdo serwisowe 230 V AC, zasilone z instalacji wewnętrznej.

### **2.11. Rozdzielnia RPV**

Obwód generatora PV zostaje wprowadzony do szafy w której zlokalizowano zabezpieczenia. Pomiar energii brutto zainstalowano w oddzielnej szafie w której zlokalizowano zabezpieczenia linii kablowych do rozdzielni RG. Rozdzielnia RPV wykonana jest z szaf Marina.

### **3. Warunki wykonania i odbioru robót**

Instalacje należy wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz

- normami sanitarnymi i elektrycznymi
- wytycznymi producentów i dostawców urządzeń oraz materiałów;

Wszystkie roboty należy prowadzić przestrzegając przepisów BHP i ppoż. Wszystkie zastosowane materiały muszą posiadać aktualne atesty, aprobaty i dopuszczenia.

### **4. Przepisy BHP dotyczące prowadzenia robót**

- Rozporządzenie Min. Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 27. 09. 1997r. tekst jednolity z dnia 28. 08. 2003r. (Dz. U. Nr 169 poz. 1650) sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy;
- Rozporządzenie Min. Infrastruktury z dnia 06.02.2003r.(Dz. U. nr wykonywania robot budowlanych;
- Przy przeprowadzeniu prac w kanałach technologicznych należy zachować szczególną ostrożność. Przed podjęciem prac należy wykonać otwory w kanałach technologicznych zgodnie z dokumentacją rysunkową. Otwory te ułatwią pracę oraz posłużą jako otwory wentylacyjne.
- Prace na dachu wykonywać stosując odpowiednie zabezpieczenia prac na wysokościach i mając stosowne uprawnienia

### **5. UWAGI KOŃCOWE**

Zgodnie z ustawą z 29 stycznia 2004 r. - Prawo zamówień publicznych (tekst jedn.: Dz.U. z 2007 r. nr 223, poz. 1655) wszelkie użyte w projekcie materiały i urządzenia należy traktować jako przykładowe, mogące

podlegać zamianie na równoważne - nie gorsze zachowując zgodność z parametrami określonymi w specyfikacjach technicznych. Powyższy projekt został wykonany z obowiązującymi normami oraz przepisami. Niniejsze opracowanie chronione jest prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 04.02.1997r. (Dz. U. Nr 24 z dnia 23.02.2003r.) Na wszelkie odstępstwa oraz zmiany proponowanych urządzeń należy uzyskać pisemną zgodę projektanta. Wszelkie zmiany w stosunku do powyższej dokumentacji bez uprzedniej zgody projektanta będą traktowane jako samowola budowlana jednocześnie zwalniając projektanta z odpowiedzialności za projektowany i realizowany obiekt i przenosząc je na wykonawcę instalacji.

## 6. Obliczenia

### 6.1. Obciążenie znamionowe instalacji fotowoltaicznej

Moc szczytowa instalacji fotowoltaicznej: 39,78kW

Napiecie zasilania: 0,4kV

Prąd obciążenia: 60,5A

Wyprowadzenie mocy z rozdz. RPV do rozdzielni RG zostanie zrealizowane za pomocą kabla typu YKY 5x35 mm<sup>2</sup>. Zabezpieczenie kabla odpływowego ze strony rozdz. RPV stanowić będzie R303 63A z wkładką D02 63A firmy Legrand.

Obciążalność prądowa długotrwała kabla typu YKY 5x35 mm<sup>2</sup> wynosi 107 A. Dla kabla wprowadzono współczynnik korekcyjny YKY 5x35 mm<sup>2</sup> = 0,87 ; czyli obciążalność kabla wyniesie  $0,87 \times 107 = 93,1A$

Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczeń:

$$[1] I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$[2] I_2 \leq 1,45 \times I_Z$$

gdzie:

- $I_B$  – obliczeniowy prąd obciążenia długotrwałego
- $I_N$  – prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego przed przeciążeniem
- $I_Z$  – obciążalność prądowa długotrwała przewodu
- $I_2$  – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego przed przeciążeniem

$I_2$  jest równy odpowiednio 1,6 dla wkładek bezpiecznikowych i 1,45 dla łączników samoczynnych z przekaźnikami przeciążeniowymi.

$$I_B(39,78kW) = 60,5A$$

$$I_N = 63A$$

$$I_Z = 93,1A$$

$$I_2 = 1,45 \times 63A = 91,4A$$

$$I_B(39,78kW) = 60,5 \leq I_N = 63A \leq I_Z = 93,1A - \text{warunek [1] spełniony}$$

$$I_2 = 1,45 \times 63 \text{ A} = 91,4 \leq 1,45 \times 93,1 \text{ A} = 135 \text{ A} - \text{warunek [2] spełniony}$$

## 6.2. Obciążenie znamionowe falownika FV1 , SMA STP 12000TL-20 -firmy SMA

Moc znamionowa falownika: 12 kW

Prąd obciążenia: 17,4 A

Jako połączenie pomiędzy danym falownikiem FV a rozdzielnią RPV dobrano kable typu YKY 3x10 mm<sup>2</sup> o obciążalności prądowej 63 A.

Dla kabla typu YKY 3x10mm<sup>2</sup> wprowadzono wsp. korekcyjny dla kabli wielożyłowych – do 6 kabli ułożonych na podporach lub na ścianie (odstęp między kablami równy średnicy kabla, odległość od ściany  $\geq 2\text{cm}$ ) = 0,87; czyli obciążalność powyższego kabla wyniesie  $0,87 \times 63 \text{ A} = 54,8 \text{ A}$ .

Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczeń:

$$[1] I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$[2] I_2 \leq 1,45 \times I_Z$$

Jako zabezpieczenie przeciążeniowe kabla dobrano wyłącznik nadmiarowoprądowy typu S 314 B 25 A.

$$I_B(12\text{kW}) = 17,4 \text{ A}$$

$$I_N = 25 \text{ A}$$

$$I_Z = 54,8 \text{ A}$$

$$I_2 = 1,45 \times 25 \text{ A} = 36,3 \text{ A}$$

$$I_B(12\text{kW}) = 17,4 \text{ A} \leq I_N = 25 \leq I_Z = 54,8 \text{ A} - \text{warunek [1] spełniony}$$

$$I_2 = 1,45 \times 25 \text{ A} = 36,3 \leq 1,45 \times 54,8 \text{ A} = 79,5 \text{ A} - \text{warunek [2] spełniony}$$

## 6.3. Wyznaczenie przestrzeni chronionej tworzonej przez zwody

Określając obszar przestrzeni chronionej, należy uwzględnić wymagania dotyczące kątów ochronnych oraz odstępów izolacyjnych uniemożliwiających powstawanie przeskoków iskrowych pomiędzy chronionymi urządzeniami i instalacjami a zwodami lub elementami urządzenia piorunochronnego.

Wymagany odstęp izolacyjny  $s$  wyznaczamy ze wzoru:

$$S = k_i * (k_c/k_m) * l, \text{ gdzie}$$

$k_i$  – wsp. zależny od klasy LPS: 0,08

$k_c$  – wsp. zależny od rozptyłu prądu w przewodach LPS: 0,5

$k_m$  – wsp. zależny od materiału odstępów izolacyjnych: 1,00

$l$  – długość mierzona wzdłuż przewodu odprowadzającego od punktu rozpatrywanego zbliżenia do punktu najbliższego połączenia wyrównawczego: 18,00 m.



Dla tak przyjętych danych wartość wymaganego odstępu izolacyjnego wynosi s: 0,72 m. Jako zwody pionowe zastosowano odpowiednio ustawione izolowane zwody pionowe wysokości 1,5m po jednym dla każdego zestawu paneli PV na podstawach betonowych jako zewnętrzne urządzenie piorunochronne. Łączone przewodem z istniejącym zwodem poziomym w izolacji wysokonapięciowej HVI –L firmy DEHN odpowiadający odstępowi 0,75m który spełnia wymagania stawiane ochrony przepięciowej dla urządzeń PV .

#### 6.4. Obliczenia prądów i spadków napięć:

dla obwodów trójfazowych

gdzie::

P- moc obliczeniowa (szczytowa), [W] 39 780

Un1, Un - napięcie fazowe, międzyprzewodowe, [V] 400

cos<p - współczynnik mocy, przyjmuje się 0,95

$I_b = 39\,780 / (1,73 \cdot 400 \cdot 0,95)$

$I_b = 60,52A$

dla obwodów trójfazowych

gdzie:  $\Delta U_{\%} = 100 \cdot P \cdot l / (\gamma \cdot s \cdot U_n^2)$

P- moc czynna, [W] 39 780

l- długość przewodu, [m] 20

s - przekrój żył linii, [mm<sup>2</sup>] 35

dla Cu: 55 [m/(W \*mm<sup>2</sup>)]

γ- konduktywność przewodu, [m/Smm<sup>2</sup>] 55 dla Al: 35 [m/(W \*mm<sup>2</sup>)]

Unf- napięcie fazowe, [V] 230

Un - napięcie międzyprzewodowe, [V] 400

$\Delta U_{\%} = 100 \cdot 39780 \cdot 20 / (55 \cdot 35 \cdot 160000) = 0,26\%$

#### 7. SPIS RYSUNKÓW :

- |                              |                                   |
|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. urządzenie fotowoltaiczne | - rzut dachu                      |
| 2. urządzenie fotowoltaiczne | - schemat instalacji elektrycznej |
| 3. urządzenie fotowoltaiczne | - schemat R1                      |
| 4. urządzenie fotowoltaiczne | - rzut piwnic węzeł cwu           |

## **8. INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA**

(zgodnie z Dz.U. Nr 120, poz. 1126 z 23 czerwca 2003 r.)

### **1. Zakres robót dla całego zamierzenia budowlanego oraz kolejność realizacji**

#### **poszczególnych obiektów**

Inwestycja obejmuje montaż urządzeń fotowoltaicznych na dachu budynku.

Przewiduje się następującą kolejność wykonywania robót budowlanych:

- montaż konstrukcji wsporczej – stalowej,
- montaż zwodów pionowych izolowanych
- montaż paneli fotowoltaicznych,
- wykonanie linii kablowych,
- montaż rozdzielni elektrycznych ,

### **2. Wykaz istniejących obiektów budowlanych**

W zakresie oddziaływania inwestycji znajdują się obecnie następujące obiekty budowlane:

a) istniejący budynek .

W obrębie terenu opracowania nie występują linie napowietrzne, lub powierzchniowe elementy infrastruktury sieciowej.

### **3. Wskazanie elementów zagospodarowania działki lub terenu, które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi**

Istniejąca instalacja elektryczna, wod-kan, gazowa .

#### **4. Wskazanie dotyczące przewidywanych zagrożeń występujących podczas realizacji robót budowlanych, określające skalę i rodzaje zagrożeń oraz miejsce i czas ich wystąpienia**

Roboty budowlane prowadzone będą w zbliżeniu do prowadzonych napowierzchniowo instalacji wewnętrznych w tym instalacji elektrycznej - należy się liczyć z możliwością przecięcia sieci i porażenia prądem.

Przy wykonywaniu robót budowlanych wystąpi ryzyko upadku z wysokości ponad 5m

– podczas montażu elementów wsporczych konstrukcji nośnej, oraz w całym okresie realizacji prac budowlanych.

#### **5. Wskazanie sposobu prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych**

Instruktaż pracowników należy przeprowadzić w oparciu o rozporządzenie ministra infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. „w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych”, Dz. U. Nr 47, poz. 401.

Należy określić szczegółowe wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu prac szczególnie niebezpiecznych, a zwłaszcza zapewnić bezpośredni nadzór nad tymi pracami wyznaczonych w tym celu osób, oraz odpowiednie środki zabezpieczające.

Należy w sposób szczególny wskazać wymagania i zasady pracy na wysokościach, a do pracy wyznaczyć osoby posiadające stosowne uprawnienia do prac na wysokościach.

Instruktaż pracowników powinien obejmować w szczególności imienny podział pracy, kolejność wykonywania zadań, wymagania bezpieczeństwa i higieny przy poszczególnych czynnościach.

Należy zwrócić szczególną uwagę na organizację robót w ramach realizacji jak również przy pracy w rejonie urządzeń i tras przyłączonych do wewnętrznej instalacji energetycznej. Pracowników należy zapoznać szczegółowo z zasadami

wykonywania robót w pobliżu linii elektroenergetycznych i instalacji elektrycznych, określonych w rozdziale 6 powyższego rozporządzenia.

**6. Wskazanie środków technicznych i organizacyjnych, zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie, w tym zapewniających bezpieczną i sprawną komunikację, umożliwiającą szybką ewakuację na wypadek pożaru, awarii i innych zagrożeń.**

Wymagania dotyczące środków technicznych zapobiegającym niebezpieczeństwom przy prowadzeniu robót budowlanych należy zastosować zgodnie z rozporządzeniem w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych

- Dz. U. Nr 47, poz. 401 z 6.02.2003 r. z późn. zm.

Należy zastosować środki ochrony indywidualnej (odzież, kaski, rękawice, uprząże, elementy asekuracyjne i autoasekuracyjne) zgodnie z powyższym rozporządzeniem oraz warunkami prowadzenia prac na wysokościach, oraz zapisami rozdziału 9 ww. rozporządzenia.

Na placu budowy należy umieścić w miejscu widocznym od strony drogi tablicę informacyjną, o której mowa w Rozporządzeniu Dz. U. Nr 108, poz. 953 z 2002 r., zawierającą m.in. numery telefonów alarmowych policji, straży pożarnej, pogotowia ratunkowego oraz okręgowego inspektora pracy.

Miejsce na terenie narażone na upadek elementów budowlanych lub gruzu należy oznaczyć tablicami ostrzegawczymi oraz na czas prowadzenia robót zabezpieczyć przed przypadkowym wejściem osób postronnych.

W związku z występowaniem na placu budowy instalacji elektrycznych należy wyznaczyć strefy niebezpieczne, w których prowadzenie robót podlega ograniczeniom wynikającym z przepisów cytowanego powyżej rozporządzenia.

W przypadku pracy samojezdnych dźwigów, samochodów samo rozładowniczych i innych pojazdów budowlanych, należy zabezpieczyć na terenie rejonu pracy tych pojazdów, a w szczególności przestrzeń będącą w zakresie pracy dźwigu

lub wind stosowanych do wyniesienia elementów konstrukcyjnych na powierzchnie dachu.

Przy prowadzeniu pracy na wysokości należy zabezpieczyć stanowiska pracy oraz dojścia, pochylnie i schody poręczami ochronnymi, a przy pracach na dachu zastosować pasy asekuracyjne oraz środki ochrony, asekuracji i autoasekuracji.

Transport materiałów na działkę należy zorganizować tak, aby ruch pojazdów nie powodował zagrożenia dla bezpieczeństwa ruchu i nie prowadził do nawożenia na drogę luźnego gruntu z terenu budowy.

### **UWAGI KOŃCOWE**

Informację niniejszą sporządzono zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia ( Dz. U. Nr 120 , poz. 1126)

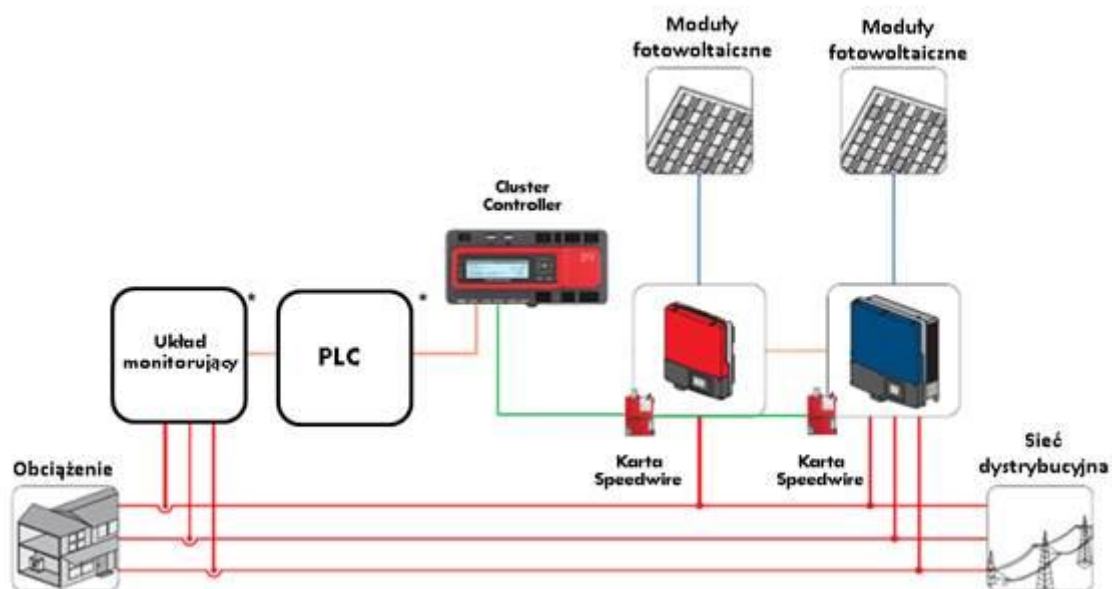
Niniejsze opracowanie dotyczy zakresu budowlanego – informacje BIOZ dla prac instalacyjnych wg właściwych projektów branżowych.

Wszelkie roboty budowlane należy prowadzić pod nadzorem osoby uprawnionej, na podstawie zatwierdzonego projektu budowlanego.

PRZYKŁADOWA KONSTRUKCJA MONTAŻOWA PV  
MOCOWANA DO ZAPROJEKTOWANEJ STALOWEJ KONSTRUKCJI NOŚNEJ REM  
13V1 Z WYŁĄCZENIEM BALASTU



PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIE OGRANICZAJĄCE MOC  
FALOWNIKÓW DLA PRODUKCJI ENERGII NA WŁASNE POTRZEBY



### **Wytyczne układanie kabli i przewodów :**

Dla prowadzenia instalacji w budynkach dla tras głównych do rozdzielń należy zastosować korytka samonośne KSM system H100 o wysokości  $H = 200\text{mm}$  i szerokości  $100\text{mm}$  z blachy gr.  $2,0\text{mm}$  przy rozstawie podpór do  $6\text{m}$  z pokrywami, łącznikami i elementami: kolano 90 st KKSC itp. Materiał: blacha stalowa ocynkowana metodą Sendzimira PN-EN 10327-2005 z lakierowaniem proszkowym w kolorze białym.

Pozostałe połączenia przewodami wykonać w np. KMPPH50 korytko H50 stal cynkowana j.w. PN-EN 10346:2011 – pełne w kolorze białym.

Korytka mocować do ścian i stropów kołkami do szybkiego montażu  $6 \times 40$  kołnierz.

Przewody do modułów fotowoltaicznych układać w kanałach kablowych KMPPH50 korytko H50 stal cynkowana j.w. PN-EN 10346:2011 – pełne w kolorze białym o szerokości  $100\text{mm}$ .

Połączenia łańcuchów PV z falownikami wykonać listwą zaciskową dostosowaną do wielkości żył przewodów łączeniowych w obudowie np. SPCP wymiary  $175 \times 250 \times 150\text{ mm}$  Ensto Cubo S IP66/67 o gładkich bokach, poliwęglan z pokrywą i przetłoczeniami którą mocujemy do konstrukcji wsporczej.

### **Minimalne wymagania dla modułów fotowoltaicznych:**

#### **Charakterystyka Wymagany parametr:**

Typ modułu polikrystaliczny

(polikrystaliczne ogniwa krzemowe)

Moc modułu

(standardowe warunki testu: napromieniowanie  $1000\text{ W/m}^2$ , temperatura ogniw  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  i współczynnik masy powietrza AM 1,5)

Min.  $260\text{ Wp}$

Sprawność modułu

(standardowe warunki testu: napromieniowanie  $1000\text{ W/m}^2$ , temperatura ogniw  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  i współczynnik masy powietrza AM 1,5)

Powyżej  $16\%$

Tolerancja mocy

(standardowe warunki testu: napromieniowanie  $1000\text{ W/m}^2$ , temperatura ogniw  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  i współczynnik masy powietrza AM 1,5)  
 $-0/+3\%$

Współczynnik wypełnienia: Min.  $0,747$

Współczynnik temperaturowy mocy: Max  $-0,44\text{ } \%/K$

Gniazdo przyłączeniowe (klasa zabezpieczeń) IP67

Rama modułu Eloksalowany stop aluminium

Przykrycie modułu

Szkło bezpieczne o grubości min. 3,2 mm z powłoką antyrefleksyjną.

Max waga modułu Max 18,5 kg

Max. Wymiary modułu: 1639 mm x 983 mm

Gwarancja mocy producenta Min. 80% mocy znamionowej po 25 latach pracy

Wytrzymałość mechaniczna na obciążenie od śniegu : Min.: 5400 Pa

Wytrzymałość mechaniczna na parcie i ssanie wiatru: Min.: 2400 Pa

**Dodatkowo moduły powinny:**

- posiadać potwierdzoną odporność na działanie mgły solnej i amoniak,
- posiadać certyfikaty zgodne z: IEC 61215, IEC 61730 oraz oznaczenie CE,
- zostać wyprodukowane w zakładach posiadających certyfikat ISO 9001 i 14001.
- posiadać gwarancję produktową min. 5 lat.

Dopuszcza się zastosowania modułów o większej wadze i wymiarach niż wskazane powyżej pod warunkiem przedstawienia przez Wykonawcę wraz z ofertą obliczeń konstrukcyjnych i uzyskania zgody projektanta.

**Minimalne wymagania dla falowników:**

**Charakterystyka Wymagany parametr:**

- Zabezpieczenie sieci przed zakłóceniami elektrycznymi powodowanymi przez urządzenia, instalacje lub sieci wnioskodawcy: a zainstalowane urządzenia i instalacje nie mogą wprowadzać zakłóceń do sieci rozdzielczej,  
Obciążenie winno być rozłożone równomiernie na poszczególne fazy, W przypadku posiadania urządzeń, lub instalacji mogących wprowadzać zakłócenia do sieci rozdzielczą należy zastosować odpowiednie urządzenia eliminujące wprowadzanie zakłóceń,
- Dostosowanie przyłączanych urządzeń, instalacji lub sieci do systemów sterowania dyspozytorskiego: a jednostka wytwórcza winna być wyposażona w łączność sprzęgający z siecią rozdzielczą wraz z urządzeniami umożliwiającymi jego nadzór i zdalne sterowanie z poziomu systemu dyspozytorskiego Regionalnej Dyspozycji Mocy,
- Wymagany stopień skompensowania mocy biernej:  
a) związaną z odbiorem energii elektrycznej czynnej na potrzeby własne:  
$$\text{tg}\phi_1 = +Q_I / +P \leq 0,4$$
  
$$\text{tg}\phi_4 = -Q_{IV} / +P = 0$$



b) związaną z wprowadzaniem wyprodukowanej energii elektrycznej czynnej do sieci:

$$\operatorname{tg}\phi_2 = +Q_{II}/-P \leq 0,4$$

$$\operatorname{tg}\phi_3 = -Q_{III}/-P = 0$$

c) przy braku przepływu energii elektrycznej czynnej:

$$Q_I = Q_{II} = Q_{III} = Q_{IV} = 0$$

gdzie:

-P - oznacza energię czynną wprowadzoną do sieci

+P - oznacza energię czynną pobraną z sieci

$Q_I$ ;  $Q_{II}$ ;  $Q_{III}$ ;  $Q_{IV}$ ; - moce bierne zdefiniowane, jako wektor wskazowy w kwadrantach układu kartezjańskiego.

- Wymagania w zakresie automatyki zabezpieczeniowej i systemowej:
  - a) jednostka wytwórcza winna być wyposażona w bezprzewodowo działającą automatykę utrzymującą parametry wytwarzania na zadanym poziomie i niezwłocznie reagującą na stany zakłócenia
  - b) jednostkę wytwórczą należy wyposażyć w zabezpieczenia dodatkowe między innymi w:  
zabezpieczenie nadprądowe zwłoczne, zabezpieczenie nadprądowe bezzwłoczne,  
zabezpieczenie przed asymetrią obciążenia, zabezpieczenie pod napięciem, zabezpieczenie nad napięciem, zabezpieczenie przed pracą silnikową zabezpieczenia nad częstotliwościowe i pod częstotliwościowe
  - c) jednostka wytwórcza musi być wyposażona w zabezpieczenia przed pracą wyspowa
  - d) jednostka wytwórcza musi być wyposażona w układy kompensacji mocy biernej,
- Kompensacja biegu jałowego transformatora: jest wymagana.