

EL-ZAB PROJEKTY INSTALACJE SYSTEMY

ŁUKASZ ZANIEWSKI

15-773 Białystok, ul. Rzemieślnicza 22/3 m. 2

tel. 783309042, NIP 542-248-14-44

**TEMAT: PROJEKT BUDOWLANY TERMOMODERNIZACJI ZESPOŁU
BUDYNKÓW SPECJALNEGO OŚRODKA SZKOLNO-
WYCHOWAWCZEGO im. Janusza Korczaka w SOKÓŁCE**

ADRES INWESTYCJI: działka nr 3102/4, ul. Osiedle Zielone 1, 16-100 Sokółka

INWESTOR: Zarząd Powiatu Sokólskiego, ul. Piłsudskiego 8, 16-100 Sokółka

BRANŻA: Elektryczna - fotowoltaika

Zespół autorski	NAZWISKO I IMIĘ	Nr uprawnień	Podpis
Projektant	inż. Grzegorz Roszczyński	Bł /241/76 Bł /329/89	
Opracował	mgr inż. Łukasz Zaniewski		

BIAŁYSTOK 22 czerwca 2015r

Zawartość

1. OPIS TECHNICZNY	3
1.1. Podstawy opracowania	3
1.2. Przedmiot opracowania	3
1.3. Lokalizacja Inwestycji	3
1.4. Charakterystyka układu	3
1.5. Przyłączenie do sieci PGE Dystrybucja S.A.	4
1.6. Opis przedsięwzięcia	4
1.7. Elementy składowe systemu	4
1.8. Moduły fotowoltaiczne	4
1.9. Inwertery fotowoltaiczne	5
1.10. Analiza produkcji energii elektrycznej	5
1.11. Charakterystyka instalacji elektrycznej	6
1.11.1. Okablowanie AC inwerterów	7
1.11.2. Instalacja uziemiająca	7
1.12. Ochrona przeciwporażeniowa	8
1.13. Ochrona przeciwprzepięciowa	8
1.14. System monitorowania instalacji fotowoltaicznej	9
1.14.1. Transmisja danych z falowników	9
1.14.2. Rejestracja i przesył danych	9
1.14.3. Serwer monitoringu PV	9
1.14.4. System regulacji mocą instalacji fotowoltaicznej za pomocą Web-Serwera	9
2. OBLICZENIA TECHNICZNE	12
2.1. Bilans mocy elektrowni fotowoltaicznej	12
2.2. Potrzeby własne inwerterów	12
2.3. Obliczenia instalacji	12
2.4. Wyniki obliczeń	12
2.5. Prąd obliczeniowy szczytowy obwodu	12
2.6. Pomiar	13
3. OPIS TECHNICZNY KONSTRUKCJI WSPORCZYCH	14
3.1. Opis konstrukcji	14
4. INFORMACJADOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA	16
4.1. Podstawa prawna:	16
4.2. Zakres Robót	16
4.3. Istniejące obiekty budowlane	16
4.4. Elementy zagospodarowania terenu mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi	16
4.5. Przewidywane zagrożenia występujące podczas realizacji robót budowlanych	17
4.6. Sposób prowadzenia instrukcji pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych	17
4.7. Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych	17
4.8. Wpływ na środowisko	17
5. LITERATURA	18
5.1. Dokumenty, instrukcje, przepisy, ustawy, rozporządzenia:	18
5.2. Normy	18

Spis tabel:

Tabela 1 Wyniki symulacji komputerowych	6
---	---

Spis rysunków:

Rys. 1 Produkcja energii w skali roku bez uwzględniania blokowania nadwyżki energii	6
Rys. 2 Schemat połączeń modułów w pasma	7
Rys. 3 Uziemienie systemu PV	8
Rys. 4 Schemat połączenia serwera z inwerterami	10
Rys. 5 Przykład regulacji mocy instalacji fotowoltaicznej do potrzeb budynku	11
Rys. 6 Sposób montażu modułów do szyn ryflowanych	14
Rys. 7 Usytuowanie konstrukcji wsporczych na dachu budynku	15

1. OPIS TECHNICZNY

1.1. Podstawy opracowania

- zlecenie inwestora,
- audyt energetyczny budynku,
- wizja lokalna,
- obowiązujące normy i przepisy.

1.2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt systemu PV „**Elektrowni Fotowoltaicznej**” o mocy 15,5kWp, zlokalizowanej dachu budynku Specjalnego Ośrodka Szkolno-Wychowawczego w Sokółce.

Dokumentacja swoim zakresem obejmuje:

- Linie kablowe nn – wewnętrzne linie zasilające,
- Konstrukcje wsporcze,
- Moduły fotowoltaiczne,
- Inwerter DC/AC,
- System monitorowania PV
- Ochrona przeciwporażeniowa,
- Ochrona przeciwprzepięciowa,
- Układ zabezpieczający przed wypływem energii do sieci energetycznej zewnętrznej,
- Pomiar energii elektrycznej na zaciskach generatora PV.

1.3. Lokalizacja Inwestycji

Lokalizacja:

- ul. Os. Zielone 1A,
- miejscowość: Sokółka,
- gmina: Sokółka.

1.4. Charakterystyka układu

- napięcie przyłączeniowe 400V
- napięcie znamionowe instalacji 400V
- moc min. przyłączeniowa oddawana: (generowana) 15 kW
- moc elektrowni fotowoltaicznej DC: 15,5 kWp
- maksymalna roczna produkcja energii: 14,8 MWh
- średnia roczna sprzedaż energii: 0 MWh
- układ sieciowy TN-S
- dodatkowy system ochrony od porażeń elektrycznych samoczynne wyłączenie,

1.5. Przyłączenie do sieci PGE Dystrybucja S.A.

Zasilanie budynku w energię elektryczną objęte oddzielnym opracowaniem. Urządzenia elektrowni fotowoltaicznej przyłączone zostaną do istniejącej rozdzielniczy głównej RG. Rozliczeniowy układ pomiaru energii z układem transmisji danych pomiarowych objęty innym opracowaniem.

1.6. Opis przedsięwzięcia

Przedsięwzięcie ma na celu budowę mikro-instalacji fotowoltaicznej umożliwiającą produkcję energii elektrycznej za pomocą modułów fotowoltaicznych – urządzeń dokonujących konwersji promieniowania słonecznego na prąd elektryczny. Elektrownia będzie usytuowana na dachu budynku „D”. Panele fotowoltaiczne umocowane będą na dedykowanych konstrukcjach wsporczych opartych na podkonstrukcji zapewniających bezpieczne użytkowanie i obsługę elektrowni. Energia elektryczna z modułów fotowoltaicznych przekazywana będzie wydzielonymi obwodami DC do inwerterów (max napięcie 1000VDC). W inwerterach energia będzie przekształcana na napięcie 400VAC o częstotliwości 50Hz i przekazywana poprzez rozdzielnicę główną do sieci wewnętrznej budynku.

Produkcja energii elektrycznej w elektrowni ma na celu zużycie energii lokalnie na własne potrzeby Inwestora. Instalacja przyłączona będzie do sieci zewnętrznej zasilającej budynek. W skład instalacji przyłączeniowej wchodzić takie urządzenia jak: rozdzielnica niskiego napięcia z osprzętem, układ pomiarowy energii wyprodukowanej brutto oraz układ redukujący nadwyżkę wyprodukowanej energii. Pod-konstrukcja wsporcza na dachu budynku zostanie objęta odrębnym opracowaniem.

1.7. Elementy składowe systemu

Na elementy składowe instalacji fotowoltaicznej składają się:

- zestawy modułów fotowoltaicznych wraz z konstrukcją wsporczą, z wyłączeniem podkonstrukcji mocowanej do poszycia dachu.
- instalacja elektryczna wraz z automatyką zapewniającą dostosowanie parametrów produkowanej energii do wymogów pracy z elektroenergetyczną siecią zewnętrzną,
- Instalację wraz z zabezpieczeniami,
- System redukcji mocy i monitorowania systemu PV.

Struktura instalacji przedstawiona jest na rysunku nr PV-1. System jest ulokowany na dachu budynku „D”. Podłączenie do rozdzielniczy głównej w budynku „C”.

1.8. Moduły fotowoltaiczne

Moduły fotowoltaiczne są urządzeniami dokonującymi konwersji promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Planowana jest elektrownia składająca się z zestawu 62 modułów o mocy 250W każdy, połączonych z inwerterami. Proces wytwarzania energii jest przyjazny środowisku, gdyż wykorzystuje się w nim zjawisko fotoelektryczne, które nie ma żadnych produktów ubocznych. Nie generuje hałasu, nieprzyjemnego zapachu, nie wymaga dodatkowych materiałów eksploatacyjnych, nie stwarza zagrożenia dla ludzi i zwierząt. Moduły fotowoltaiczne montowane będą na dedykowanych konstrukcjach wsporczych umożliwiających mocowanie paneli na dachu.

1.9. Inwertery 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 inwerterami (falownikami). Planowany jest jeden inwerter o mocy 15 kW AC zapewniającej bezpieczeństwo zautomatyzowanej pracy w czasie procesu przetwarzania energii oraz monitoring tego procesu i działania urządzeń. Inwerter zostanie umieszczony w zamkniętym pomieszczeniu zlokalizowanym na pierwszym piętrze budynku. W przypadku montażu inwertera w pomieszczeniu wymagany stopień ochrony to IP54, w przypadku montażu na zewnątrz wymaga się stopnia ochrony IP65. Inwerter zostanie powieszony na ścianie na wysokości zapewniającej dogodny dostęp dla personelu serwisującego. Moduły podłączone zostaną do falownika przewodami solarnymi i wtykami typu MC-4 w wykonaniu zewnętrznym odpornym na promieniowanie UV.

Sprawność planowanego inwertera jest nie mniejsza niż 98%. Energia elektryczna wytworzona w ogniwach zamieniana jest w inwerterze 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 wewnętrznej budynku. 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 wyspą.

Inwerter powinien być wyposażony w zabezpieczenie *napięciowe*, człon „U”, które czuwa nad poziomem napięcia wyjściowego, napięcie nie może przekraczać ustalonych wartości. Jeżeli napięcie spadnie poniżej wartości ustalonej, lub wzrośnie powyżej tej wartości wówczas inwerter musi się wyłączyć i zgłosić błąd. Człon częstotliwościowy „Hz” zabezpiecza przed zmianą parametrów częstotliwościowych sieci. Jeżeli częstotliwość pracy będzie poza zakresem ustalonym, inwerter musi się wyłączyć. Ostatnim z członów zabezpieczających jest zabezpieczenie przed pracą wyspą. Inwerter sam nie tworzy sieci elektroenergetycznej, inwerter z siecią współpracuje, w razie zaniku zasilania zewnętrznego, inwerter musi się wyłączyć.

Instalacja elektryczna powinna być wyposażona w wyłączniki różnicowoprądowe o charakterystyce B. Projektowany inwerter posiada zabudowany człon różnicowoprądowe o char. B, w takim przypadku instalacja zostanie wyposażona w wyłącznik różnicowoprądowe o charakterystyce A.

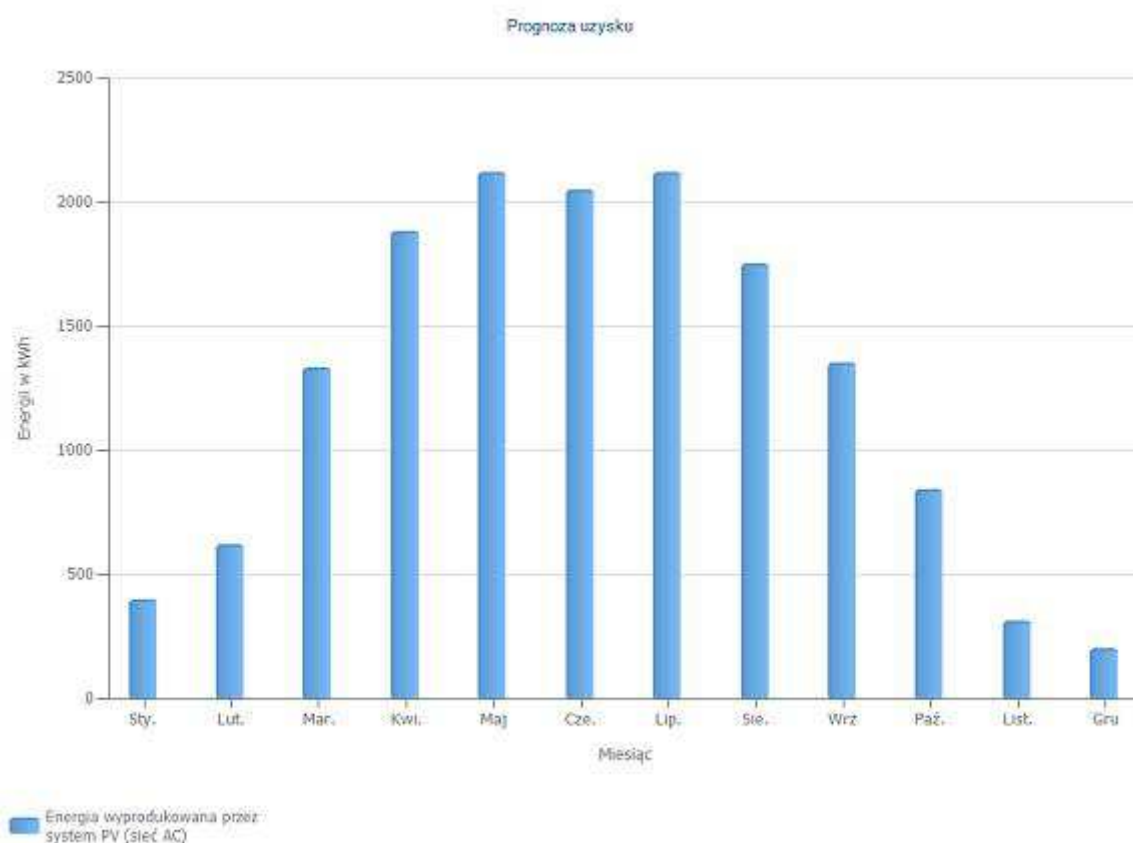
1.10. Analiza produkcji energii elektrycznej

Podstawą opracowania są symulacje komputerowe wariantów instalacyjnych w programie PV*sol Valentin software. Do symulacji założono typy użytych modułów fotowoltaicznych o mocy 250W układanymi poziomo. Wzięto również pod uwagę warunki meteorologiczne we wskazanej lokalizacji. Nie uwzględniono zanieczyszczeń modułów oraz czasu zalegania śniegu na modułach w miesiącach zimowych.

W analizowanej lokalizacji wysokość słońca w zenicie zależna jest od pory roku. W najkrótszy dniu roku ma ono wartość około 13,5°, a w najdłuższym 62°. Odległość pomiędzy sąsiednimi rzędami została wyznaczona zgodnie z instalacją modułów na dachu budynku.

Tabela 1 Wyniki symulacji komputerowych

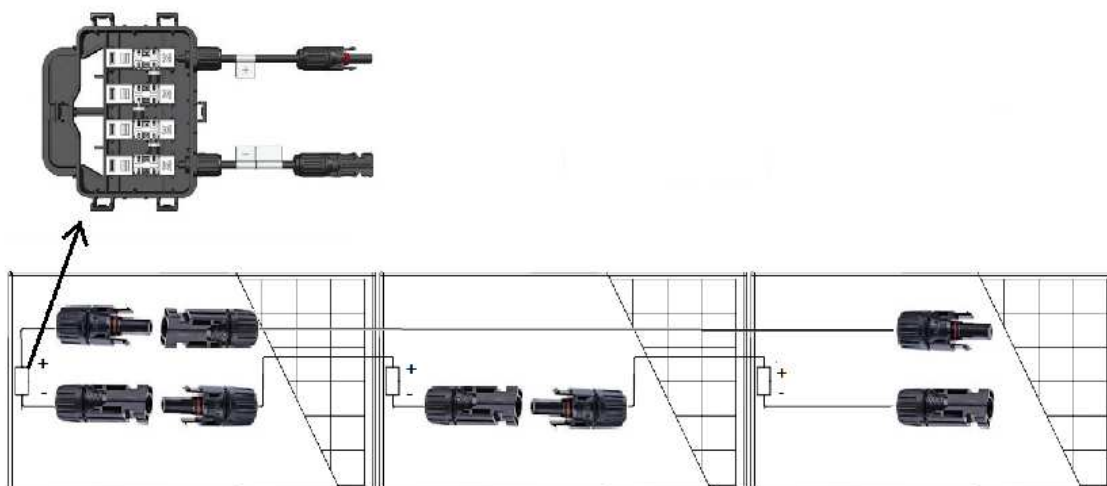
Lokalizacja:	Sokółka
Dane klimatyczne:	Sokółka
Moc min systemu AC:	15 kW
Moc systemu DC:	15,5 kWp
Spec. zysk roczny:	958,63 kWh/kWp
Roczna produkcja energii:	14 859 kWh
Stosunek wydajności (PR):	85,6 %
Redukcja emisji CO2 w skali roku:	8 910 kg

**Rys. 1 Produkcja energii w skali roku bez uwzględniania blokowania nadwyżki energii**

1.11. 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, odgraniczone falownikiem. Sekcja prądu stałego powinna być zbudowana 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 powinna być zbudowana w oparciu o klasyczne materiały, zgodnie ze sztuką inżynierii elektrycznej. W skład sekcji wchodzić będą kable energetyczne układane na powietrzu w korytkach elektroinstalacyjnych oraz rozdzielnice z zabezpieczeniami nadmiarowo prądowymi, ogranicznikami przepięć prądu przemiennego (AC), rozdzielnicę sterującą wraz z urządzeniami do zdalnej komunikacji oraz elektryczną RPV zabudowaną w pobliżu RG.



Rys. 2 Schemat połączeń modułów w pasma

1.11.1. Okablowanie AC inwerterów

Okablowanie zmiennoprądowe (AC) pomiędzy inwerterem a rozdzielnicą RAC powinno zostać wykonane za pomocą kabli YKYżo5x10mm², pomiędzy rozdzielnicą RAC a rozdzielnicą RPV ułożoną przy rozdzielnicy głównej zostanie wykonane za pomocą kabli YKXS 5x16mm², pomiędzy rozdzielnicą RPV a RG połączenie powinno być wykonane za pomocą okablowania YKYżo5x35mm². Dokładniej przedstawia to rysunek strukturalny systemu dołączony do projektu (rys. nr PV-1). Kable ułożone zostaną w korytkach w wykonaniu zewnętrznym i rurach elektroinstalacyjnych z tworzywa sztucznego, mocowanych do stelaży konstrukcji modułów fotowoltaicznych. Należy pamiętać aby promienie gięcia kabli zostały wykonane zgodnie z zaleceniami producenta kabli. Przewody zostaną przeprowadzone przez strop budynku za pomocą przepustów dachowych do kabli o średnicy 100mm.

1.11.2. Instalacja uziemiająca

Konstrukcje wsporcze modułów fotowoltaicznych zostaną ze sobą połączone u podstaw nóg zewnętrznych. Połączenie wyrównawcze powinno zostać wykonane przewodem LgY16.

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

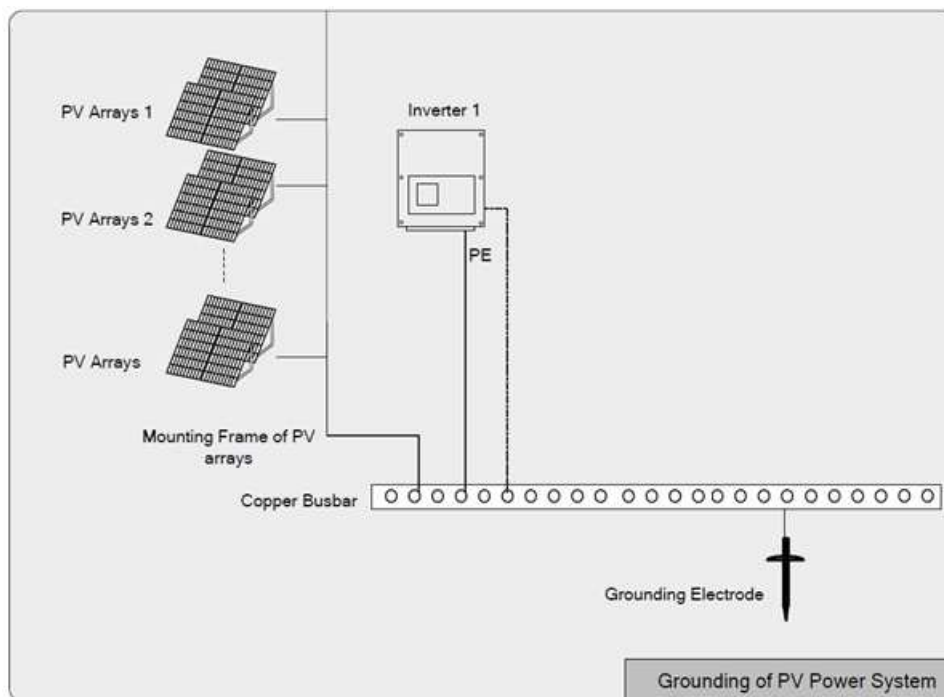
W szczególności uziemieniem należy objąć:

- konstrukcję rozdzielnic i szaf,
- konstrukcję wsporcze modułów,
- ramy modułów fotowoltaicznych poprzez konstrukcje wsporcze,
- obudowy inwerterów.

Sposób uziemienia ogniw i inwerterów przedstawiono na rys. 3.

Główna szyna uziemiająca powinna zostać podłączona do instalacji uziemiającej, przynajmniej w dwóch punktach, oraz zabezpieczona przed korozją oraz ewentualnym uszkodzeniem mechanicznym.

Kabel ochronny PE inwertera i ramy modułów zostały połączone do tego samego punktu uziemienia. W ten sposób zapewnione zostało wyrównanie potencjałów i ochrona przed porażeniem prądem.



Rys. 3 Uziemienie systemu PV

1.12. Ochrona przeciwporażeniowa

Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym powinna zostać zapewniona przez:

- Zachowanie odległości izolacyjnych (określone wymaganiami budowy stacji SN),
- Izolację roboczą (izolowanie części czynnych),
- Szybkie samoczynne wyłączenie w układzie sieciowym TN-S (według normy PN-IEC 60364-4-41),
- Stosowanie ochrony uzupełniającej.

1.13. Ochrona przeciwprzepięciowa

Należy zastosować skoordynowaną ochronę przeciwprzepięciową. Zainstalowane zostaną ograniczniki przepięć typu I i II po stronie stałoprądowej oraz zmiennoprądowej w rozdzielnicach RAC oraz RDC. W miejscu wejścia kabli z inwerterów PV do budynku. Inwertery i ogniwa fotowoltaiczne powinny być chronione warystorami dedykowanymi do instalacji PV na napięcie do 1000VDC montowanymi w rozdzielnicach RDC, sposób montażu przedstawiono na schematach rozdzielnic RAC i RDC dołączonych do dokumentacji.

1.14. System monitorowania instalacji fotowoltaicznej

1.14.1. Transmisja danych z falowników

W celu monitorowania pracy inwerterów i ilości wytwarzanej energii elektrycznej, falownik wyposażony będzie w moduł komunikacyjny RS485 lub odpowiednik. Magistrala komunikacyjna wykonana zostanie kablem w wykonaniu zewnętrznym LANT-11 (4x2x0,5 kat. 5e). Podłączony zostanie do niej inwerter oraz Web-serwer. Serwer ten będzie zapisywał dane z falownika, jednocześnie służył jako lokalne połączenie do sieci Ethernet. Sieć komunikacyjna powinna zostać zabezpieczona ogranicznikami przepięć Typu 2.

1.14.2. Rejestracja i przesył danych

Gromadzenie danych odbywać się będzie na karcie pamięci SD w serwerze. Dane do analizy muszą mieć możliwość zgrywania z urządzenia. Opcjonalnie zdalny dostęp może zapewnić wbudowana bramka GSM. Pozwala to na transmisję danych w celu ich gromadzenia i analizy. Jednocześnie możliwe jest zawiadamianie wybranych numerów SMS-ami o awariach lub nieprawidłowym funkcjonowaniu inwerterów. Ułatwi to zorganizowanie serwisu i przyspieszy reakcje na błędy w systemie.

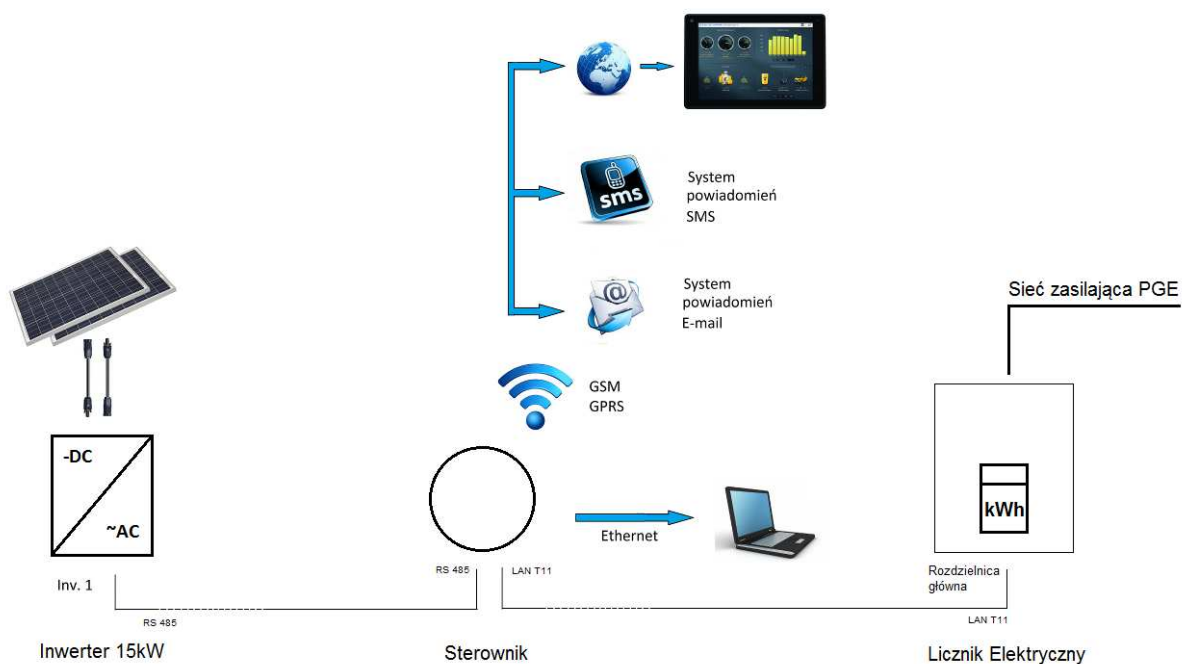
1.14.3. Serwer monitoringu PV

System powinien umożliwiać podłączenie do falowników o łącznej maks. ponad 20kWp. Serwer ten powinien mieć wejście interfejsu RS485/422 co daje możliwość podłączenia do instalacji falowników różnych producentów, liczników elektrycznych lub różnego rodzaju czujników zewnętrznych nasłonecznienia, temperatury itp.. Schemat podłączenia instalacji do systemu monitoringu obrazuje rys 4. Dzięki wbudowanemu Web-serwerowi powinien umożliwiać dostęp do danych z inwertera poprzez lokalną sieć Ethernet.

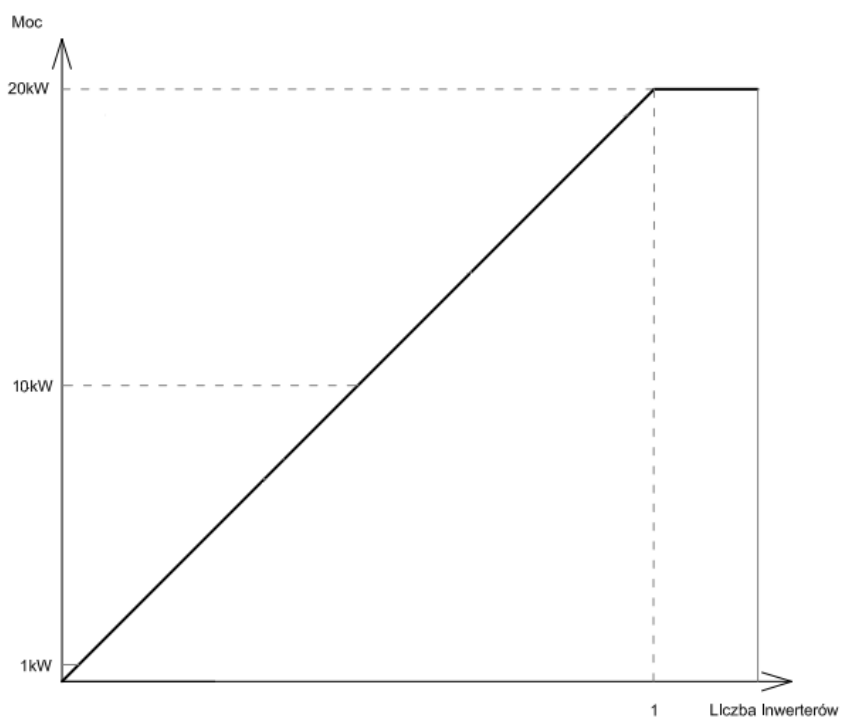
1.14.4. System regulacji mocą instalacji fotowoltaicznej za pomocą Web-Serwera

Rozwiązanie zakłada zarządzanie mocą instalacji poprzez płyną regulację każdego z inwerterów z osobna, co pozwala na doskonałe dostosowanie pracy instalacji fotowoltaicznej w zależności od konsumpcji energii przez budynek, schemat tego rozwiązania przedstawiono na rys. 4.

Cały proces sterowania inwerterami odbywa się w następujący sposób: Sterownik systemu fotowoltaicznego odczytuje dane z licznika energii elektrycznej o zapotrzebowaniu budynku w energię, czyli chwilowej konsumpcji budynku. Następnie poprzez algorytm, sterownik podejmuje decyzję o płynnym dostosowaniu wydajności odpowiedniego inwertera bądź grupy inwerterów. Ma to na celu jak najlepsze dopasowanie wydajności instalacji do charakterystyki konsumpcji budynku przedstawia to rys. 5. Za pomocą sterownika możemy płynnie regulować moc całej instalacji, zwiększając jak i zmniejszając wydajność inwerterów. Obrazuje to wykres nr 1.

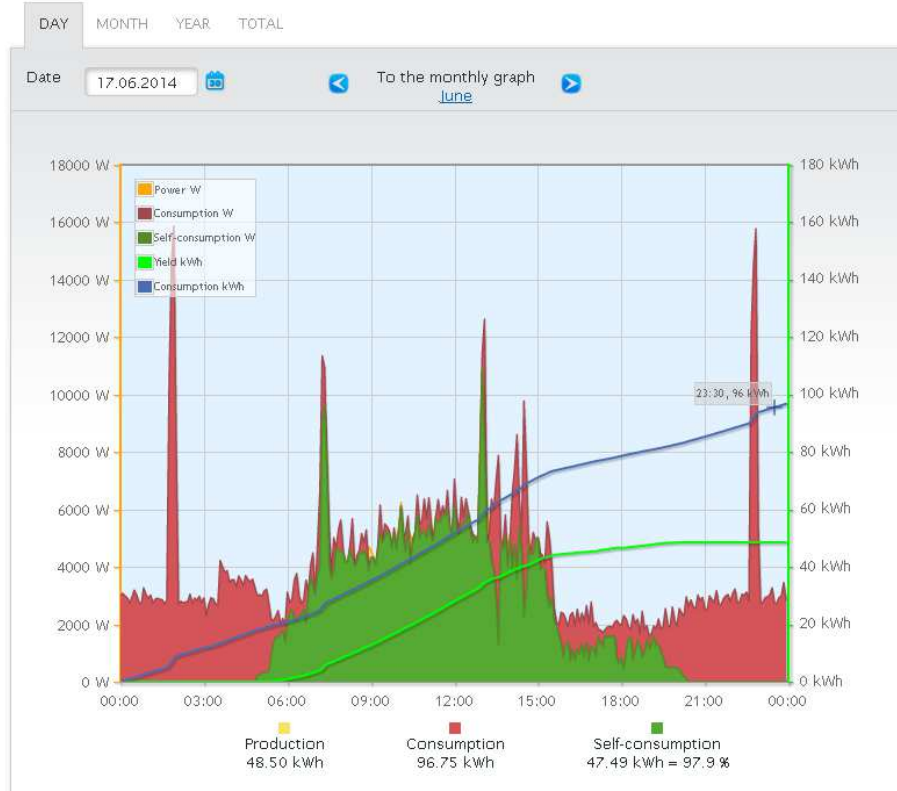


Rys. 4 Schemat połączenia serwera z inwerterami



Wykres 1 Płynna regulacja mocą instalacji fotowoltaicznej.

Balances



Rys. 5 Przykład regulacji mocy instalacji fotowoltaicznej do potrzeb budynku

2. OBLICZENIA TECHNICZNE

2.1. Bilans mocy elektrowni fotowoltaicznej

Inwerter AC/DC

Moc inwertera: 15kW

Moc zainstalowana po stronie AC: 15kW

Moc pojedynczego modułu: 250W

Ilość paneli: 62 szt.

Moc zainstalowana po stronie DC: $62 \times 250\text{Wp} = 15,5\text{kWp}$

Potencjalna produkcja energii: 14,8 MWh

2.2. Potrzeby własne inwerterów

- Zużycie energii na potrzeby własne inwertera 20 kWh/rok

2.3. Obliczenia instalacji

Obliczenia techniczne dotyczą sprawdzenia doboru przewodów, kabli i zabezpieczeń. Należy przeprowadzić następujące obliczenia:

- prąd obliczeniowy szczytowy obwodu,
- sprawdzenie obciążalności kabli i dobór zabezpieczeń,
- prąd zwarcia 1 -fazowego i sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej (samoczynne wyłączenie)
- sprawdzenie dopuszczalnych spadków napięcia Obliczenia potwierdzają prawidłowy dobór kabli.

2.4. Wyniki obliczeń.

- Prądy szczytowe obwodów nie przekraczają wartości znamionowych zabezpieczeń i obciążalności długotrwałej przewodów. Wielkości zabezpieczeń zapewniają prawidłową ochronę przewodów.
- Przekroje przewodów są większe od minimalnych wymaganych z punktu obciążalności zwarciowej.
- Samoczynne wyłączenie zasilania dla rozdzielnic i odbiorników jest spełnione przy dobranych zabezpieczeniach i obliczonej impedancji pętli zwarcia Z_s .

2.5. Prąd obliczeniowy szczytowy obwodu

Maksymalny prąd roboczy obliczono przy wsp. mocy 1. Moc przyłączeniowa dostarczana łącznie $P_{sd}=15\text{kW}$, $I_b=21,65\text{A}$.

UWAGI KOŃCOWE

- a) Całość robót instalacyjno - montażowych wykonać zgodnie z Polskimi Normami i Przepisami.
- b) Całość prac wykonać ze szczególnym uwzględnieniem wymagań BHP.
- c) Stosować materiały dopuszczone do stosowania w budownictwie,
- d) Zmiany należy uzgodnić z autorem opracowania.
- e) Prace w pobliżu i na częściach czynnych urządzeń elektroenergetycznych wykonywać po wyłączeniu zasilania, uziemieniu i dopuszczeniu do pracy pod nadzorem upoważnionych pracowników Inwestora.
- f) Należy dokonać inwentaryzacji geodezyjnej powykonawczej.
- g) Przy przekazywaniu obiektu do eksploatacji wykonawca obowiązany jest dostarczyć inwestorowi dokumentację powykonawczą, w tym:
 - dokumentację techniczną z naniesionymi ewentualnymi zmianami,
 - protokół badań rezystancji izolacji,
 - protokół badań skuteczności ochrony przeciwporażeniowej,
 - certyfikaty lub deklaracje zgodności wydane dla wyrobów stosowanych w instalacjach elektrycznych,
 - Instrukcję ruchu i eksploatacji urządzeń, instalacji i sieci odbiorczej uzgodnioną w Wydziale Ruchu PGE DYSRYBUCJA S.A. Oddział w Białymstoku.

2.6. Pomiary

Po wykonaniu prac montażowych przed uruchomieniem urządzeń należy wykonać pomiary testerem instalacji PV zgodnym z normą VDE0126-23(EN 62446):

- stanu izolacji kabli zasilających DC (1000 V),
- pomiar napięcia jałowego U_{oc} do 1000 VDC,
- pomiar prądu zwarciovego I_{sc} ,
- badanie jakości produkowanej energii,
- bilans energii,

oraz :

- stanu izolacji kabli zasilających AC (według normy PN-HD 60364-6:2008),
- rezystancji uziemienia (według normy PN-EN 62305-3),
- pomiar impedancji pętli zwarcia,
- skuteczność ochrony przeciwporażeniowej przez samoczynne wyłączenie zasilania.

Z przeprowadzonych badań i pomiarów należy sporządzić protokoły (według norm PN-HD 60364-6:2008, PN-EN 62446) stanowiące podstawę do uruchomienia i oddania do eksploatacji objętej opracowaniem instalacji.

3. OPIS TECHNICZNY KONSTRUKCJI WSPORCZYCH

3.1. Opis konstrukcji

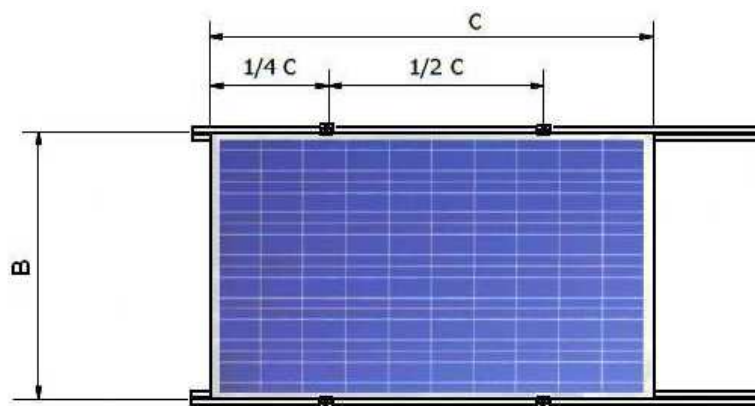
Założono wykorzystanie fabrycznej konstrukcji wsporczej przeznaczonej do mocowania modułów fotowoltaicznych. Konstrukcje modułów zamocowane będą do pod konstrukcji dachowych objętych oddzielnym opracowaniem. Panele fotowoltaiczne na dachu budynku będą mocowane poziomo (horyzontalnie) w wysokości 30cm od poszycia dachu. Zastosowana zostanie konstrukcja wsporcza o nachyleniu 45° oparta na trójkątnych wspornikach montażowych, połączonych ze sobą szynami ryflowanymi. Pomiędzy podkonstrukcją ze stali ocynkowanej a trójkątami montażowymi wykonanymi z aluminium powinny być zastosowane przekładki ze stali nierdzewnej.

Trójkątne wsporniki powinny być mocowane do pod-konstrukcji co 167 cm, szyny ryflowane zamocowane zostaną do wsporników na skrajnych krawędziach modułów fotowoltaicznych (**Rys. 6**). Panele fotowoltaiczne do konstrukcji zostaną przymocowane za pomocą połączeń śrubowych (klemy krańcowe KK). Połączenia te wykonane zostaną w $\frac{1}{4}$ oraz $\frac{3}{4}$ długości modułu PV.

Wszystkie elementy konstrukcji powinny być wykonane z aluminium, z wyłączeniem śrub oraz nakrętek wykonanych ze stali nierdzewnej. Aluminium nie jest materiałem podatnym na korozję.

WARUNKI WYKONANIA ROBÓT BUDOWLANO – MONTAŻOWYCH.

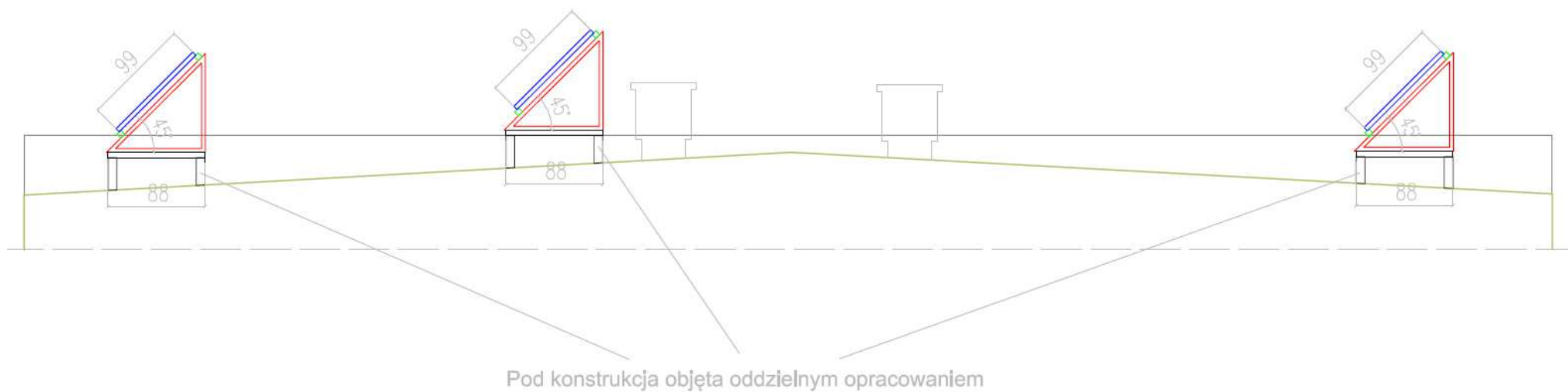
Wszystkie roboty budowlano – montażowe, a także odbiór robót należy wykonać zgodnie z warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych wydanych przez Ministerstwo Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa, a opracowanych przez Instytut Techniki Budowlanej.



Rys. 6 Sposób montażu modułów do szyn ryflowanych

Dane techniczne:

Mocowanie do podłoża:	Trójkątne wsporniki mocowane co 167 cm
mocowanie paneli:	horyzontalne
kąt nachylenia modułów	45°
ilość rzędów modułów	1 rząd
obciążenia śniegiem:	1500 N/m ²
obciążenia wiatrem (tył):	1860 N/m ²
obciążenia wiatrem (przód):	bez ograniczeń
specyfikacja materiałów:	Aluminium EN6060 oraz Stal nierdzewna A2



Rys. 7 Usytuowanie konstrukcji wsporczych na dachu budynku.

4. INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA

4.1. Podstawa prawna:

Art. 21a ust. 4 z dnia 07 lipca 1994 – Prawo budowlane (Dz. u. z 2000 r. Nr 106, poz. 1126, z późn. zm.) oraz przepisów wykonawczych Rozporządzenia 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 z 2003 r.).

4.2. Zakres Robót

Zakres planowanych prac:

- montaż konstrukcji wsporczych na dachu budynku,
- montaż paneli fotowoltaicznych na konstrukcji,
- montaż inwerterów DC/AC na ścianie budynku,
- montaż projektowanych rozdzielnic elektrycznych,
- montaż projektowanych instalacji elektrycznych nn - 0,4 kV,
- montaż połączeń wyrównawczych.

Kolejność prowadzenia prac:

- przygotowanie miejsca pracy,
- ułożenie kabla,
- podłączenia.

4.3. Istniejące obiekty budowlane

- Projektowany budynek
- Projektowane linie kablowe,
- Drogi publiczne.

4.4. Elementy zagospodarowania terenu mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi

- Rozdzielnie elektryczne w budynku,
- Istniejące linie elektroenergetyczne,
- Sieć telekomunikacyjna,
- Drogi publiczne.

4.5. Przewidywane zagrożenia występujące podczas realizacji robót budowlanych

- Ryzyko upadku z wysokości ponad 6 m podczas prac montażowych przy budowie instalacji elektrycznych,
- Ryzyko porażenia prądem elektrycznym podczas montażu projektowanych instalacji elektrycznych,
- Ryzyko porażenia prądem elektrycznym przy podłączaniu istniejących kabli i przewodów,
- Pożar instalacji.

4.6. Sposób prowadzenia instrukcji pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych

- Bezpośrednio przed przystąpieniem do prac należy zapoznać pracowników z zagrożeniami wyszczególnionymi w punktach 4 i 5, oraz udzielić instruktażu z zakresu prowadzonych robót włącznie z wykonaniem wpisu do dziennika bud.

4.7. Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych

- Zaleca się organizowanie stanowiska pracy zgodnie z przepisami i zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy,
- Należy zapewnić pracownikom odzież ochronną i sprzęt ochrony osobistej oraz dopilnować, aby te środki były stosowane zgodnie z przeznaczeniem,
- Zaleca się wykonywanie prac przy urządzeniach elektrycznych wyłączonych spod napięcia oraz zastosować odpowiednie zabezpieczenie przed przypadkowym załączeniem napięcia. Prace prowadzone w pobliżu kabla energetycznego wykonywać ręcznie pod nadzorem pracownika PGE Dystrybucja S.A.,
- Apteczka pierwszej pomocy.
- Telefon komórkowy na placu budowy umożliwiający wezwanie pomocy

4.8. Wpływ na środowisko

Inwestycja nie wpływa negatywnie na otaczające środowisko naturalne.

5. LITERATURA

5.1. Dokumenty, instrukcje, przepisy, ustawy, rozporządzenia:

- 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.

5.2. Normy

- PN-E-83017 Systemy fotowoltaiczne przetwarzania energii słonecznej. Terminologia i symbole.
- PN-HD 60364-7-712:2007 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.
- PN-EN 60529:2003 Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP).
- PN-EN 60445:2010 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, znakowanie i identyfikacja. Identyfikacja zacisków urządzeń i zakończeń przewodów.
- PN-EN 60446:2010 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, znakowanie i identyfikacja. Identyfikacja przewodów kolorami albo znakami alfanumerycznymi.

- PN-EN 60439-1:2003 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 1: Zestawy badane w pełnym i niepełnym zakresie badań typu.
- PN-EN 60439-4:2008 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 4: Wymagania dotyczące zestawów przeznaczonych do instalowania na terenach budów (ACS)
- PN-EN 50274:2004 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym. Ochrona przed niezamierzonym dotykiem bezpośrednim części niebezpiecznych czynnych
- PN-EN 62208:2006 Puste obudowy rozdzielnic i sterownic niskonapięciowych. Wymagania ogólne.
- PN-E-05163:2002 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe osłonięte. Wytyczne badania w warunkach wyładowania łukowego, powstałego w wyniku zwarcia wewnętrznego.
- PN-E-04700:1998/Az1:2000 Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych. Wytyczne przeprowadzania po montażowych badań odbiorczych.
- PN-HD 60364-6:2008 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 6: Sprawdzanie.
- PN-HD 60364-4-41:2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym.
- PN-IEC 60364-4-43:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed prądem przetężeniowym.
- PN-IEC 60364-4-46:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Odłączanie izolacyjne i łączenie.
- PN-IEC 60364-4-443 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi.
- PN-IEC 60364-5-51:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Postanowienia ogólne.
- PN-IEC 60364-5-52:2002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprzewodowanie.
- PN-IEC 60364-5-52:2002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Obciążalność prądowa długotrwała przewodów.
- PN-IEC 60364-5-53:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza.
- PN-IEC 60364-5-534:2003 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Urządzenia do ochrony przed przepięciami.
- 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.
- 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.

- PN-E-05125: 1976 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.
- PN-HD 62305-1:2008 Ochrona odgromowa. Część 1: Zasady ogólne.
- PN-HD 62305-2:2008 Ochrona odgromowa. Część 2: Zarządzanie ryzykiem.
- PN-HD 62305-3:2009 Ochrona odgromowa. Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia.
- PN-HD 62305-4:2009 Ochrona odgromowa. Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach.