

**OPRACOWANIE TECHNICZNE  
INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ  
o mocy 49,95 kWp**

**Zamawiający:**

Gmina Chełmiec  
ul. Papieska 2, 33-395 Chełmiec  
Miasto Nowy Sącz  
ul. Rynek 1, 33-300 Nowy Sącz

**Adres inwestycji:**

Oczyszczalnia Ścieków  
ul. Magazynowa 24, 33-295 Chełmiec

**Oświadczenie**

Na podstawie art. 20 ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r.  
Prawo budowlane ( Dz. U. z 2019r. poz. 1186 ) niniejsza  
dokumentacja techniczna jest kompletna i sporządzona zgodnie  
z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej.

**Projektant branża  
elektryczna:**

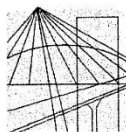
mgr inż. Norbert Gajda  
LUB/0068/PWBE/15

**Lipiec 2022**

## Zawartość opracowania

1. Kserokopia uprawnień projektanta .....	3
2. Oświadczenia .....	5
3. Opis techniczny .....	6
3.1 Podstawa opracowania .....	6
3.2 Przedmiot opracowania .....	6
3.3 Lokalizacja inwestycji i opis obiektu .....	6
3.4 Opis przedsięwzięcia .....	6
3.5 Elementy składowe systemu .....	7
3.6 Zestawienie głównych elementów instalacji .....	7
4. Charakterystyka głównych elementów i zabezpieczeń instalacji .....	8
4.1 Moduły fotowoltaiczne .....	8
4.2 Inwerter fotowoltaiczny .....	9
4.3 Charakterystyka instalacji elektrycznej .....	11
4.4 Okablowanie DC inwerterów .....	11
4.5 Okablowanie AC inwerterów .....	12
4.6 Instalacja uziemiająca .....	12
4.9 Ochrona przeciwporażeniowa .....	13
4.10 Ochrona przeciwprzepięciowa .....	13
4.11 Ochrona przeciwpożarowa .....	13
5. Obliczenia techniczne .....	14
5.1 Bilans mocy instalacji fotowoltaicznej .....	18
5.3 Obliczenia instalacji .....	18
5.4 Wyniki obliczeń .....	18
5.5 Prąd obliczeniowy szczytowy obwodu .....	19
6. Opis konstrukcji wsporczej i przykładowych rozwiązań montażowych .....	19
7. Procedura odbiorowa instalacji .....	20
8. Informacje związane z bezpieczeństwem i ochroną zdrowia .....	20
8.1 Zakres robót .....	20
8.2 Istniejące obiekty budowlane .....	21
8.3 Elementy zagospodarowania terenu mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia .....	21
8.4 Przewidywane zagrożenie występujące podczas realizacji robót budowlanych .....	21
8.5 Sposób prowadzenia instrukcji pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych .....	21
8.6 Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych .....	21
8.7 Wpływ na środowisko .....	22
9. Bezpieczeństwo eksploatacji – opracowanie ogólne .....	22
10. Uwagi końcowe .....	26
11. Literatura .....	26
13. Rozporządzenia i ustawy .....	28

## 1. Kserokopia uprawnień projektanta



LUBELSKA  
OKRĘGOWA  
IZBA  
INŻYNIERÓW  
BUDOWNICTWA

Lublin, dnia 2 czerwca 2015 r.

LOIIB.OKK.7131/22-7132/22/15

### DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa / tekst jednolity Dz. U. z 2014 r. poz. 1946/ i art. 12 ust. 2 i 3, art. 12 ust. 4c pkt 1 i 2, art. 14 ust. 1 pkt 4c ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane / tekst jednolity Dz. U. z 2013 r. poz. 1409 ze 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. poz. 1278./, po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

**Pan Norbert Marcin GAJDA**

magister inżynier

urodzony dnia 24 lutego 1986 r. w Krasnymstawie

otrzymuje

### UPRAWNIENIA BUDOWLANE

**Nr ewidencyjny: LUB/0068/PWBE/15**

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

### UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrócie decyzji.

### Pouczenie :

Od decyzji niniejszej służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Lublinie, w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

### Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

Członek

dr inż. Bolesław Horyński

Członek

mgr inż. Maria Kosler

Przewodniczący

dr inż. Andrzej Pichla

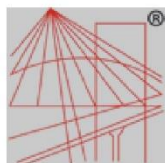
Otrzymują:

1. Pan Norbert Marcin Gajda  
ul. Dąbrowskiego 2A/9,  
22-360 Rejowiec Osada

2. Główny Inspektor  
Nadzoru Budowlanego

3. a/a





P O L S K A  
I Z B A  
I N Ź Y N I E R Ó W  
B U D O W N I C T W A

### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

LUB-XQF-1BY-GZQ \*

Pan Norbert Marcin Gajda o numerze ewidencyjnym LUB/IE/0170/15  
adres zamieszkania ul. Dąbrowskiego 2a/9, 22-360 Rejowiec Lubelski  
jest członkiem Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2021-10-01 do 2022-09-30.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2021-09-16 roku przez:

Joanna Gieroba, Przewodniczący Rady Lubelskiej 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.piiib.org.pl](http://www.piiib.org.pl) lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.



## 2. Oświadczenia

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 użyteczności publicznej, zastosowano mechanizmy uwzględniające wszystkich użytkowników zgodne z zasadami projektowania uniwersalnego. W ramach projektowania uwzględniono fizyczne i techniczne warunki wpływające na możliwość dostępu tzn., użytkowania 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 **49,95kW** 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:**

### 3. Opis techniczny

#### 3.1 Podstawa opracowania

Niniejsze opracowanie obejmuje dokumentację techniczną instalacji fotowoltaicznej wraz z zabudową modułów PV, inwerterów 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 49,95kWp.

Projekt swoim zakresem obejmuje:

- wewnętrzne linie zasilające;
- Konstrukcje wsporcze;
- Moduły fotowoltaiczne;
- Inwerter DC/AC;
- Ochronę przeciwporażeniową;
- Ochronę przeciwprzepięciową;

Projekt nie obejmuje wymiany istniejącego licznika energii elektrycznej.

#### 3.3 Lokalizacja inwestycji i opis obiektu

Lokalizacja modułów PV	Budynek użyteczności publicznej
Typ dachu	2 spadowy
Poszycie dachu	Blacha trapezowa
Kąt dachu	12°
Kierunek montażu	południowy zachód
Miejsce montażu inwertera	Pomieszczenie gospodarcze
Prowadzenie przewodów DC	Z dachu na strych przez strop do pomieszczenie gospodarczego
Prowadzenie przewodów AC	Po ścianie do RG

### **3.4 Opis przedsięwzięcia**

Przedsięwzięcie ma na celu budowę instalacji fotowoltaicznej na budynku użyteczności publicznej, 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 inwerterach tych energia będzie przekształcana na napięcie 400V o częstotliwości 50Hz i przesyłana przewodami elektroenergetycznymi 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.

### **3.5 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 będzie składał się z 111 modułów.

### **3.6 Zestawienie głównych elementów instalacji**

Lp.	Wyszczególnienie	Ilość
1	Moduł fotowoltaiczny	111szt.
2	Inwerter	2 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	2 szt.
5	Konstrukcja dedykowana dla instalacji fotowoltaicznej	1 kpl.
6	Elementy montażowe, rurki instalacyjne, uchwyty	1 kpl.
7	Okablowanie	1 kpl.
8	Zabezpieczenie przeciwprzepięciowe	1 kpl.
9	Wyłącznik P.POŻ	1 kpl.
10	Optymalizator mocy	111 szt.

#### 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 111 paneli o mocy min 450W każdy. Łączna moc paneli wynosi 49,95kWp.

Parametr:	Zakres:
Tolerancja mocy	-0, +3%
Współczynnik wypełnienia (FF)	min. 79%
Szyba	Hartowana z powłoką antyrefleksyjną o przepuszczalności min. 94%
Wytrzymałość przód/tył	5400Pa/2400Pa
Gwarancja sprawności po 1 roku	min. 98%
Gwarancja sprawność po 15 latach	min. 91%
Gwarancja produktowa	min. 30lat
Flash test i El test	Dla każdego modułu
Certyfikaty	IEC 61215, IEC 61730, IEC 62716, IEC 62804, IEC 61701
Zgodność z normami	ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001
Sprawność	min. 20,5%
Współczynnik Pmax	od 0 do -0,34%/°C
Moc modułu	min. 450Wp
Umpp	40,95 – 41,35V
Impp	10,90 – 11,10A
Voc	49,75 – 49,85V
Isc	11,50 – 11,65A
Grubość ramy	min. 35mm
Powierzchnia modułu	maks. 2,18m <sup>2</sup>
Raport z badań	szczegółowe sprawozdanie z badań wykonane zgodnie z normą IEC 61215-1:2016; 61215-2:2016 lub równoważną zawierające co najmniej informacje zgodnie z pkt 9 lit. a) do r) normy IEC 61215-1:2016 lub równoważnej, dla oferowanych modułów fotowoltaicznych na podstawie którego wystawiono certyfikat wskazany w tiret trzeci wydane przez jednostkę oceniającą zgodność w rozumieniu art. 105 ust. 2 ustawy Pzp lub niezależną od wykonawcy jednostkę badawczą posiadającą akredytację ISO 17025 lub równoważną (fakt posiadania przez jednostkę badawczą akredytacji ISO 17025 lub równoważnej może wynikać z treści wystawionego dokumentu lub wykonawca zobowiązany jest to udokumentować odrębnym dokumentem).



#### **4.2 Inwerter fotowoltaiczny**

Energia elektryczna 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 zwany inwerterem (falownikiem). Planuje się montaż dwóch inwerterów o mocy min 25kW AC każdy zapewniającej bezpieczeństwo zautomatyzowanej pracy w czasie procesu przetwarzania energii oraz monitoring tego procesu i działania urządzeń.

Tabela parametrów technicznych inwerterów:

Moc	25kW
Napięcie startowe	Max. 150 V
Ilość MPPT	Min. 2
Maksymalne napięcie wejściowe	Min. 1100 V
Typ	Beztransformatorowe
Typ wejść DC	Kompatybilne z MC4
Regulacja współczynnika mocy	0,8-0,8 (indukcyjny/pojemnościowy)
Wbudowane zabezpieczeni przed pracą wyspową	Tak
Zintegrowany wyłącznik DC	Tak
Wilgotność względna	0-100%
Zakres temperatur pracy	Od -25°C do 60°C
Stopień ochrony IP	65
Sposób chłodzenia	Konwekcyjne
Wbudowany wyświetlacz	tak
Poziom głośności	<40 dB

Podczas montażu urządzenia wymagane jest pozostawienie odstępów wentylacyjnych zgodnie z zaleceniami producenta, oznacza to że nie należy montować inwertera w zabudowanych szafkach, wnękach w ścianie bez zachowania odpowiednich odstępów co precyzują producenci urządzeń. Moduły zostaną podłączone do inwertera przewodem solarnym w wykonaniu zewnętrznym odpornym na promieniowanie UV i wtykami MC-4 lub równoważnymi. Falownik powinien charakteryzować się wysokim współczynnikiem sprawności, posiadać wysoką klasę ochrony IP 65, przystosowane do instalacji wewnętrznych i zewnętrznych. Obudowa powinna zapewnić długotrwałą ochronę przed

wilgocią i korozją. Inwerter należy zainstalować zgodnie z wytycznymi instrukcji montażowej zwracając w szczególności uwagę na odległości od sąsiednich urządzeń.

Energia elektryczna wytworzona w ogniwach zamieniona zostanie w inwerterze z napięcia stałego DC na napięcie przemienne 3-fazowe 400V AC. Inwerter w chwili wykrycia napięcia po stronie stałonapięciowej DC synchronizuje się z siecią 3 - fazową 400V i zaczyna dostawę energii do sieci. W chwili zaniku napięcia po stronie pierwotnej lub po stronie wtórnej inwerter wyłączy się automatycznie. Powrót napięć na inwerterze spowoduje proces synchronizacji z siecią i wznowienie dostaw energii do sieci.

W przypadku zaniku zasilania sieciowego inwerter przechodzi w tryb uśpienia (ang. „Stand-By”), oczekując na powrót napięcia sieciowego. Inwerter pracuje na zasadzie monitorowania zmian częstotliwości sieci. Polega to na tym że w prawidłowo działającej sieci inwerter nie ma możliwości zmienić częstotliwości. Inwerter cyklicznie „podejmuje próby” zmian częstotliwości. Jeżeli się to uda, inwerter natychmiast przestaje oddawać energię do sieci i odłącza się od niej. Zgodnie z ogólnymi wytycznymi operatora sieci OSD dla projektowanej instalacji fotowoltaicznej zabudowane w inwerterze 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:  $t=180\text{ s}$

Panele PV będą doposażone w optymalizatory mocy celem zminimalizowania negatywnych skutków zacienienia oraz polepszania osiąganych parametrów i uzysku energii.

Tabela parametrów technicznych optymalizatorów:

Maksymalna moc wejściowa	Zgodna z mocą modułu fotowoltaicznego
Maksymalny prąd wejściowy	Zgodny z prądem zwarciovym modułu fotowoltaicznego
Typ wejść DC	Kompatybilne z MC4
Stopień ochrony	IP68
Napięcie pracy	Zgodne z napięciem inwertera

Kompatybilność inwerterów oraz optymalizatorów potwierdzona oświadczeniem producentów obu urządzeń. Wszystkie falowniki jednego producenta.

#### 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, odgraniczone inwerterem.

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).

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. Poszczególne łańcuchy modułów należy łączyć z inwerterem poprzez rozdzielnice przewodami solarnymi o przekroju 6 mm<sup>2</sup>. W rozdzielniach DC należy zainstalować rozłączniki bezpiecznikowe DC 2P 10x38 oraz ochronniki przepięciowe.

#### 4.4 Okablowanie DC inwerterów

Okablowanie pomiędzy modułami fotowoltaicznymi, a inwerterem wykonane zostanie przewodem solarnym zewnętrznym odpornym na promieniowanie UV o przekroju min. 6 mm<sup>2</sup>. 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 inwerterów. Wymaga się aby instalacja DC wyposażona była w ogranicznik przepięć.

Lp.	MOC INSTALACJI [W]	Inwerter	PANELE							INWERTER				DOPASOWANIE		
			Liczba łańcuchów	Liczba paneli w łańcuchu	Liczba paneli łącznie	Napięcie minimalne [V]	Napięcie maksymalne [V]	Napięcie maksymalne w MPP [V]	Maksymalny prąd w MPP [A]	Maksymalne napięcie inwertera [V]	Minimalne napięcie inwertera MPPT [V]	Maksymalne napięcie inwertera MPPT [V]	Maksymalny prąd łańcucha inwertera [A]	U <sub>min.pv</sub> > U <sub>min.inw.</sub>	U <sub>max.pv</sub> < U <sub>max.inw.</sub>	I <sub>max.pv</sub> < I <sub>max.inw.</sub>
1	21150	25kW	2	15	30	698,45	834,40	795,56	10,98	1100	150	850	25	OK.	OK.	OK.
			2	15	30	698,45	834,40	795,56	10,98	1100	150	850	25	OK.	OK.	OK.
2	19800	25kW	2	14	28	658,85	766,22	735,55	10,98	1100	150	850	25	OK.	OK.	OK.
			2	14	28	658,85	766,22	735,55	10,98	1100	150	850	25	OK.	OK.	OK.

Lp.	MOC INSTALACJI DC [Wp]	PRZEWODY		INSTALACJA DC						OBLICZENIA						SPRAWDZENIE			
		Przekrój [mm2]	Długość przewodów DC [m]	Liczba paneli w łańcuchu	Napięcie minimalne [V]	Napięcie maksymalne obwodu otwartego [V]	Napięcie maksymalne w MPP [V]	Maksymalny prąd w MPP [A]	Maksymalny prąd instalacji [A]	Obliczony minimalny przekrój przewodów DC [mm2]	Obliczony spadek napięcia DC [%]	Maksymalne napięcie zabezpieczenia łańcucha U <sub>ocpv</sub>	Napięcie ogranicznika DC [V]	Prąd bezpiecznika DC [A]	Dobór przekroju przewodu DC	Dobór spadku napięcia przewodu DC	Dobór aparatów przepięciowych	Dobór bezpiecznika DC	
1	21150	6	20	15	698,45	834,40	795,56	10,98	15,90	0,50	0,0836	959,5589	1500	20	OK.	OK.	OK.	OK.	
		6	20	15	698,45	834,40	795,56	10,98	15,90	0,50	0,0836	959,5589	1500	20	OK.	OK.	OK.	OK.	
2	19800	6	20	14	658,85	766,22	735,55	10,98	15,90	0,54	0,0905	881,1562	1500	20	OK.	OK.	OK.	OK.	
		6	20	14	658,85	766,22	735,55	10,98	15,90	0,54	0,0905	881,1562	1500	20	OK.	OK.	OK.	OK.	

#### 4.5 Okablowanie AC inwerterów

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

- kable elektroenergetyczne typu YDY (wewnątrz budynku) lub YKY (poza budynkiem) z izolacją na 1000 V
- przewody jednożyłowe miedziane typu DY, LgY z izolacją na 750 V (wyłącznie instalacja ekwipotencjalna i połączenia wewnątrz rozdzielnic)

Okablowanie zmiennoprądowe (AC) zasilające inwerter zakłada się, że zostanie wykonane przewodami/kablami YKY 5x16mm<sup>2</sup> dla inwertera oraz YKY 5x35mm<sup>2</sup> dla rozdzielnic RAC. Przekrój żył został dobrany w zależności od dopuszczalnego spadku napięcia, dopuszczalnej temperatury nagrzania kabla przez prądy robocze i zwarciowe oraz skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w przypadku samoczynnego wyłączenia zasilania. Dobrano okablowanie, tak aby spadek napięcia na kablach nie przekraczał 1%. Rozprowadzane przewody należy zabezpieczać przy pomocy rur ochronnych elektroinstalacyjnych.

#### 4.6 Instalacja uziemiająca

Wykonać odrębny uziom pionowy dedykowany dla uziemienia instalacji PV. Nową instalację należy wyposażyć w zacisk kontrolny (w typowej puszcze) do wykonania pomiarów oraz szynę połączeń wyrównawczych. 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. Konstrukcję wsporczą modułów fotowoltaicznych należy ze sobą połączyć. Połączenie wyrównawcze należy wykonać przewodem LgY16 (dla budynku z odgromem) lub LgY6 (dla budynku bez odgromu) 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;

#### **4.9 Ochrona przeciwporażeniowa**

Ochrona przeciwporażeniowa nn realizowana jest na podstawie wymagania normy PN-HD 60364-4-41: 2017-09 (lub równoważną) należy zastosować następujące środki ochrony:

- Ochrona podstawowa – izolacje przewodów, obudowy ochronne urządzeń i aparatów elektrycznych chroniące przed dotykiem bezpośrednim.

Zgodnie z normą PN-HD 60364-7-712: 2016-05 (lub równoważną) należy zastosować następujące środki ochrony:

- Ochrona podstawowa – obudowy w II klasie ochrony dla rozdzielnic DC i AC
- Ochrona dodatkowa – szybkie wyłączenie w sieci TN-S za pomocą wyłączników nadprądowych po stronie AC

Jeśli beneficjent ma zabudowane zabezpieczenie różnicowo-prądowe w głównej tablicy rozdzielczej domu, to należy pozostawić istniejące zabezpieczenie i włączyć obwód dedykowany dla zasilania inwertera pod istniejące główne szyny prądowe rozdzielnic beneficjenta.

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 porażenia prądem elektrycznym należy zastosować samoczynne szybkie wyłączenie zasilania w układzie TNS. Zapewni to zgodne z normą wyłączenie zasilania.

#### **4.10 Ochrona przeciwprzepięciowa**

Inwerter oraz instalację ogniw fotowoltaicznych chronić poprzez zastosowanie ograniczników przepięciowych dedykowanych do instalacji PV na napięcie do 1000VDC montowanych w rozdzielnicach DC. Ograniczniki przepięć zapewnią ochronę systemu fotowoltaicznego PV przed przepięciami: łączeniowymi lub pochodzącymi od wyładowań atmosferycznych pośrednich i bezpośrednich. W przypadku montażu instalacji PV na obiekcie nie posiadającej instalacji odgromowej nie ma konieczności jej wykonywania. W

przypadku istnienia instalacji odgromowej na budynku, należy zastosować ograniczniki przepięciowe strona AC typu SPD T2 strona DC typu SPD T1+T2 oraz uziemienia z linki LgY 16mm<sup>2</sup> prace wykonać zgodnie z aktualną normą odgromową PE-EN 62305.

#### **4.11 Ochrona przeciwpożarowa**

Dla potrzeb awaryjnego wyłączenia instalacji fotowoltaicznych należy po stronie słaboprądowej DC zainstalować wyłącznik główny (przeciwpożarowy wyłącznik prądu) dla instalacji fotowoltaicznej. Zadziałanie wyłącznika głównego spowoduje odcięcie zasilania prądu stałego DC z paneli zainstalowanych na gruncie do inwertera. Wyłącznik główny powinien zostać zlokalizowany jak najbliżej modułów fotowoltaicznych. Jeżeli nie ma możliwości zamontowania rozdzielnic zawierającej rozłącznik izolacyjny dla obwodu DC wraz z wyzwalaczem wzrostowym na zewnątrz budynku to w takim przypadku rozdzielnica ta powinna zostać zamontowana w pierwszym możliwym miejscu po wejściu przewodami DC do budynku.

Dla budynków użyteczności publicznej gdzie zabezpieczenia główne dla obwodu DC (przeciwpożarowe) obejmują ochronę jedynie instalacji fotowoltaicznej możliwe jest zamontowanie wyłącznika głównego obwodu DC (przeciwpożarowego) wewnątrz budynku przy wejściu głównym do budynku lub przy falowniku. Przycisk wyłącznika głównego obwodu DC (przeciwpożarowego) powinien zostać odpowiednio oznakowany, a Użytkownik instalacji fotowoltaicznej przeszkolony z zasady jego działania.

Jako elementy wykonawcze należy zastosować rozłączniki izolacyjne DC dostosowane do napięcia roboczego 1000V wyposażone w wyzwalacze wzrostowe z cewkami wybijakowymi o napięciu 230V. Podanie napięcia na wyzwalacze poprzez styk zwierny przycisku wyłącznika. Napięcie na przycisk podane poprzez wyłącznik zainstalowany w RAC. Jako element sterujący należy zastosować przycisk którego uruchomienie i wysłanie sygnału następuje przez zabicie szybki. Kasowanie stanu alarmowego następuje przez wymianę szybki. Jako przewód sterowniczy należy wykorzystać przewód typu YKY 2x1,5mm<sup>2</sup>.

##### a) Charakterystyka zagrożenia pożarowego wynikająca z właściwości pożarowych instalacji PV:

- Przewody DC oraz AC należy prowadzić w trasach kablowych wykonanych w peszlach w miejscach ogólnodostępnych. Unikać prowadzenia przewód pod elewacją, zabezpieczając przejścia przez dach, stropy i ściany w wymagany przez sztukę

budowlaną sposób. Wszystkie przejścia przez ściany oddzielenia pożarowego należy uszczelniać certyfikowaną masą ognioodporną o takiej samej wytrzymałości ogniowej jaką posiada przegroda.

- Moduły fotowoltaiczne należy montować na systemowej konstrukcji montażowej aluminiowej. System montażowy powinien składać się z kształtowników aluminiowych wykonanych ze stopu aluminium.

b) Oddziaływanie potencjalnego pożaru urządzeń fotowoltaicznych na elementy obiektu budowlanego.

- Elementy urządzeń fotowoltaicznych wykonane głównie z materiałów niepalnych nie będą powodowały rozprzestrzeniania się ognia. Zespoły kablowe prowadzone powinny być prowadzone w trasach kablowych wykonanych z materiałów ograniczających rozwój pożaru.

c) Informacje o sposobie zabezpieczenia przeciwpożarowego fotowoltaicznej instalacji elektrycznej:

- W sytuacjach zagrożenia pożarowego w celu odłączenia instalacji fotowoltaicznej konieczne jest wyłączenie wyłącznika głównego całej instalacji elektrycznej budynku przez służby energetyczne lub przez prowadzącego akcje gaśniczą. Wówczas następuje odłączenie inwertera i wyłączenie generowanego napięcia AC. UWAGA! napięcie DC w odcinku instalacji fotowoltaicznej od modułów PV do rozdzielnic PV-DC będzie utrzymywane.
- Zaleca się wyposażenie instalacji fotowoltaicznej w gaśnice proszkową przeznaczoną do gaszenia pożarów elektrycznych. Należy zapewnić pełne oznakowanie najważniejszych elementów instalacji fotowoltaicznej.

d) Informacje o przygotowaniu obiektu budowlanego i terenu do prowadzenia działań – ratowniczych. Zalecenia zmniejszenia ryzyka powstania pożaru:

Aby zwiększyć bezpieczeństwo systemu PV i zmniejszyć ryzyko pożaru, zaleca się:

- Profesjonalny montaż i uruchomienie: w szczególności wykonanie i odbiór instalacji zgodnie z normą PN-EN 62446-1: "Systemy fotowoltaiczne (PV) -- Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania -- Część 1: Systemy podłączone do sieci -- Dokumentacja, odbiory i nadzór" zawiera listę punktów, które należy sprawdzić przed uruchomieniem System PV.

- Okresową konserwację instalacji fotowoltaicznej: w szczególności zgodnie z IEC 62446-2: "Systemy fotowoltaiczne - Wymagania dotyczące testowania, dokumentacji i konserwacji - Część 2: Systemy podłączone do sieci - Konserwacja systemów PV".
- Codzienny automatyczny monitoring stanu izolacji DC: przed uruchomieniem falownik sprawdza stan izolacji po stronie DC. Jeśli zostanie wykryty błąd, falownik nie uruchomi się i powiadomi, że nastąpiła usterka. Monitorowanie to jest również wykonywane podczas pracy instalacji. Jeśli podczas pracy wykryta zostanie nieprawidłowość, falownik wyłączy się i wyświetli kod błędu.
- Monitorowanie systemu fotowoltaicznego: właściciel systemu fotowoltaicznego, powinien monitorować swój system PV tak, aby cały czas mieć podgląd na swój produkt. System monitorowania zapewnia przegląd działania systemu i ostrzega użytkownika, jeśli występuje jakaś nieprawidłowość. Zmniejszenie mocy niezależnie od warunków pogodowych może być oznaką usterki w systemie, która może doprowadzić do pożaru.

#### Dodatkowe środki w celu zmniejszenia ryzyka dla strażaków

Zaleca się następujące środki w celu zmniejszenia ryzyka dla strażaków:

- Jasne i łatwo widoczne oznakowanie komponentów fotowoltaicznych. Czas jest ważnym czynnikiem podczas walki z ogniem! Po dotarciu do miejsca pożaru, dowódca grupy ustala sytuację i opracowuje strategię operacyjną, aby zapewnić ochronę życia i mienia. W oparciu o fakt, że każdy dowódca grupy jest przeszkolony do przeprowadzania dynamicznej oceny ryzyka potencjalnych zagrożeń na miejscu przed przekazaniem rozkazów swojemu zastępowi, ważne jest, aby byli oni świadomi tego, czy system PV jest zainstalowany na budynku, czy nie.
- Zachować bezpieczną odległość. Zaleca się przestrzegać bezpiecznych odległości w celu uniknięcia obrażeń lub porażenia prądem elektrycznym.
- Rozłącznik DC - urządzenie zapewniające, że falownik zostanie odłączony od modułów w razie awarii.

#### Zasady oznaczania instalacji PV

Oznaczenie instalacji pozwala na identyfikację elementów instalacji fotowoltaicznej oraz umożliwia ich bezpieczną eksploatację oraz serwis. W przypadku prowadzonej akcji



gaśniczej informuje o charakterze obiektu, o jego sposobie zasilania a zatem pozwala zastosować odpowiednią i bezpieczną akcję ratowniczą.

Oznakowanie zgodnie z normą PN-HD 60364-7-712:2016 powinno znajdować się:

- w rozdzielni głównej budynku
- obok głównego licznika energii,
- obok głównego wyłącznika,
- w rozdzielnicy w której przyłączona jest instalacja fotowoltaiczna do instalacji elektrycznej budynku.

Naklejka	Miejsce umieszczenia
	Naklejka ta powinna być umieszczona w punkcie przyłączenia instalacji PV, przy liczniku, w złączu kablowym, oraz jeżeli budynek posiada główny wyłącznik prądu – to także w tym miejscu
	Naklejka powinna być umieszczona wewnątrz rozdzielnicy RAC pod wyłącznikiem nadprądowym
	Naklejka powinna być umieszczona na obudowie rozdzielnicy RAC
	Naklejka powinna być umieszczona na obudowie falownika w widocznym miejscu obok wyłącznika izolacyjnego DC wbudowanego w falownik
 	Naklejki powinny być umieszczone na bocznej bądź frontowej obudowie falownika w górnej części
 	Naklejka powinna znaleźć się na obudowie rozdzielnicy RDC
 	Naklejka powinna być umieszczona w pobliżu trasy kablowej DC przy falowniku
	Naklejka powinna znajdować się na obudowie rozdzielnicy RAC zaraz nad drzwiczkami
	Naklejka powinna znajdować się na obudowie rozdzielnicy RDC zaraz nad drzwiczkami.

### **5.1 Bilans mocy instalacji fotowoltaicznej**

Inwerter AC/DC

Moc pojedynczego inwertera: min 25kW

Moc pojedynczego modułu: min 450 W

Ilość inwerterów – 2 szt.

Ilość paneli: 111szt.

Moc zainstalowana po stronie DC:  $111 \times 450 \text{ Wp} = 49,95 \text{ kWp}$

### **5.2 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

### **5.3 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  $Z_s$ .

TABELA DOBORU ZABEZPIECZEŃ DLA OCHRONY PRZEWODÓW I KABLI PRZED SKUTKAMI PRZECIĄŻEŃ (WG PN-IEC 60364-4-43:2012)																
Nazwa odbioru	Moc szczytowa	Napięcie	Prąd obciążenia	Wsp. mocy	Typ zabezpieczenia	Prąd znam. zabezp.	Współczynnik	Prąd zadziałania zabezpie.	Liczba torów kabli	Typ kabla	Przekrój jednostkowy	długość linii	Sposób ułożenia	Obciążalność długotrwała	Warunek 1	Warunek 2
	<b>P<sub>n</sub></b>	<b>U</b>	<b>I<sub>b</sub></b>	<b>cos<sub>φ</sub></b>		<b>I<sub>n</sub></b>	<b>k<sub>2</sub></b>	<b>I<sub>2</sub></b>	<b>x</b>		<b>s</b>	<b>l</b>		<b>I<sub>z</sub></b>		
-	<b>kW</b>	<b>V</b>	<b>A</b>	-		<b>A</b>	-	<b>A</b>	<b>x</b>	-	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>m</b>	-	<b>A</b>	-	-
[INWERTER:RAC]																
INWERTER 1	25	400	36	0,99	B	40	1,45	58	1	YKY/YDY5x	16	5	B	56	OK.	OK.
INWERTER 2	25	400	36	0,99	B	40	1,45	58	1	YKY/YDY5x	16	5	B	56	OK.	OK.
[RAC:RG]																
RAC	50	400	78	0,93	gF	80	1,45	116	1	YKY/YDY5x	35	20	B	89	OK.	OK.

TABELA SPADKÓW NAPIĘĆ															
Nazwa odbioru	Moc szczytowa	Napięcie	Prąd obciążenia	Wsp. mocy	Przekrój przewodu	Długość linii	Konduktywność	Rezystancja	Reaktancja jednostkowa	Reaktancja	Spadek napięcia	Impedancja	I <sub>s</sub>	Impedancja dopuszczalna	Skuteczność
	<b>P<sub>n</sub></b>	<b>U</b>	<b>I<sub>b</sub></b>	<b>cos<sub>φ</sub></b>	<b>S</b>	<b>l</b>	<b>γ</b>	<b>R</b>	<b>X'</b>	<b>X</b>	<b>dU</b>	<b>Zobl</b>	<b>I<sub>5</sub></b>	<b>Zdop</b>	
-	<b>kW</b>	<b>V</b>	<b>A</b>	-	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>m</b>	<b>m/Ωmm<sup>2</sup></b>	<b>Ω</b>	<b>Ω/km</b>	<b>Ω</b>	<b>%</b>	<b>Ω</b>	<b>A</b>	<b>Ω</b>	
[INWERTER:RAC]															
INWERTER 1	25	400	36,45	0,99	16	5	55	0,01	0,1	0,000500	<b>0,090</b>	0,0117	100	2,3000	OK.
INWERTER 2	25	400	36,45	0,99	16	5	55	0,01	0,1	0,000500	<b>0,090</b>	0,0117	100	2,3000	OK.
[RAC:RG]															
RAC	50	400	77,60	0,93	35	20	55	0,01	0,1	0,002000	<b>0,349</b>	0,0166	400	0,5750	OK.

#### 5.4 Prąd obliczeniowy szczytowy obwodu

Maksymalny prąd roboczy obwodu wyniesie  $I_{max}=10,98A$ . Prąd zwarciovowy obwodu przyjmuje się  $I_{sc}=11,56A$ . Dobór bezpieczników PV:  $I_{sc} \times 1,5 = 11,56A \times 1,5 = 17,34A$ . Prąd znamionowy bezpiecznika musi być wyższy lub równy od 17,34A zatem przyjmuje się bezpiecznik 20A dla bieguna + i bieguna -.

#### UWAGI KOŃCOWE

- Całość robót instalacyjno - montażowych wykonać zgodnie z Polskimi Normami
- 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.

#### 6. Opis konstrukcji wsporczej i przykładowych rozwiązań montażowych

Planuje się wykorzystanie dedykowanej konstrukcji wsporczej przeznaczonej do mocowania modułów fotowoltaicznych na dachu budynku. Panele fotowoltaiczne będą umieszczone

równolegle z poszyciem dachu obiektu. Konstrukcję stanowić będą aluminiowe szyny zamocowane do dachu budynku. Szyny należy ułożyć i zamontować dokładnie z wytycznymi producenta oraz z instrukcją montażową dostarczoną do danego zestawu

Konstrukcja powinna być wykonana w pełnym przekroju z materiałów niekoordynujących 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.

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

#### **Dane techniczne:**

wytrzymałość konstrukcji:	obliczana wg lokalizacji Inwestycji
obciążenia śniegiem:	minimum 3000 Pa – zalecana 5400 Pa
obciążenia wiatrem:	minimum 2400 Pa – zalecana 2400 Pa
specyfikacja materiałów:	Aluminium EN6060 lub inne o podobnych parametrach
śruby/nakrętki:	Stal nierdzewna A2

### **7. 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.

### **8. Informacje związane z bezpieczeństwem i ochroną zdrowia**

#### **8.1 Zakres robót**

Zakres planowanych prac:

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

Kolejność prowadzenia prac:

- przygotowanie miejsca pracy,
- ułożenie kabla,
- montaż konstrukcji wsporczych i systemów montażowych
- montaż paneli PV
- montaż Inwertera i zabezpieczeń
- podłączenia.

#### **8.2 Istniejące obiekty budowlane**

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

#### **8.3 Elementy zagospodarowania terenu mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia**

- Istniejące linie elektroenergetyczne,
- Sieć telekomunikacyjna,
- Drogi publiczne

#### **8.4 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 pożaru.

#### **8.5 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.

#### **8.6 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.

### 8.7 Wpływ na środowisko

Inwestycja nie wpływa negatywnie na otaczające środowisko naturalne

## 9. Bezpieczeństwo eksploatacji – opracowanie ogólne

Niniejsza dokumentacja powinna być przeczytana z uwagą i zrozumieniem zanim podjęte zostaną jakiekolwiek 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 specjalistów, którzy posiadają wymagane świadectwa kwalifikacyjne.

Bezwzględnie wymaga się przestrzegania przepisów BHP.

### 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 odsłonięte (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.

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 napięcia 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/m<sup>2</sup>). 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 kwalifikacyjne.



#### 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 zmiękczonej 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.

#### **10. Uwagi końcowe**

Kable zasilające LSZH 4 mm<sup>2</sup> 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 lub instalacyjnych listwach ściennych. 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. Całość instalacji wykonać z należytą starannością i zgodnie ze sztuką. Całość prac wykonać zgodnie z rysunkami instalacyjnymi elektryki.

#### **11. Literatura**

- 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 60439-4:2008 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.

### 13. Rozporządzenia i ustawy

- Ustawa z dnia 07 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2020 r., poz. 1333).
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. z 2020 r., poz. 215)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobów deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. z 2016 r. poz. 1966) z późniejszymi zmianami
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r.– Prawo energetyczne. (Dz. U. z 2020 r. poz.833) z późniejszymi zmianami.
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (Dz. U. 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. 2018 r. poz. 1935)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 06 lutego 2003r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. 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. 2019 r. poz. 1065).