
PROJEKT WYKONAWCZY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ o mocy 2,72 kWp

Tytuł opracowania:	„OZE w budynkach użyteczności publicznej i budynkach mieszkalnych na terenie gminy Przyrów”
Inwestor:	Gmina Przyrów ul. Częstochowska 7 42-248 Przyrów
Lokalizacja:	Budynki mieszkalne na terenie Gminy Przyrów

Oświadczenie

Na podstawie art. 20 ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r.
Prawo budowlane (Dz. U. z 2016r. poz. 290) niniejsza
dokumentacja techniczna jest kompletna i sporządzona zgodnie
z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej.

Projektant branża	mgr inż. Marek Pomorski
elektryczna:	SLK/6014/PWBE/15
Projektant branża	mgr inż. Damian Okraska
konstrukcyjno-budowlana:	SLK/5772/PWBKb/15

Marzec 2020

Zawartość opracowania

1. Kserokopia uprawnień projektanta.....	4
2. Oświadczenia	8
3. Opis techniczny.....	9
3.1 Podstawa opracowania	9
3.2 Przedmiot opracowania.....	9
3.3 Lokalizacja inwestycji i opis obiektu.....	9
3.4 Charakterystyka układu	9
3.5 Opis przedsięwzięcia.....	10
3.6 Elementy składowe systemu	10
3.7 Zestawienie głównych elementów instalacji	10
4. Charakterystyka głównych elementów i zabezpieczeń instalacji	11
4.1 Moduły fotowoltaiczne.....	11
4.2 Inwerter fotowoltaiczny	12
4.3 Charakterystyka instalacji elektrycznej.....	12
4.4 Okablowanie DC inwerterów	13
4.5 Okablowanie AC inwerterów	14
4.6 Instalacja uziemiająca	15
4.7 Instalacja wyrównawcza	15
4.8 Instalacja odgromowa instalacji fotowoltaicznej	16
4.9 Ochrona przeciwporażeniowa	16
4.10 Ochrona przeciwprzepięciowa	16
5. System monitorowania instalacji	17
5.1 Transmisja danych z inwerterów	17
5.2 Układ pomiarowy	17
6. Obliczenia instalacji.....	17
6.1 Wyniki obliczeń.....	18
6.2 Prąd obliczeniowy szczytowy obwodu.....	18
7. Opis konstrukcji wsporczej i przykładowych rozwiązań montażowych.....	19
8. Diagnostyka uszkodzeń systemów fotowoltaicznych.....	21
9. Gwarancja osiągnięcia efektu rzeczowego	21
10. Procedura odbiorowa instalacji	21
10.1 Wymagane protokoły pomiarowe	21
10.2 Rezystancja izolacji przewodów DC	22
11. Informacje związane z bezpieczeństwem i ochroną zdrowia.....	23
11.1 Podstawa prawna	23

11.2 Zakres robót	23
11.3 Istniejące obiekty budowlane	23
11.4 Elementy zagospodarowania terenu mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia .	23
11.5 Przewidywane zagrożenie występujące podczas realizacji robót budowlanych.....	24
11.6 Sposób prowadzenia instrukcji pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych	24
11.7 Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych.....	24
11.8 Wpływ na środowisko.....	24
12. Bezpieczeństwo eksploatacji – opracowanie ogólne	24
13. Uwagi końcowe.....	31
14. Literatura	31
15. Rozporządzenia i ustawy	33

1. Kserokopia uprawnień projektanta



SLK/OKK/7131.7132/6014/15

Katowice, dnia 22 czerwca 2015 r.

DECYZJA

Na podstawie art. 12 ust. 2, 3, 4, art. 13, art. 14 ust. 1 pkt. 4c ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. z 2013 r., poz. 1409 z późn. zm.), § 10 i § 14 ust. 5 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. z 2014 r., poz. 1278) oraz na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz.U. z 2013 r., poz. 932 z późn. zm.), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan Marek Pomorski

mgr inż. elektrotechniki
ur. dnia 05 maja 1986 w Częstochowie

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny SLK/6014/PWBE/15

do projektowania i kierowania robotami budowlanymi
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń
elektrycznych i elektroenergetycznych bez ograniczeń

Zakres uprawnień:

- projektowanie obiektu budowlanego i kierowanie robotami budowlanymi związanymi z obiektem budowlanym, takim jak: sieci, instalacje i urządzenia elektryczne i elektroenergetyczne, w tym kolejowe, trolejbusowe i tramwajowe sieci trakcyjne, sieci trakcyjne metra wraz z instalacjami i urządzeniami technicznymi zasilania w tym kolejowej, trolejbusowej i tramwajowej sieci trakcyjnej, sieci trakcyjne metra oraz elektrycznego ogrzewania rozjazdów;
- sprawdzanie projektów budowlanych i sprawowanie nadzoru autorskiego,
- kierowanie wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzór i kontrola techniczna wytwarzania tych elementów,
- wykonywanie nadzoru inwestorskiego,
- sprawowanie kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych z zastrzeżeniem art. 62 ust. 5 ustawy.

Na podstawie §10 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie - uprawnienia niniejsze uprawniają do sporządzania projektów zagospodarowania działki lub terenu wyłącznie w zakresie uzyskanej specjalności.

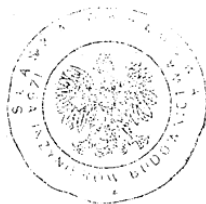
UZASADNIENIE

W wyniku pozytywnego postępowania kwalifikacyjnego i pozytywnego wyniku egzaminu ze znajomości procesu budowlanego oraz praktycznego zastosowania wiedzy technicznej wydanie niniejszych uprawnień budowlanych jest uzasadnione.

Od niniejszej decyzji służy prawo odwołania do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej ŚOIIB w Katowicach w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.

Otrzymują:

1. Pan Marek Pomorski
Sportowa 72/74 m. 22
42-229 Częstochowa
Okręgowa Rada Izby
Główny Inspektor
Nadzoru Budowlanego
2. a/a.
3. a/a.
4. a/a.



Skład orzekający OKK

1. mgr inż. Piotr Szatkowski
2. inż. Hieronim Spizewski
3. mgr inż. Zbigniew Dzierżewicz



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

SLK-49A-4BV-1C9 *

Pan Marek Pomorski o numerze ewidencyjnym SLK/IE/9223/15
adres zamieszkania ul. Sportowa 72/74 m.22, 42-229 Częstochowa
jest członkiem Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2020-07-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2019-07-12 roku przez:

Roman Karwowski, Przewodniczący Rady Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.



Ś L Ą S K A
O K R Ę G O W A
I Z B A
I N Ż Y N I E R Ó W
B U D O W N I C T W A

SLK/OKK/7131.7132/5772/14

Katowice, dnia 22 czerwca 2015 r.

DECYZJA

Na podstawie art. 12 ust. 2, 3, 4, art. 13, art. 14 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. z 2013 r., poz. 1409 z późn. zm.), § 10 i § 12 ust. 1 pkt. 1 i 2 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. z 2014 r., poz. 1278) oraz na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz.U. z 2013 r., poz. 932 z późn. zm.), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan Damian Okraska

mgr inż. budownictwa
ur. dnia 02 maja 1987 w Zawierciu

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

**numer ewidencyjny SLK/5772/PWBKb/15
do projektowania i kierowania robotami budowlanymi
w specjalności konstrukcyjno - budowlanej bez ograniczeń**

Zakres uprawnień:

- sporządzanie projektu architektoniczno – budowlanego w odniesieniu do konstrukcji obiektu,
- sporządzanie projektu zagospodarowania działki lub terenu wyłącznie w zakresie uzyskanej specjalności,
- sprawdzanie projektów budowlanych w zakresie specjalności konstrukcyjno – budowlanej i sprawowanie nadzoru autorskiego,
- kierowanie robotami budowlanymi w odniesieniu do konstrukcji obiektu oraz architektury obiektu,
- kierowanie wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzór i kontrola techniczna wytwarzania tych elementów,
- wykonywanie nadzoru inwestorskiego,
- sprawowanie kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.

UZASADNIENIE

W wyniku pozytywnego postępowania kwalifikacyjnego i pozytywnego wyniku egzaminu ze znajomości procesu budowlanego oraz praktycznego zastosowania wiedzy technicznej wydanie niniejszych uprawnień budowlanych jest uzasadnione.

Od niniejszej decyzji służy prawo odwołania do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej SIOIIB w Katowicach w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.

Otrzymują:

1. Pan Damian Okraska
Jurajska 22
42-421 Włodowice, Morsko
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor
Nadzoru Budowlanego
4. a/a.



Skład orzekający OKK

1. 
mgr inż. Piotr Szatkowski

2. 
inż. Hieronim Spiżewski

3. 
mgr inż. Zbigniew Dzierżewicz



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

SLK-DHD-7L7-3IM *

Pan Damian Okraska o numerze ewidencyjnym SLK/BO/9288/15
adres zamieszkania ul. Jurajska 22, 42-421 Morsko
jest członkiem Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2020-08-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2019-08-27 roku przez:

Roman Karwowski, Przewodniczący Rady Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.



OŚWIADCZENIE

Opracowanie techniczne wykonane dla potrzeb realizacji inwestycji na budynku użyteczności publicznej, sporządzono zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej. Opracowanie wykonano zgodnie z umową oraz wydano w stanie kompletnym ze względu na cel, jakiemu ma służyć.

Jako projektant oświadczam, że przy projektowaniu instalacji fotowoltaicznej dla potrzeb realizacji inwestycji na budynku użyteczności publicznej, zastosowano mechanizmy uwzględniające wszystkich użytkowników zgodnie z zasadami projektowania uniwersalnego. W ramach projektowania uwzględniono fizyczne i techniczne warunki wpływające na możliwość dostępu tzn., użytkownika danej usługi lub produktów przez wszystkie osoby w każdym wieku, z różnymi możliwościami, umiejętnościami i stopniem sprawności bez konieczności adaptacji bądź specjalistycznego projektowania.

Zastosowane rozwiązania techniczne nie ograniczają dostępności poszczególnych użytkowników, w tym osób niepełnosprawnych, do urządzeń w ramach zwykłego użytkowania instalacji fotowoltaicznych np. odczyt parametrów z inwertera. Zastosowane rozwiązania odpowiadają potrzebom wszystkich użytkowników, umożliwiając im korzystanie z efektów końcowych przedsięwzięcia.

Jako projektant niniejszym oświadczam, że inwestycja polegająca na budowie instalacji fotowoltaicznej o mocy **2,72 kW** może być realizowana bez konieczności uzyskania zezwolenia, pozwolenia na budowę oraz nie podlega konieczności zgłoszenia wykonywania robót budowlanych, co jest zgodne z obowiązującym na dzień sporządzenia niniejszego projektu stanem prawnym tj., Prawa Budowlanego (Ustawa z dnia 7 lipca 1994 z póź. zm. Dz.U 2013, poz. 1409 j.t.) oraz interpretacją wydaną przez Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego.

Projektant branża
elektryczna:

mgr inż. Marek Pomorski
SLK/6014/PWBE/15

3. Opis techniczny

3.1 Podstawa opracowania

Niniejsze opracowanie obejmuje projekt instalacji elektrycznej, przyłączenia instalacji fotowoltaicznej do sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia, układu fotowoltaicznego wraz z zabudową modułów PV, inwertera oraz kabli łączących poszczególne generatory słoneczne. Opracowanie to zostaje sporządzone na podstawie:

- umowy z Inwestorem
- uzgodnień z Inwestorem
- inwentaryzacją obiektu objętego inwestycją
- obowiązujących norm i przepisów
- ogólnych warunków związanych z dofinansowaniem
- wytycznych projektowania instalacji fotowoltaicznych

3.2 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy 2,72 kWp.

Projekt swoim zakresem obejmuje:

- Linie kablowe NN – wewnętrzne linie zasilające;
- Konstrukcje wsporcze;
- Moduły fotowoltaiczne;
- Inwerter DC/AC;
- Instalację odgromową
- Ochronę przeciwporażeniową;
- Ochronę przeciwprzepięciową;
- System monitoringu instalacji PV.

3.3 Lokalizacja inwestycji i opis obiektu

Projektowane instalacje zostaną zamontowane na dachu/elewacji budynku mieszkalnego/gospodarczego lub na ziemi obok budynku, gdzie zostanie zainstalowanych 8 sztuk paneli.

3.4 Charakterystyka układu

- napięcie przyłączeniowe 230V;
- napięcie znamionowe instalacji 230V;
- moc minimalna przyłączeniowa oddawana: (generowana) 2,72 kW;
- moc elektrowni fotowoltaicznej DC: 2,72 kWp;
- układ sieciowy TN-C-S lub TN-S – wg. obowiązujących wymogów i norm europejskich lub równoważnych;
- dodatkowy system ochrony od porażenia elektrycznego – samoczynne wyłączenie;
- przyłączenie do sieci lokalnego dystrybutora.

3.5 Opis przedsięwzięcia

Przedsięwzięcie ma na celu budowę instalacji fotowoltaicznej na budynku mieszkalnym / gospodarczym, umożliwiającą produkcję energii elektrycznej za pomocą modułów fotowoltaicznych – urządzeń dokonujących konwersję promieniowania słonecznego na prąd elektryczny. Panele fotowoltaiczne będą mocowane na dedykowanych konstrukcjach wsporczych zapewniających bezpieczne użytkowanie i obsługę systemu. Energia elektryczna z paneli fotowoltaicznych przekazywana będzie wydzielonymi obwodami DC do inwertera. W inwerterze tym energia będzie przekształcana na napięcie 230V o częstotliwości 50Hz i przekazywana kablem elektroenergetycznym NN poprzez rozdzielnicę główną budynku do sieci wewnętrznej. Produkcja energii elektrycznej w elektrowni ma na celu zużycie energii na miejscu oraz dalsze oddawanie nadwyżek wyprodukowanej energii. Znamionowa moc instalacji powinna być określona pomiarami w Standardowych Warunkach Pomiaru. Moduły PV powinny posiadać jeden z certyfikatów zgodności z normą IEC 61215, PN-EN 61215, PN-EN 61646 lub z normami równoważnymi, wydanymi przez właściwą akredytowaną jednostkę certyfikującą.

3.6 Elementy składowe systemu

Na elementy składowe instalacji fotowoltaicznej składają się:

- zestaw modułów fotowoltaicznych wraz z konstrukcją wsporczą;
- instalacja elektryczna wraz z automatyką zapewniającą dostosowanie parametrów produkowanej energii do wymogów pracy z siecią lokalnego Dystrybutora;
- instalacja wraz z zabezpieczeniami;
- system monitoringu instalacji PV wbudowany w inwerter lub zewnętrzny.

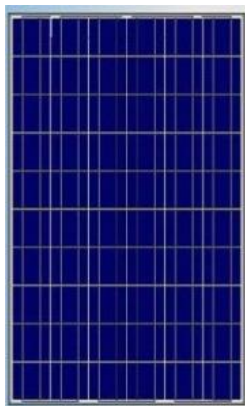
System będzie składał się z 8 modułów.

3.7 Zestawienie głównych elementów instalacji

Lp.	Wyszczególnienie	Ilość
1	Moduł fotowoltaiczny	8 szt.
2	Inwerter	1 szt.
3	Skrzynka przyłączeniowa po stronie AC wykonanie w II klasie ochronności o IP 65	1 szt.
4	Skrzynka przyłączeniowa po stronie DC wykonanie w II klasie ochronności o IP 65	1 szt.
5	Konstrukcja dedykowana dla instalacji fotowoltaicznej	1 kpl.
6	Elementy montażowe, rurki instalacyjne, uchwyty	1 kpl.
7	Okablowanie	1 kpl.
8	Zabezpieczenie przeciwprzepięciowe i odgromowe	1 kpl.

4. Charakterystyka głównych elementów i zabezpieczeń instalacji

4.1 Moduły fotowoltaiczne



Panele fotowoltaiczne monokrystaliczne są urządzeniami dokonującymi konwersji promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Planowana jest elektrownia składająca się z zestawu 8 paneli o mocy min. 340W każdy. Łączna moc paneli wynosi min 2,72 kWp. Panele muszą być o mocy nominalnej pojedynczego modułu nie mniej niż 340Wp. Dopuszczalne obciążenie powierzchni modułu musi zapewniać jego wytrzymałość na podmuchy wiatru, śnieg, grad i inne występujące w tym rejonie zjawiska atmosferyczne. Każdy moduł musi posiadać świadectwo testów fabrycznych oraz potwierdzenie spełnienia aktualnych norm w szczególności IEC 61215, IEC 61730 lub równoważna.

Podstawowe parametry modułu w warunkach standardowych STC

(AM 1,5; 1000 W/m²; 25° C):

Opis wymagań	Parametry wymagane
Typ modułu	Monokrystaliczne ogniwa krzemowe
Moc modułu	Min 340 Wp
Sprawność modułu	Min 20 %
Tolerancja mocy	Wyłącznie dodatnia
Współczynnik wypełnienia FF	Min. 77,90 %
Współczynnik temp. mocy	Nie gorszy niż -0,36 %/K
Napięcie w punkcie maks. mocy (Vmpp)	W zakresie 34,50 - 37,60 V
Natężenie prądu w p. maks. mocy (Impp)	W zakresie 9,30 - 9,90 A
Napięcie obwodu otwartego (Voc)	W zakresie 41,20 - 45,40 V
Prąd obwodu zamkniętego (Isc)	W zakresie 9,60 - 10,60 A
Gwarancja wydajności	10 lat: min. 90% mocy znamionowej
	25 lat: min. 80% mocy znamionowej
Wytrzymałość mechaniczna na obciążenie od śniegu	Min. 5400 Pa
Wytrzymałość mechaniczna na parcie i ssanie wiatr	Min. 2400 Pa
Szerokość modułu	Max. 1100 mm
Wysokość modułu	Max. 1700 mm
Gwarancja jakości producenta	Min. 15 lat
Certyfikaty	IEC 61215, IEC 61730 IEC 61701 i IEC 62716

4.2 Inwerter fotowoltaiczny



Należy zastosować falownik PV wg opisu w poniższej tabeli. Dopuszcza się jako zamienniki falownika o nie gorszych parametrach. Falownik musi mieć możliwość wzajemnej komunikacji i diagnostyki poprzez system nadzorujący. Sumaryczna moc falownika po stronie AC nie może być mniejsza niż 85% mocy nominalnej podłączonych modułów po stronie DC .

Tabela 1. Minimalne parametry falownika PV – 2,5 kW

Nazwa parametru	Wartość parametru
Maksymalna moc paneli fotowoltaicznych	3250 W
Ilość MPPT/ilość ciągów na MPP	2/1
Moc wyjściowa	2500W
Maksymalna moc wyjściowa	2500V
Maksymalne natężenie prądu	11.3A
Napięcie nominalne prądu przemiennego; zakres pracy	220V/230V/240V; 180V-280V
Sprawność maksymalna / Sprawność EURO	97,6% / 97%
Rozłącznik DC dla każdego MPPT	TAK
Waga	14 KG
Moc pobierania w nocy	<0,5W
Stopień ochrony IP	IP65
Gwarancja: 10 lat	TAK
Certyfikaty	CE, IEC62109, G83, VDE0126-1-1, UTE C 15-712, G59, AS4777, AS/NZS 3100, CEIO-21, VDE-AR-N4105, EN50438, CQC, IEC 61683, IEC 60068, IEC 61727, IEC 62116

Montaż inwertera:

Inwerter należy zamontować zgodnie z przeprowadzonym audytem na podłożu.

Aby zapewnić prawidłowe odprowadzanie ciepła, należy zachować podane poniżej minimalne odstępów od ścian czy innych przedmiotów:

- góra min 40 cm
- dół min 20 cm
- boki min 10 cm

4.3 Charakterystyka instalacji elektrycznej

Instalacja elektryczna, zawierająca okablowanie i osprzęt elektryczny zapewniający bezpieczeństwo obsługi systemu będzie podzielona na dwie główne sekcje. Sekcja prądu stałego i sekcja prądu przemiennego. Sekcja prądu stałego będzie budowana w oparciu o

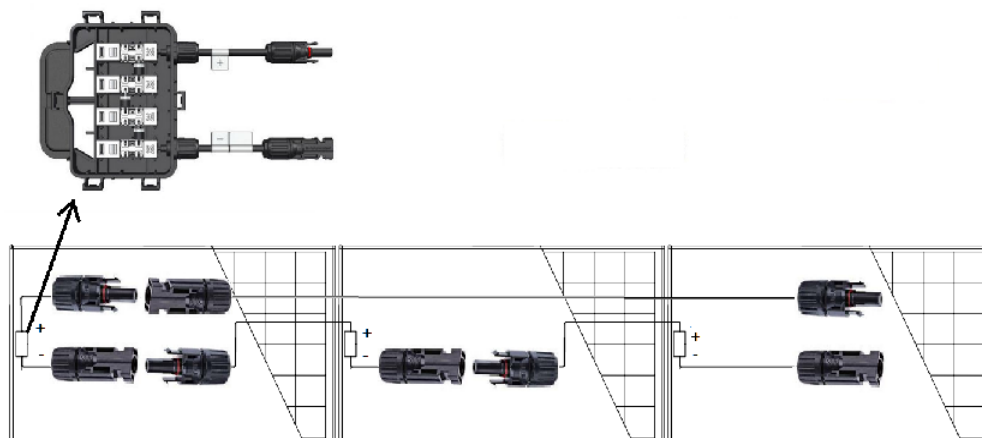
kable dedykowane do instalacji fotowoltaicznych, odporne na działanie warunków atmosferycznych i promieniowania UV oraz rozdzielnice z zabezpieczeniami, ogranicznikami przepięć prądu stałego. Sekcja prądu przemiennego budowana będzie, zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej. W skład sekcji wejdą kable energetyczne układane na powietrzu w korytach elektroinstalacyjnych oraz rozdzielnice w II klasie ochronności IP65 z zabezpieczeniami nadmiarowo-prądowymi, ogranicznikami przepięć prądu przemiennego (AC).

W budynku inwestora umiejscowiona jest rozdzielnica główna (RG).

Moduły należy łączyć szeregowo w łańcuchy za pomocą przewodów. Nadmiary przewodów należy mocować do konstrukcji aluminiowej za pomocą opasek odpornych na promieniowanie UV oraz szkodliwe czynniki atmosferyczne. W miejscach gdzie przewody są narażone na promieniowanie słoneczne należy zastosować stosowne osłony. W rozdzielniach należy zainstalować bezpieczniki rozłącznikowe oraz ochronniki przepięciowe. Należy zastosować inwerter z rozłącznikiem izolacyjnym, dlatego nie ma konieczności stosowania dodatkowego rozłącznika w rozdzielnicy RDC. Należy przewidzieć możliwość odłączenia obydwóch biegunów każdego łańcucha. Przewody z poszczególnych łańcuchów modułów do miejsca przyłączenia należy prowadzić w korytach kablowych.

4.4 Okablowanie DC inwerterów

Okablowanie pomiędzy modułami fotowoltaicznymi, a inwerterem wykonane zostanie przewodem solarnym zewnętrznym odpornym na promieniowanie UV o przekroju min. 4 mm². Okablowanie DC będzie podwieszone na konstrukcji wsporczej modułów fotowoltaicznych, biegnącą pod każdym z modułów. Okablowanie DC inwertera podzielone powinno być na pasma zgodnie z zaleceniami producenta inwertera. Wpęcia będą poprzez złączki MC4 lub równoważne. Przykładowy sposób połączeń modułów przedstawia rysunek nr 2. Wymaga się aby instalacja DC wyposażona była w ogranicznik przepięć Typu SPD 1+2. Kable zasilające LSHF 4 mm² od strony układu DC wprowadzone do budynku, w których napięcie może dochodzić do 1000V, należy układać bezpośrednio pod tynkiem o grubości minimum 5mm lub prowadzić natynkowo w instalacyjnych rurkach karbowanych RKGS, instalacyjnych listwach ściennych, rurach osłonowych na całej długości prowadzonego kabla chroniąc go od uszkodzeń mechanicznych. Z uwagi na zapewnienie bezpieczeństwa osób przebywających w budynku, nie dopuszcza się prowadzenia wewnątrz budynku okablowania po stronie DC w sposób nawierzchowny bez zastosowania rurek ochronnych. Całość instalacji wykonać z należytą starannością i zgodnie ze sztuką. Prace wykonać zgodnie z rysunkami instalacyjnymi elektryki: E-1, E-2.



Rys. 2 – Ideowy schemat połączeń modułów w pasma

4.5 Okablowanie AC inwerterów

Do budowy instalacji elektrycznej po stronie AC stosuje się następujące materiały podstawowe:

- kable elektroenergetyczne typu YKY z izolacją na 1000 V
- przewody jednożyłowe i wielożyłowe miedziane typu YDY, LgY z izolacją na 750 V
- osprzęt elektryczny p/t i n/t – łączniki, przyciski, gniazda o prądzie roboczym 16A

Okablowanie zmiennoprądowe (AC) zasilające inwerter zakłada się, że zostanie wykonane kablami YKYżo 3x4mm². Kable nN powinny spełniać wymagania PN-93/E-90401 lub równoważna. Zaleca się stosowanie kabli o napięciu znamionowym 0,6/1kV, pięćżyłowych w izolacji polwinitowej lub równoważnej. Przekrój żył powinien być dobrany w zależności od dopuszczalnego spadku napięcia, dopuszczalnej temperatury nagrzania kabla przez prądy robocze i zwarciove oraz skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w przypadku samoczynnego wyłączenia zasilania. Należy dobrać okablowanie, tak aby straty na kablach nie przekraczały 1%. Rozprowadzane przewody należy zabezpieczać przy pomocy rur ochronnych elektroinstalacyjnych.

Trasa przewodów:

Na dachu/elewacji przewody rozprowadzić pod panelami w rurze ochronnej elektroinstalacyjnej. W możliwie najkrótszy i nieinwazyjny sposób doprowadzić je do inwertera zgodnie z ustaleniami z użytkownikiem. W budynku prowadzić przewody najkrótszą i najkorzystniejszą drogą z zachowaniem sztuki budowlanej za ustaleniami i zgodą właściciela budynku.

W przypadku montażu na konstrukcjach wolnostojących, przewody umocować pod panelami, następnie w rurze ochronnej elektroinstalacyjnej przeprowadzić je w gruncie do budynków odpowiedniej osłonie i przy odpowiednim zabezpieczeniu. Przewody muszą być

stabilnie zamontowane, wsparte i zabezpieczone przed działaniem czynników zewnętrznych takich jak: ziemia, deszcz, śnieg, gryzonie, wiatr, promieniowanie UV i promieniowanie słoneczne. Trasy kablowe instalacji PV należy oznaczyć za pomocą naklejek ostrzegawczych informujących o istnieniu instalacji PV na obiekcie. Naklejki ostrzegawcze wykonać na elementach instalacji PV, jak również zastosować przy liczniku operatora sieci oraz w punkcie podłączenia do sieci (złączu ZK), jako informację dla operatora sieci.

4.6 Instalacja uziemiająca

Jako uziemienie należy wykorzystać istniejący uziom w obiekcie np. fundamentowy lub otokowy (typu B) lub wykonać dodatkowy uziom szpilkowy (typu A). 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 skutecznie uziemione połączenia wyrównawcze. W rozdzielnicy R-AC zainstalować ogranicznik typu 1+2 (klasa B+C). Konstrukcję wsporczą modułów fotowoltaicznych należy ze sobą połączyć. Połączenie wyrównawcze należy wykonać przewodem LgY16 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:

- ramy modułów fotowoltaicznych poprzez konstrukcje wsporcze;
- konstrukcję rozdzielnic i szaf;
- obudowę inwertera;

Należy połączyć konstrukcję nośną do Głównej Szyny Uziemiającej, a kabel ochronny PE do inwertera. W ten sposób zapewnione zostanie wyrównanie potencjałów i ochrona przed porażeniem prądem.

4.7 Instalacja wyrównawcza

Konstrukcja korytek kablowych oraz inwerter należy połączyć do głównej listwy wyrównawczej budynku. Uziemienie modułów będzie wykonywane z pomocą systemu połączeń wyrównawczych z dostępnego uziemienia instalacji elektrycznej Inwestora, po wcześniejszym sprawdzeniu wartości rezystancji. Jeżeli w istniejącym budynku nie został wykonany uziom ochronny instalacji elektrycznej konieczne będzie wykonanie osobnego uziemienia szpilkowego o wartości rezystancji poniżej 10Ω dla potrzeb projektowanej

instalacji. Połączenia wyrównawcze wykonywane zostaną za pomocą przewodu LgY 16mm².

4.8 Instalacja odgromowa instalacji fotowoltaicznej

W celu ochrony paneli fotowoltaicznych przed bezpośrednim wyładowaniem atmosferycznym należy wykonać połączenia wyrównawcze konstrukcji paneli przewodami miedzianymi o przekroju 16mm². W przypadku gdy mamy instalację odgromową na budynku, wykonawca zobowiązany jest do dostosowania instalacji odgromowej systemu PV zgodnie z wymaganiami ogólnymi zawartymi w normie PN-EN 62305 oraz w przypadku braku instalacji odgromowej na dachu budynku dostosować instalację PV zgodnie z normą PN-EN 62305.

4.9 Ochrona przeciwporażeniowa

Ochrona przeciwporażeniowa nn realizowana jest na podstawie wymagania normy N-SEP-E-001 – „Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa”.

Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym powinna być zapewniona przez:

- zachowanie odległości izolacyjnych,
- izolację roboczą (izolowanie części czynnych),
- uziemienie ochronne (wykonanie wspólnego uziomu dla urządzeń oraz części przewodzących dostępnych (0,4 kV),
- szybkie samoczynne wyłączenie w układzie sieciowym TN-C-S (według normy PN-HD 60364–4–41 lub równoważna) lub TN-S w zależności od istniejącego układu na obiekcie w którym zlokalizowana będzie instalacja fotowoltaiczna
- stosowanie ochrony uzupełniającej.

Projektowana instalacja elektryczna jest zgodna z przepisami budowlanymi w zakresie ochrony przeciwporażeniowej oraz wymogami normy PN-HD-60364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych" lub równoważna. W ramach systemu ochrony od porażień prądem elektrycznym należy zastosować samoczynne szybkie wyłączenie zasilania w układzie TNS. Zapewni to zgodne z normą wyłączenie zasilania.

4.10 Ochrona przeciwprzepięciowa

Należy zastosować skoordynowaną ochronę przeciwprzepięciową. Planuje się instalację ograniczników typu SPD 1+2 po stronie stałoprądowej oraz zmiennoprądowej w rozdzielnicach AC oraz DC. W miejscu wejścia kabli z inwerterów PV do budynku

zamontować ograniczniki typu SPD 1+2. Inwertery i ogniwa fotowoltaiczne ochronić warystorami dedykowanymi do instalacji PV na napięcie do 1000VDC montowanymi w rozdzielnicy DC. W skrzynkach DC należy zastosować ograniczniki przepięć ograniczające łuk elektryczny w przypadku zadziałania.

W tablicy R-AC zastosować ogranicznik SPD 1+2 typu iskiernikowego. W przypadku lokalizacji rozdzielnicy R-DC w odległości większej niż 10m od paneli PV to należy ponowić zabezpieczenia ochronników przeciwprzepięciowych.

5. System monitorowania instalacji

5.1 Transmisja danych z inwerterów

W celu monitorowania pracy inwertera i ilości wytwarzanej energii elektrycznej, inwerter wyposażony zostanie w moduł komunikacyjny RS485 lub równoważny. Dopuszcza się również rozwiązanie w którym inwerter ma wbudowany lub zintegrowany system monitoringu, przesyłu danych itp.. Magistralę komunikacyjną należy wykonać kablem ekranowanym FTP (4x2x0,5 kat. 5e).

5.2 Układ pomiarowy

Po zgłoszeniu do lokalnego zakładu energetycznego będzie wymieniony istniejący układ pomiarowo-rozliczeniowy poprzez zastosowanie licznika czterokwadrantowego (dwukierunkowego).

6. Obliczenia instalacji

Obliczenia techniczne dotyczą sprawdzenia doboru przewodów, kabli i zabezpieczeń.

Przeprowadzono 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

Instalacja PV	Pi [kW]	kj	Ps [kW]	Ib	In	$I_z \geq \frac{k_2 \cdot I_n}{1,45}$
				[A]	[A]	
2,72kW/1f/10m	2,04	1	2,72	12,58	16	17,66

Dobry kabel	Iz kabla	Izkab * 0,8	Ib < In < Iz	Izkab * 0,8 > Iz
[mm2]	[A]	[A]		
YKY 3x4	40	32	12,58 < 16 < 17,66	32 > 17,66

SPADEK NAPIĘCIA 3-F		
Moc	P [kW]	2,72
Długość	l [m]	10
Gamma	Sm/mm2	56
Przekrój	mm2	4
Napięcie	U [V]	230
		1 -fazwe
DeltaU	%	0,45909

6.1 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 Zs.

6.2 Prąd obliczeniowy szczytowy obwodu

Po przeprowadzonych obliczeniach maksymalny prąd roboczy obwodu wyniesie I_{max}=13,5A.

UWAGI KOŃCOWE

- Całość robót instalacyjno - montażowych wykonać zgodnie z Polskimi Normami i Przepisami
- Całość prac wykonać ze szczególnym uwzględnieniem wymagań BHP
- Stosować materiały dopuszczone do stosowania w budownictwie
- Zmiany należy uzgodnić z autorem opracowania
- Prace w pobliżu i na częściach czynnych urządzeń elektroenergetycznych wykonywać po wyłączeniu zasilania, uziemieniu i dopuszczeniu do pracy pod nadzorem upoważnionych pracowników Wykonawcy.

-
- 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.

7. Opis konstrukcji wsporczej i przykładowych rozwiązań montażowych

Planuje się wykorzystanie fabrycznej konstrukcji wsporczej przeznaczonej do mocowania modułów fotowoltaicznych na dachu budynku / elewacji budynku / do montażu naziemnego. Panele fotowoltaiczne będą umieszczone równolegle z poszyciem dachu obiektu. Konstrukcję stanowić będą aluminiowe szyny zamocowane do dachu budynku / elewacji budynku / konstrukcji naziemnej. Szyny należy ułożyć i zamontować dokładnie z wytycznymi producenta oraz z instrukcją montażową dostarczoną do danego zestawu fotowoltaicznego. W przypadku zastosowania elementów dodatkowych, nie dostarczonych przez producenta w celu zamontowania modułów należy przedstawić atest i świadectwo zgodności z obowiązującymi normami wydane przez odpowiednią jednostkę lub osobę posiadającą odpowiednie uprawnienia.

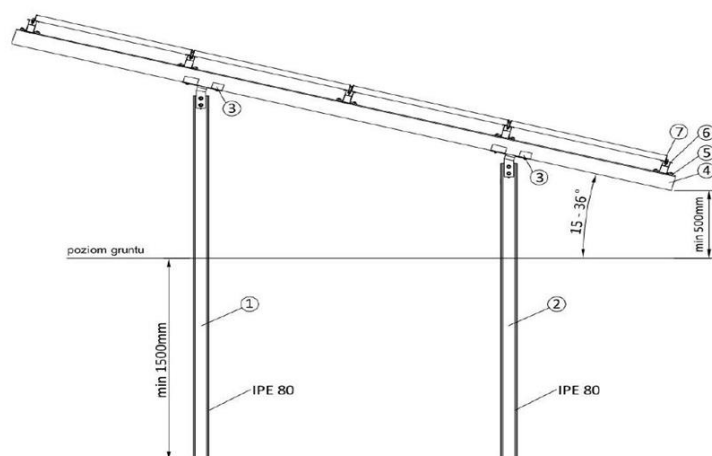
Konstrukcja powinna być wykonana w pełnym przekroju z materiałów niekorodujących np. aluminium. Konstrukcje te nie będą wymagały w celu zabezpieczenia przed korozją nanoszenia i nakładania dodatkowych warstw ochronnych.

W przypadku montażu na ziemi montaż ten będzie odbywał się na konstrukcjach systemowych producenta, a konstrukcja ta nie będzie na stałe związana z gruntem (brak fundamentu).

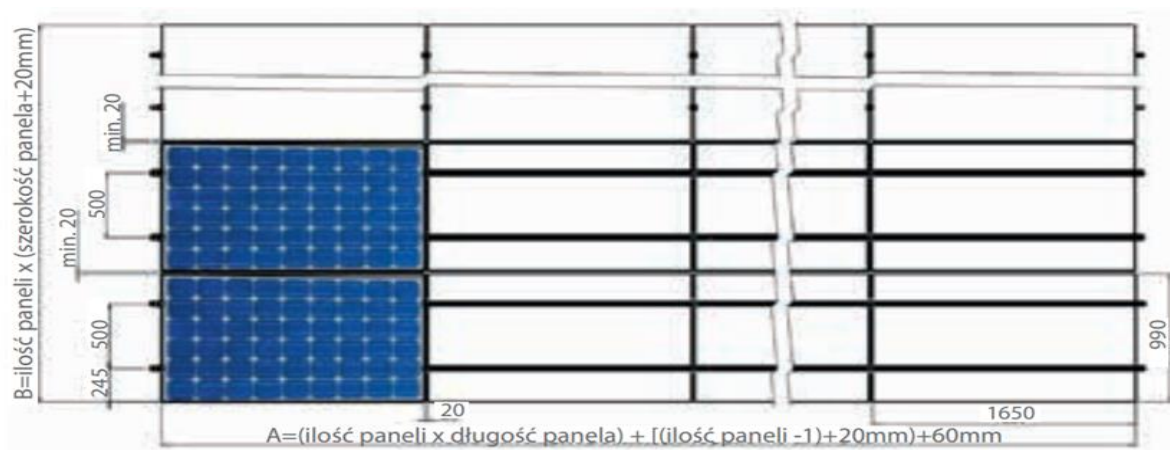
Wykonawca będzie zobowiązany do zastosowania odpowiedniej konstrukcji (systemu montażowego) do danego obiektu zgodnie z protokołem uzgodnień wykonywanym podczas wizyty na danej lokalizacji.

Konstrukcję należy podłączyć z istniejącą instalacją odgromową oraz sprawdzić wartość uziomu wymagany $< 10 \Omega$.

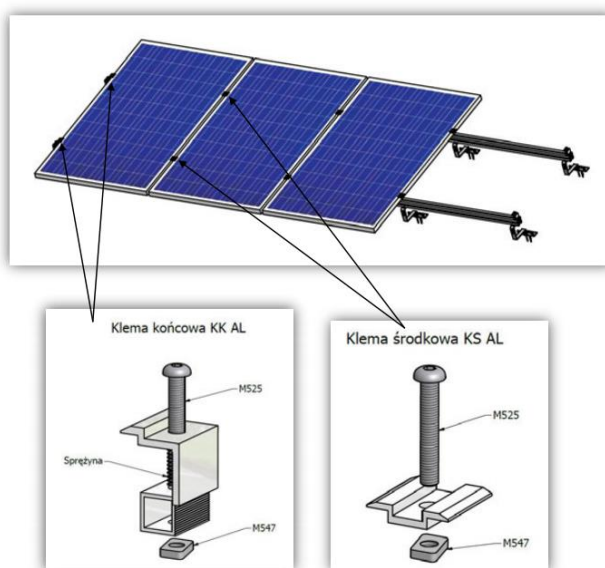
Przykładowe schematy montażu modułów PV znajdują się na rysunkach 4, 5 i 6. Szczegółowy sposób zamontowania zostanie dostarczony przez producenta w formie instrukcji montażowej do danego typu zestawu PV.



Rys. 4 – Przykładowy sposób wykonania i montażu na konstrukcjach naziemnych



Rys. 5 – Przykładowy sposób wykonania i montażu na konstrukcjach dachowych



Rys. 6 – Ideowy schemat konstrukcji wsporczej

Wszystkie elementy planowanej fabrycznej konstrukcji wsporczej są wykonane z aluminium z wyłączeniem śrub oraz nakrętek wykonanych ze stali nierdzewnej. Aluminium nie jest materiałem podatnym na korozję.

Mocowanie konstrukcji należy wykonać za pomocą odpowiednich śrub – dedykowanych do odpowiedniego poszycia dachowego lub danego rodzaju elewacji. Waga konstrukcji dla 4 paneli to około 25kg w zależności od producenta.

Dane techniczne:

wytrzymałość konstrukcji:	obliczana wg lokalizacji Inwestycji
obciążenia śniegiem:	minimum 3000 Pa – zalecana 5400 Pa
obciążenia wiatrem:	minimum 3000 Pa – zalecana 5400 Pa
specyfikacja materiałów:	Aluminium EN6060 lub inne o podobnych parametrach
śruby/nakrętki:	Stal nierdzewna A2

8. Diagnostyka uszkodzeń systemów fotowoltaicznych

Topologia systemu powinna w łatwy sposób pozwalać na zlokalizowanie łańcucha, w którym znajduje się uszkodzony moduł. Dane pomiarowe uzyskane z inwertera powinny pozwalać na porównanie chwilowych wartości i parametrów falownika z wartościami teoretycznymi. W przypadku, gdy moduł jest uszkodzony następuje spadek mocy falownika, który jest sygnalizowany, a w toku odpowiednich pomiarów określone zostanie dokładnie jego położenie.

9. Gwarancja osiągnięcia efektu rzeczowego

Zgodnie z założeniami projektu przyjęto osiągnięcie minimalnych efektów rzeczowych:

- Moc instalacji – 2,72 kW
- Ilość paneli fotowoltaicznych – 8 szt.
- Powierzchnia ogniw ~ 15,64 m²

10. Procedura odbiorowa instalacji

Odbiór końcowy od wykonawcy przeprowadza przedstawiciel zamawiającego (inwestora). Może on w tym celu powołać komisję odbiorczą. Zakończenie i wyniki wymienionych prac powinny zostać udokumentowane. W celu odbioru instalacji fotowoltaicznej, wykonawca powinien dokonać pomiarów instalacji fotowoltaicznej. Protokoły pomiarowe z wykonanych pomiarów należy przygotować i dostarczyć dla Inwestora łącznie z dokumentacją powykonawczą

10.1 Wymagane protokoły pomiarowe

Zaleca się aby Wykonawca przedstawił następujące protokoły

-
- Badania rezystancji izolacji kabli zasilających AC (według normy PN-HD 60364-6:2008 lub równoważna);
 - Badania rezystancji uziemienia (według normy PN-EN 62305-3 lub równoważna);
 - Badania rezystancji izolacji kabli stałoprądowych DC;

10.2 Rezystancja izolacji przewodów DC

Pomiar należy wykonać za pomocą urządzenia dedykowanego do instalacji fotowoltaicznych. Pomiar powinien być przeprowadzany zgodnie z wytycznymi dla normy IEC/EN62446 lub równoważna.

Urządzenie pomiarowe powinno umożliwiać pomiar rezystancji izolacji całego stringu modułów fotowoltaicznych. Pomiar rezystancji izolacji dla szeregu modułów – urządzenie automatycznie realizuje wewnętrzne zwarcie, pomiędzy biegunem dodatnim i ujemnym modułów.

Wymagania pomiarowe:

Napięcie probiercze - 1000 VDC

Wymagane dane wyjściowe pomiaru:

Rzeczywiste napięcie pomiarowe;

Wartość napięcia pomiędzy przewodem dodatnim i ujemnym;

Wartość napięcia pomiędzy uziemieniem i przewodem dodatnim;

Wartość napięcia pomiędzy uziemieniem i przewodem ujemnym;

Rezystancja izolacji.

Minimalny zakres pomiarowy urządzenia:

Rezystancja izolacji dla napięcia testowego 1000 VDC:

- zakres $0.1 \div 1.9 \text{ M}\Omega$, rozdzielczość $0.1 \text{ M}\Omega$;
- zakres $2 \div 99 \text{ M}\Omega$, rozdzielczość $1 \text{ M}\Omega$;
- dokładność pomiaru $\pm(20.0\%rdg+5dgt)$.

Zgodność urządzenia pomiarowego ze standardami:

- Bezpieczeństwo IEC/EN61010-1, IEC/EN61010-031 lub równoważna
- Pomiary IEC/EN62446s lub równoważna
- Kategoria ochrony CAT III 300 V do uziemienia, maks. 1000 V pomiędzy wejściami
- W celu rozliczeń zielonej energii należy montować w rozdzielni TL licznik bezpośredni. 3x230/400V, 60A lub musi umożliwiać to inwerter lub inne urządzenie

Instalacja elektryczna systemu PV:

Projektowana instalacja fotowoltaiczna o łącznej mocy 2,72 kWp dołączona zostanie do rozdzielni głównej obiektu. Dla rozdzielnic stosować obudowy metalowe. Obudowy łączyć z przewodem PE.

Urządzenie pomiarowe powinno spełniać wymagania dyrektywy niskonapięciowej 2006/95/EC (LVD) oraz dyrektywy kompatybilności elektromagnetycznej 2004/108/EC (EMC).

11. Informacje związane z bezpieczeństwem i ochroną zdrowia

11.1 Podstawa prawna

Art. 21a ust. 4 z dnia 07 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (Dz. U. z 2016 r., poz. 290) 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).

11.2 Zakres robót

Zakres planowanych prac:

- montaż konstrukcji wsporczych,
- montaż paneli fotowoltaicznych na konstrukcji,
- montaż inwertera DC/AC na konstrukcji,
- montaż projektowanych instalacji elektrycznych nn - 0,4kV,
- montaż połączeń wyrównawczych.

Kolejność prowadzenia prac:

- przygotowanie miejsca pracy,
- trasowanie i ułożenie okablowania,
- montaż konstrukcji wsporczych i systemów montażowych
- montaż paneli PV
- montaż Inwertera i zabezpieczeń
- pomiary i próby odbiorcze, uruchomienie.

11.3 Istniejące obiekty budowlane

- Istniejący budynek,
- Istniejące linie kablowe,
- Istniejące instalacje elektryczne,
- Drogi publiczne.

11.4 Elementy zagospodarowania terenu mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia

- Istniejące linie elektroenergetyczne,
- Drogi publiczne

11.5 Przewidywane zagrożenie występujące podczas realizacji robót budowlanych

- Ryzyko upadku z wysokości ponad 2m 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,
- Ryzyko stłuczenia i skaleczenia
- Ryzyko pożaru.

11.6 Sposób prowadzenia instrukcji pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych

- Bezpośrednio przed przystąpieniem do prac należy zapoznać pracowników z zagrożeniami jakie można napotkać w czasie wykonywanej pracy oraz udzielić instruktażu z zakresu prowadzonych robót.

11.7 Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych

- Wymaga 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.
- Apteczka pierwszej pomocy.
- Telefon komórkowy na placu budowy umożliwiający wezwanie pomocy.

11.8 Wpływ na środowisko

Inwestycja nie wpływa negatywnie na otaczające środowisko naturalne

12. Bezpieczeństwo eksploatacji – opracowanie ogólne

Niniejsza dokumentacja powinna być przeczytana z uwagą i zrozumieniem zanim podjęte zostaną jakiejkolwiek czynności serwisowe czy eksploatacyjne. Dokumentacja zawiera podstawowe informacje dotyczące mechanicznej i elektrycznej części instalacji modułów i ich połączeń z inwerterami, z którą użytkownik czy serwisant powinien się zapoznać.

Prace przy serwisowaniu instalacji elektrowni fotowoltaicznej powinny być przeprowadzane przez wykształcony w danym kierunku i przeszkolony personel. Bezwzględnie wymaga się przestrzegania przepisów BHP.

W trakcie wykonywania robót należy zwrócić szczególną uwagę na urządzenia pod napięciem. Każdorazowo potwierdzić brak napięcia w podłączanych: inwerterach, ogniwach fotowoltaicznych, rozdzielnicach elektrycznych.

Zwraca się uwagę, że projektowane urządzenia w czasie pracy zasilane będą dwustronnie (rozdzielnica nN, inwertery DC/AC).

WSZYSTKIE PRACE PRZY INWERTERZE, MODUŁACH FOTOWOLTAICZNYCH, NALEŻY BEZWZGLĘDNIE WYKONYWAĆ ZGODNIE Z INSTRUKCJĄ INSTALACJI INWERTERA I MODUŁÓW FOTOWOLTAICZNYCH. INSTALACJA I KONSERWACJA URZĄDZEŃ ŚCIŚLE WEGŁUG PROCEDUR UJĘTYCH W ODPOWIEDNICH INSTRUKCJACH!

NIEPRZESTRZEGANIE PROCEDUR GROZI ŚMIERTELNYM PORAŻENIEM PRĄDEM ELEKTRYCZNYM RÓWNIEŻ OD STRONY DC (NAPIĘCIE DO 1kV).

Czynności przewidywane w trakcie budowy należy sklasyfikować względem ryzyka i zastosować przewidziane odpowiednimi przepisami zabezpieczenia.

Zastosowane znaki ostrzeżeń

Ostrzeżenia informują o warunkach, które mogą spowodować poważne obrażenia lub śmierć i/lub uszkodzenie urządzeń oraz podają sposób na uniknięcie niebezpieczeństwa.

Dla wyróżnienia ostrzeżeń w tekście dokumentacji stosowane są następujące symbole:



Ostrzeżenie elektryczne: ostrzega o niebezpieczeństwach pochodzących ze strony obwodów elektrycznych, które mogą spowodować zagrożenia dla życia lub zdrowia personelu i/lub uszkodzenie urządzeń.



Ostrzeżenie ogólne: ostrzega o sytuacjach, w których mogą mieć miejsce zagrożenia dla życia lub zdrowia personelu i/lub uszkodzenia urządzeń spowodowane przez przyczyny inne niż elektryczne.

Ogólne zasady bezpieczeństwa

Na terenie UE do prac z modułami fotowoltaicznymi mają zastosowanie następujące regulacje: Krajowe przepisy BHP oraz poniższe przepisy i normy bezpieczeństwa.

- DIN 18451
- DIN 18338
- DIN 1055

-
- VDE 0100 prace do 1000V
 - VDE 0190
 - VDE 0185
 - DIN 18015 E
 - DIN 18382

Przed przystąpieniem do czynności serwisowych



OSTRZEŻENIE! Przystąpienie do prac należy bezwzględnie poprzedzić wymienionymi poniżej środkami ostrożności oraz przepisami BHP

Zapoznać się z poszczególnymi instrukcjami bezpieczeństwa dotyczącymi danego miejsca pracy oraz urządzeń.

Odłączyć wszystkie źródła zasilania. Zablokować rozłączniki w pozycji otwartej i umieścić ostrzeżenie na rozłącznikach. Po odłączeniu inwerterów zawsze należy odczekać 5 minut, aby umożliwić rozładowanie kondensatorów w obwodzie pośrednim.

Przedsięwziąć środki ostrożności, gdy znajdują się odłoneżone (nieizolowane) przewody.

Sprawdzić czy instalacja nie jest pod napięciem. Należy pamiętać, że panele fotowoltaiczne (szczególnie ich zestawy połączone szeregowo) generują napięcie (do 1000 VDC) automatycznie po ich nasłonecznieniu.

Wykonać tymczasowe uziemienie.

Środki ostrożności



Moduły słoneczne mogą być montowane/demontowane tylko przez wykwalifikowane firmy specjalistyczne znające i przestrzegające normy i przepisy odnoszące się do instalacji fotowoltaicznych, takich jak przepisy VDE, normy DIN, dyrektywa VDEW, przepisów z zakresu BHP oraz osoby posiadające odpowiednie świadectwa kwalifikacyjne.

W szczególności zwraca się uwagę na następujące punkty:

- Przed zdemontowaniem modułów należy sprawdzić czy kable i złączki nie są uszkodzone bądź zabrudzone.
- Nie instalować uszkodzonych modułów fotowoltaicznych ani modułów z zabrudzonymi złączkami.
- Moduły słoneczne, a w szczególności złączki i narzędzia, muszą być suche w momencie prac serwisowych lub konserwacyjnych.

-
- Należy się upewnić, że wszystkie połączenia elektryczne są dobrze zamknięte.

Ważna wskazówka!

Ruchome kable przyłączeniowe, w wyniku ocierania o konstrukcję, mogą spowodować uszkodzenia izolacji.

Nie wolno otwierać puszek przyłączeniowej z kablami podłączonymi fabrycznie.

Puszki przyłączeniowej, kabli i wtyczek przyłączeniowych nie można czyścić ani smarować substancjami zawierającymi olej, tłuszcz lub alkohol.

Nie można zdejmować złącz solarnych zamocowanych fabrycznie.

W ramach modułu nie wolno wiercić dodatkowych otworów, oraz mocować inaczej niż przewiduje to instrukcja producenta.

Modułów fotowoltaicznych nie wolno przytrzymywać, ani transportować przy pomocy kabli przyłączeniowych.

Modułów fotowoltaicznych nigdy nie wolno zostawiać swobodnie leżących lub bez zabezpieczenia.

Niebezpieczeństwo utraty życia



OSTRZEŻENIE! Zagrożenie życia przez obecność napięcie w falowniku oraz instalacji po stronie DC. Generator fotowoltaiczny generuje pod wpływem światła słonecznego niebezpieczne napięcie stałe, które występuje na przewodach DC lub innych elementach falownika będących pod napięciem. Dotknięcie przewodów DC lub elementów znajdujących się pod napięciem może spowodować niebezpieczne porażenie prądem elektrycznym.

Moduły fotowoltaiczne

Podczas prac z generatorami słonecznymi, należy bezwzględnie przestrzegać przepisów z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy.

Moduł fotowoltaiczny należy traktować jak produkt szklany i pod żadnym pozorem - w pojemniku transportowym ani w stanie zamontowanym - nie można go obciążać mechanicznie (stawiać skrzynek z narzędziami, stawiać na nich itp.) ponieważ może to spowodować widoczne i niewidoczne uszkodzenia (np. mikropęknięcia w ogniwach i przedwczesny spadek mocy).

Praca z oświetlonymi modułami jest działaniem w warunkach obecności napięcia.

Przed przystąpieniem do prac serwisowych należy sprawdzić, czy moduł fotowoltaiczny nie ma uszkodzeń mechanicznych. Nie wolno montować uszkodzonych modułów słonecznych (np. modułów z pękniętymi elementami szklanymi, uszkodzeniami tylnej folii izolacyjnej).

Uszkodzenie tylnej folii izolacyjnej może mieć poważne skutki (rozwarstwienie, zagrożenie życia i zdrowia).



OSTRZEŻENIE!

Napięcie bezpieczne 24 V może być w każdej chwili przekroczone!!! Moduły zostały sklasyfikowane do klasy zastosowania A: napięcie niebezpieczne (IEC 61730: 50 V, EN 61730: większe niż 120 V)

W momencie wyeksponowania modułu na światło na złączach modułu natychmiast pojawia się napięcie jałowe (ok. 37,9V) a w przypadku szeregowego połączenia kilku modułów napięcie te wzrośnie do wartości sumy napięć jałowych połączonych modułów. Wartość napięcia jałowego jest podana w karcie katalogowej produktu.

W zwykłych warunkach moduł fotowoltaiczny może wygenerować wyższy prąd i/lub wyższe napięcie niż podano w znormalizowanych warunkach kontroli (warunki STC – 25°C, 1000W/m²). W celu określenia wartości pomiarowych napięcia podzespołów, kabli, wielkości bezpieczników i pomiaru sterowników podłączanych do wyjścia modułów fotowoltaicznych należy wartość I_{sc} i U_{oc} podaną w karcie katalogowej modułów pomnożyć przez współczynnik bezpieczeństwa 1,25.

Montaż/demontaż modułów słonecznych wymaga zaawansowanej wiedzy specjalistycznej i doświadczenia, dlatego mogą je wykonywać tylko specjaliści elektrycy, którzy posiadają wymagane świadectwa kwalifikacyjnego.



WAŻNE ZALECENIA PRAKTYCZNE

Zachowaj szczególną ostrożność

Aby uniknąć niebezpieczeństwa porażeń elektrycznych, wszystkie ramy modułów słonecznych, obudowa inwertera oraz konstrukcja nośna są połączone z uziemieniem w celu wyrównywania potencjałów.

Przy rozłączaniu pasm, paruj bieguny, oznacz je, zaizoluj konektory, tak aby nie wywołać łuku elektrycznego, który przy napięciu ponad 600V jest wysoce prawdopodobny.

Unikaj prac łączeniowych w pełnym słońcu. Jeśli to możliwe, zrób to rano, lub wieczorem.

Nigdy nie łącz ze sobą ostatnich dwóch konektorów tego samego pasma. W najlepszym wypadku uszkodzisz moduły, a istnieje wysokie ryzyko pożaru całej instalacji !

Nigdy nie wyciągaj ani nie podłączaj konektorów w czasie pracy inwertera!

**!!! Należy bezwzględnie wyłączyć instalację fotowoltaiczną,
w przypadku kiedy w obiekcie zajdzie konieczności załączenia agregatu
prądotwórczego !!!**

Konserwacja



OSTRZEŻENIE!

Prace związane z konserwacją, czyszczeniem modułów fotowoltaicznych należy wykonać przy zachowaniu pełnej ostrożności !!

Nie należy dotykać części przewodzących prąd elektryczny !!

Napięcie w obwodzie prądu stałego może sięgać do 1000V !!

Gdy wierzchnia warstwa modułów zostanie zabrudzona, produkcja energii elektrycznej zmniejszy się. W celu utrzymania optymalnych warunków produkcyjnych modułów fotowoltaicznych producent zaleca:

- Czyszczenie powierzchni modułów przy użyciu zmiękczanej wody, miękkiej szmatki lub gąbki – przynajmniej dwa razy rocznie (szczególnie po okresach pylenia roślin);
- Użycie myjek wysokociśnieniowych może spowodować utratę gwarancji;
- Powinno się unikać czyszczenia modułów w słoneczne dni – kiedy ich temperatura przekracza 60°C;
- Sprawdzenie wszystkich połączeń mechanicznych oraz elektrycznych – przynajmniej raz na rok.

Wskazanie sposobu prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych

Przed przystąpieniem do robót należy zapoznać pracowników z zakresem stanowiskowym prac, wskazać miejsca występowania zagrożeń oraz dokonać szkolenia w zakresie BHP na stanowisku pracy i potwierdzić na piśmie przeprowadzenie szkolenia.

Pracownicy zatrudnieni przy montażu powinni:

- a) posiadać aktualne badania lekarskie,
- b) posiadać odpowiednie zaświadczenia kwalifikacyjne kategorii E, P, D (w zależności od rodzaju wykonywanych prac),
- c) posiadać zaświadczenie szkolenia okresowego BHP.

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

Roboty montażowe muszą być wykonywane zgodnie z zasadami ustalonymi w przepisach dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych, opublikowanych w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych. (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912). W szczególności należy zwrócić uwagę na:

- a) poprawne przygotowanie, zabezpieczenie i oznakowanie miejsca pracy,
- b) wyłączenie urządzeń, przy których będą wykonywane prace z ruchu (pozbawienie napięcia),
- c) uniemożliwienie dokonania zmian środków ochrony i zabezpieczeń przez osoby nieupoważnione,
- d) wykonywanie prac przez co najmniej dwie osoby,
- e) zastosowanie narzędzi i sprzętu ochronnego, posiadającego aktualne świadectwa i oznaczenia prób okresowych w zakresie określonym w Polskich Normach i dokumentacji producenta,
- f) sprawdzenie stanu technicznego narzędzi pracy i sprzętu ochronnego bezpośrednio przed jego użyciem
- g) sprawdzenie poprawności wykonywania przerw izolacyjnych w obwodach wyłączanych spod napięcia
- h) zastosowanie zabezpieczeń przed przypadkowym załączeniem napięcia,
- i) sprawdzenie braku napięcia w wyłączonym obwodzie,
- j) uziemienie wyłączanego obwodu.

Prace powinny być wykonywane na podstawie polecenia pisemnego. Polecenie powinno zawierać:

- a) zakres, rodzaj, miejsce i termin wykonywania prac,
- b) środki i warunki bezpiecznego wykonania prac,
- c) liczbę pracowników skierowanych do pracy,
- d) dane osobowe (wraz ze stanowiskiem służbowym) pracowników odpowiedzialnych za organizację i wykonanie pracy, pełniących funkcję: koordynującego, dopuszczającego, kierującego robotami,
- e) planowanie przerwy w pracy.

Prace rozruchowe i próby techniczne urządzeń i instalacji powinny być prowadzone zgodnie z wymaganiami Polskich Norm, obowiązujących przepisów, instrukcji, wytycznymi inwestora oraz zasadami wiedzy technicznej i tzw. sztuki budowlanej.

13. Uwagi końcowe

Z uwagi na zapewnienie bezpieczeństwa osób przebywających w budynku, nie dopuszcza się prowadzenia okablowania po stronie DC w budynku w sposób natynkowy bez zastosowania rurek ochronnych. Materiały użyte do budowy instalacji fotowoltaicznej winny posiadać atesty i deklaracje oraz certyfikaty jakości. Całość prac ujętych niniejszym projektem należy wykonać z należytą starannością zgodnie z wymaganiami stosownych ustaw, przepisów i norm technicznych oraz zasadami wiedzy technicznej. Należy w szczególności zachować ostrożność pod względem BHP oraz bezwzględnie przestrzegać zaleceń podanych w instrukcji obsługi DTR użytych urządzeń.

14. Literatura

- PN-E-83017 Systemy fotowoltaiczne przetwarzania energii słonecznej. Terminologia i symbole.
- PN-HD 60364-7-712:2009 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 62305-1:2011 Ochrona odgromowa. Część 1: Zasady ogólne.
 - PN-HD 62305-2:2011 Ochrona odgromowa. Część 2: Zarządzanie ryzykiem.
 - PN-HD 62305-3:2011 Ochrona odgromowa. Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia.
 - PN-HD 62305-4:2011 Ochrona odgromowa. Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach.

15. Rozporządzenia i ustawy

- Ustawa z dnia 07 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2016 r., poz. 290).
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. z 2014 r., poz. 883) 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) z późniejszymi zmianami
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. o zmianie ustawy – Prawo energetyczne. (Dz. U. z 2012 r. poz. 1059) 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 r. 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. 2015 r. poz. 1422).