

Temat/obiekt:

**PROJEKT BUDOWLANY
INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ
O MOCY 18,0 kWp DLA BUDYNKU
ADMINISTRACYJNEGO URZĘDU GMINY
W RZECZNIOWIE**

Adres:

Budynek administracyjny Urzędu Gminy w Rzeczniewie
Rzeczniew 1, 27-353 Rzeczniew
Dz. nr 1245, obręb 0020

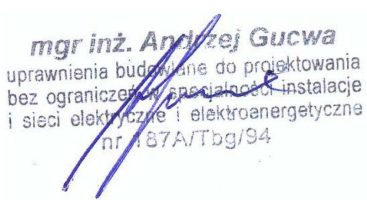
Zamawiający:

Gmina Rzeczniew
27-353 Rzeczniew, Rzeczniew 1

Branża:

Elektryczna
Instalacje fotowoltaiczne

Skład zespołu projektowego:

Opis	Imię i nazwisko, nr uprawnień	Podpis
Projektant:	mgr inż. Andrzej Gućwa 187A/Tbg/94	 mgr inż. Andrzej Gućwa uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności instalacje i sieci elektryczne i elektroenergetyczne nr 187A/Tbg/94

Styczeń, 2016 rok

OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA

BRANŻA ELEKTRYCZNA

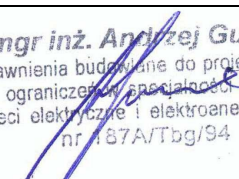
Zgodnie z art. 20 ust. 4 Ustawy z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane (tj. Dz. U. Nr 207 z 2003r. poz. 2016 z późn. zm.) oświadczamy, że:

PROJEKT BUDOWLANY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY 18 kWp DLA BUDYNKU ADMINISTRACYJNEGO URZĘDU GMINY W RZECZNIOWIE

sporządzony w styczniu 2016 roku,

Zamawiający:
Gmina Rzecznów
27-353 Rzecznów,
ul. Rzecznów 1

został wykonany zgodnie z obowiązującymi przepisami w tym techniczno-budowlanymi, oraz zasadami wiedzy technicznej.

Opis	Imię i nazwisko, nr uprawnień	Podpis
Projektant:	mgr inż. Andrzej Gucwa 187A/Tbg/94	 <i>mgr inż. Andrzej Gucwa</i> uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności instalacje i sieci elektryczne i elektroenergetyczne nr 187A/Tbg/94

Wojewoda Tarnobrzegi

Nr 187A/TBG/94

Tarnobrzeg, dnia 5 grudnia 1994r.

Stwierdzenie przygotowania zawodowego

do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie

Na podstawie § 2 ust.1 pkt 1
i § 13 ust. 1 pkt 4 lit.d oraz zmiany Dz.U.Nr 69, poz.299 z 8 sierpnia 1991 r.
rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 20 lutego 1975 r.
w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. Nr 8, poz. 46) stwierdza
się, że:

Obywatel Andrzej Gucwa - magister inżynier elektryk

urodzony dnia 24 grudnia 1962 r. w Knurowie

posiada przygotowanie zawodowe upoważniające do wykonywania samodzielnej funkcji
- projektanta -

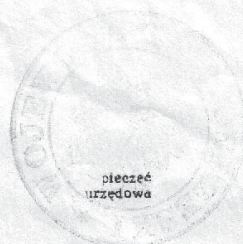
w specjalności instalacyjno-inżynieryjnej w zakresie sieci i instalacji
elektrycznych

Obywatel Andrzej Gucwa jest upoważniony do:

1. sporządzania projektów instalacji i sieci elektrycznych.

Od decyzji niniejszej służy odwołanie do Ministra Gospodarki Przestrzennej
i Budownictwa w terminie 14-tu dni od daty otrzymania za moim pośrednictwem.

Z up. Wojewody
mgr inż. Andrzej Jankowski
Dyrektor Wydziału
Architekt Wojewódzki





Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

PDK-PUP-NCR-6K9 *

Pan Andrzej Gucwa o numerze ewidencyjnym PDK/IE/0621/03
adres zamieszkania ul. Paderewskiego 63, 39-400 Tarnobrzeg
jest członkiem Podkarpackiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2017-02-28.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2016-02-08 roku przez:

Zbigniew Detyna, Przewodniczący Rady Podkarpackiej 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.

Spis treści

1. OPIS TECHNICZNY	6
1.1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA.....	6
1.2. ZAKRES OPRACOWANIA.....	6
1.3. STAN ISTNIEJĄCY.....	6
1.4. OPIS ROZWIĄZAŃ PROJEKTOWYCH	6
1.4.1. Dane techniczne instalacji fotowoltaicznej	7
1.4.2. Symulacja uzysku energetycznego z instalacji fotowoltaicznej.....	7
1.4.3. Rys. E-1 Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej.....	7
1.4.4. Zestawienie urządzeń i materiałów instalacji fotowoltaicznej.....	9
1.4.5. Moduły fotowoltaiczne	9
1.4.6. Inwertery (przetwornice)	11
1.4.7. Rozdzielnice RDC i RGPV.....	13
1.4.8. Konstrukcja montażowa i okablowanie.....	14
1.4.9. Sposób prowadzenia przewodów.....	19
1.4.10. Ochrona przeciwporażeniowa	19
1.4.11. Ochrona przeciwprzepięciowa.....	19
1.4.12. Wyłączenie pożarowe i awaryjne	20
1.4.13. Ochrona odgromowa	20
1.4.14. Rys. E-2 Instalacja odgromowa	21
1.4.15. Zabezpieczenie przed pracą wyspową.....	23
1.4.16. Synchronizacja instalacji fotowoltaicznej.....	23
1.4.17. Istotne parametry techniczne inwertera	23
1.4.18. Pomiary	23
2. UWAGI KOŃCOWE.....	24
3. INFORMACJA BIOZ	25

1. OPIS TECHNICZNY

1.1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest projekt sieciowej instalacji fotowoltaicznej, służącej do produkcji energii elektrycznej z promieniowania słonecznego, ukierunkowanej na wykorzystanie energii elektrycznej na własne potrzeby budynku administracyjnego Urzędu Gminy w Rzeczniowie.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna o mocy 18,0 kWp będzie stanowiła źródło energii na własne potrzeby budynku Urzędu Gminy w Rzeczniowie. Instalacja fotowoltaiczna zostanie połączona z instalacją elektryczną budynku.

1.2. ZAKRES OPRACOWANIA

Opracowanie swoim zakresem obejmuje:

- Montaż modułów (paneli) fotowoltaicznych (PV) o mocy 250 Wp/szt.,
- Montaż inwertera (przetwornicy),
- Wykonanie instalacji po stronie stałonapięciowej DC systemu fotowoltaicznego (PV),
- Wykonanie okablowania strony AC systemu fotowoltaicznego z doprowadzeniem kabli do miejsca przyłączenia, do sieci elektroenergetycznej.

1.3. STAN ISTNIEJĄCY

Instalacja fotowoltaiczna (PV) zostanie ulokowana na dachu budynku administracyjnego Urzędu Gminy w Rzeczniowie. Moduły fotowoltaiczne (PV) zostaną zamocowane na dachu budynku z wykorzystaniem mocowań i konstrukcji systemowych. Budynek posiada zasilanie przez sieć niskiego napięcia. Planuje się wykorzystać istniejące przyłącze zlokalizowane w rozdzielniczy głównej budynku administracyjnego Urzędu Gminy.

Projekt nie ingeruje w istniejący układ zasilania i opomiarowania obiektu.

1.4. OPIS ROZWIĄZAŃ PROJEKTOWYCH

Projektowana instalacja fotowoltaiczna składać się będzie z 72 szt. modułów polikrystalicznych o mocy 250 Wp każdy, pracujących w układzie „on-grid”. Moc instalacji fotowoltaicznej wynosi łącznie 18,0 kWp, strona AC.

Projektowany system będzie wyprodukowaną energię zużywał na potrzeby własne budynku, a nadmiar energii będzie oddawał do sieci energetyki zawodowej.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna jest instalacją typu „on-grid” przyłączoną do sieci elektroenergetycznej.

Wyprodukowana energia elektryczna prądu stałego zostaje zamieniona w przetwornicy DC/AC na energię prądu przemiennego trójfazowego o napięciu 0,4 [kV].

Energia elektryczna produkowana przez instalację fotowoltaiczną będzie wykorzystywana na potrzeby własne obiektu.

Projektowane urządzenia mają możliwość wprowadzania energii w kierunku zasilania energetyki zawodowej.

1.4.1. Dane techniczne instalacji fotowoltaicznej

Dane techniczne instalacji fotowoltaicznej (PV) o mocy 18 kWp			
Lp.	Warunki techniczne instalacji PV	Parametry techniczne	Ilość
1.	Lokalizacja i powierzchnia zabudowy modułów fotowoltaicznych (m ²)	Dach skośny	118,8
2.	Rodzaj zainstalowanych modułów PV o mocy nominalnej (Wp)/ ilość (szt.)	250	72
3.	Rodzaj zainstalowanych inwerterów o mocy wyjściowej (kW)/ ilość (szt.)	17,0	1
4.	Moc nominalna instalacji PV (kWp)	18,0	-
5.	Łączny uzysk roczny - zgodnie z symulacją uzysku energetycznego z instalacji PV (kWh)	15 149,0	-

1.4.2. Symulacja uzysku energetycznego z instalacji fotowoltaicznej

Powyżej przedstawiono wynik symulacji rocznej produkcji energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej. Obliczenia przeprowadzono dla kąta nachylenia modułów PV o wartości 30° , oraz zerowego odchylenia od kierunku południowego. Jeżeli odchylenie będzie wynosiło 45° wówczas uzysk energetyczny będzie mniejszy o 5%, jeżeli kierunek montażu będzie wschodni lub zachodni uzysk instalacji fotowoltaicznej będzie mniejszy o 10 %.

Przedstawione w projekcie uzyski energii elektrycznej są wartościami szacunkowymi. Zostały one obliczone za pomocą wzorów matematycznych w specjalistycznym oprogramowaniu. Autor projektu nie gwarantuje osiągnięcia w rzeczywistości uzysków energii elektrycznej równych podanej w tym miejscu wartości. Przyczyną tych rozbieżności są różne czynniki zewnętrzne, takie jak np. zacienienie, zabrudzenie lub wahania sprawności modułów fotowoltaicznych.

1.4.3. Rys. E-1 Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej

Rys. E-1 Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej

1.4.4. Zestawienie urządzeń i materiałów instalacji fotowoltaicznej

L.p.	Opis	Jedn.	Ilość	Uwagi
1.	Zestaw modułów fotowoltaicznych 250 Wp, w ilości 72 szt. wraz z dedykowanym systemem montażowym	kpl.	1	wg projektu
2.	Inwerter DC/AC o mocy 17,0 kW	szt.	1	wg projektu
3.	Kabel solarny PV ZZ-F 6 mm ²	m	130	
4.	Przewód YKY 5x6; 0,6/1kV	m	230	
5.	Przewód typu YKY 5x2,5; 0,6/1kV	m	140	
6.	Rozdzielnica zbiorcza instalacji fotowoltaicznej po stronie DC (RDC)	szt.	1	
7.	Rozdzielnica zbiorcza instalacji fotowoltaicznej po stronie AC (RGPV)	szt.	1	
8.	Wyposażenie rozdzielnicy RGnN na potrzeby instalacji fotowoltaicznej	szt.	1	

Rozdzielnica zbiorcza RDC oraz inwertery umieszczone zostaną na zewnątrz budynku. Uytuowanie modułów fotowoltaicznych zostało przedstawione na rysunkach.

1.4.5. Moduły fotowoltaiczne

Baterie słoneczne są to ogniwa półprzewodnikowe, które wykorzystują zjawisko fotowoltaiczne do zamiany promieniowania słonecznego na prąd elektryczny. Ogniwa połączone między sobą tworzą moduły (panele) fotowoltaiczne (PV), z których energia elektryczna przekazywana jest za pomocą połączeń kablowych DC do inwerterów (przetwornic).

Energia z zespołów modułów fotowoltaicznych przekazywana jest poprzez system skrzynki DC i inwerterów do węzła energetycznego zlokalizowanego w rozdzielnicy głównej na urządzenia elektryczne nN.

Moduły fotowoltaiczne (PV) umieszczone na systemowych konstrukcjach wsporczych są łączone w łańcuchy kablami DC.

Zaprojektowano układ ogniw fotowoltaicznych opartych na modułach polikrystalicznych. Moduły fotowoltaiczne są obudowane szkłem hartowanym, a pojedyncze cele znajdują się pomiędzy dwoma warstwami z tworzywa sztucznego EVA. Szklane pokrycie i folia

elektroizolacyjna znajdująca się na tylnej ścianie są razem laminowane, co gwarantuje ochronę przed szkodliwym wpływem czynników zewnętrznych.

Moduły fotowoltaiczne muszą spełniać wszelkie wymogi związane z ich certyfikacją i gwarancją, oraz muszą posiadać następujące parametry:

Dane techniczne: Parametr	Jednostka/Wartość
Moc nominalna modułu PV (ogniwa polikrystaliczne o barwie ciemnogrnatowej, niebieskiej)	Pmaks. min. 250 Wp
Waga modułu PV	Maks. 19,4 kg
Efektywność modułu PV	Min. 15,3%
Puszka przyłączeniowa (klasa zabezpieczenia)	Min. IP65
Dioda bocznikująca	Min. 3 diody
Maksymalne obciążenie statyczne, przód (nacisk ciśnienie np. śnieg i wiatr)	Min. 5400Pa
Maksymalne obciążenie statyczne, tył (rwanie np. wiatr)	Min. 2400Pa
Bezpieczeństwo użytkowe	Klasa A/Klasa ochrony II
Maksymalne napięcie pracy VDC	1000V
Przedział temperatur	-40°C...+85°C
Odporność na prąd wsteczny	Min. 15 A
Przewody odprowadzające wygenerowany prąd	Min. 2xØ4mm ² , biegun dodatni i ujemny, długość min. 2x1m
Szkoło front	Wysokoprzezroczyste szkło solarne, temprowane, hartowane o grubości min 3,2 mm, z powłoką antyrefleksyjną
Laminat ogniw (materiał)	Polietylen-co-octan winylu (EVA)
Rama	Eloksalowany stop aluminiowy, srebrna, eloksalacja przezroczysta, sklejenie ramy silikonem
Odporność na gradobicie	Wielkość kuli o średnicy min. 25 mm z prędkością min. 23 m/s potwierdzone przez niezależny od producenta laboratorium badawcze (zgodnie z wytycznymi IEC61215)
Gwarancja produktowa	Min. 10 lat

Gwarancja na wady ukryte wydajności/ osiągów ogniw	do 12 roku – Min. 90% mocy nominalnej, do 25 roku – Min. 80% mocy nominalnej.
---	--

Dopuszcza się zastosowanie modułów fotowoltaicznych polikrystalicznych o większej mocy nominalnej niż 250 Wp jeden moduł z zastrzeżeniem, że parametry proponowanych modułów PV nie mogą być gorsze, niż parametry modułów określonych w niniejszym projekcie.

Łączna moc nominalna modułów PV instalacji fotowoltaicznej nie może być mniejsza, niż moc nominalna ujęta w projekcie oraz roczny uzysk energetyczny instalacji fotowoltaicznej nie może być mniejszy, niż symulowany uzysk roczny ujęty w projekcie.

Certyfikowane według:

IEC 61215 (PN-EN 61215:2005), IEC 61730 (PN-EN 61730 - 1:2007)

Produkowane w zakładach certyfikowanych wg ISO 9001 i 14001

Znak CE zgodnie z obowiązującymi dyrektywami WE.

1.4.6. Inwertery (przetwornice)

Zadaniem inwertera (przetwornicy) jest przekształcenie wygenerowanej energii przez moduły PV na prąd przemienny oraz przekazanie jej do instalacji elektrycznej. W projektowanej instalacji fotowoltaicznej zastosowano inwerter (przetwornicę) typ 17000 o mocy znamionowej 17,0 kW (1 szt.). Inwerter tego typu po wykryciu obecności napięcia strony AC (0,4 kV) automatycznie synchronizuje się z siecią elektroenergetyczną Operatora Systemu Dystrybucyjnego (OSD). Po zaniku napięcia OSD inwerter przejdzie automatycznie w stan uśpienia aż do momentu powrotu napięcia sieciowego. Wykrywanie zaniku napięcia sieci OSD odbywać się będzie zgodnie z normą VDE 0126-1-1 (tzw. "zabezpieczenie antywyspowe"). Inwerter posiada własne układy regulacji i zabezpieczeń mające na celu utrzymanie właściwych parametrów energii elektrycznej oraz zabezpieczenia uniemożliwiające podanie napięcia na wyłączoną sieć. Oprócz sterowania, inwerter posiada również opcję monitoringu pracy systemu. W inwerter wbudowano zabezpieczenia przed potencjalnie szkodliwymi prądami wstecznym, rozłącznik strony stałoprądowej DC na czas serwisu, ograniczniki przepięć klasy II oraz system kontroli temperatury pracy elektroniki sterującej.

Jako przemienniki częstotliwości przewidziano inwerter trójfazowy AC/DC o mocy 17 kW, posiadający następujące parametry:

Dane techniczne	Inwerter 17 kW
Wejście DC	
Maks. moc DC (przy $\cos \varphi = 1$)	np. 17 150 W
Maks. napięcie wejściowe	1000 V
Zakres napięcia MPP/ znamionowe napięcie wejściowe	320V-800V/580V

Minimalne/początkowe napięcie wejściowe	150 V/188V
Maks. prąd wejściowy na wejściu A/B	33 A /33 A
Liczba niezależnych wejść MPP/ ciąg ogniw fotowoltaicznych na jednym wejściu MPP	2/A:3,B:3
Wyjście AC	
Moc znamionowa (przy 230V,50Hz)	17 000 W
Maks. moc pozorna AC	17 000 VA
Napięcie znamieniowe AC	3/N/PE:220/380V 3/N/PE:230/400V
Napięcie znamieniowe AC	3/N/PE:240/415V
Zakres napięcia znamionowego AC	180V-280V
Częstotliwość napięcia w sieci AC/ zakres częstotliwości	50Hz/6Hz...+5Hz
Maks. prąd wyjściowy	36,2A/36,2A 29A/29 A
Współczynnik mocy przy mocy znamionowej	1
Liczba faz zasilających/ podłączonych	3/3
Sprawność	98,4%
Maks. Sprawność/ sprawność Europejska	98,0%
Zabezpieczenia	
Bezpiecznik na wejściu	tak
Rozłącznik DC	Zintegrowany
Wykrywanie przebicia/monitorowanie sieci	tak/tak
Ochrona przed niewłaściwą biegunowością DC/ zabezpieczenia przeciwzwarcia AC	tak/tak
Klasa ochronności (wg IEC 62103) /kategoria przepięciowa (wg IEC 606641-1)	I/III
Dane ogólne	
Możliwość instalacji wewnątrz i na zewnątrz budynków	tak
Zakres temperatur pracy	-25C ... +60C

Typowy poziom emisji hałasu	51 dB(A)
Pobór mocy na potrzeby własne (nocą)	1W
Topologia/rodzaj chłodzenia	Beztransformatorowy/ OptiCool
Stopień ochrony (wg IEC 60529)	IP65
Klasa klimatyczna (wg IEC 60721 -3-4)	4K4H
Maks. dopuszczalna wilgotność względna (bez skraplania)	100%
Wyposażenie	
Przyłącze DC/ przyłącze AC	np. SUNCLIX/zacisk sprężynowy
Wyświetlacz	Graficzny LCD
Złącza/interfejsy: np. RS485, Bluetooth, Webconnect /Speedwire	tak
Gwarancja	5 lat

Inwerter montować na zewnątrz budynku. Zabezpieczyć przed działaniem warunków atmosferycznych. Inwerter montować w skrzynce ochronnej z wentylacją (otwory wentylacyjne dolne, na dolnej ścianie, oraz górne na ścianie czołowej). Skrzynka II klasy ochronności wyposażona w zamek energetyczny oznakowana „Urządzenie elektryczne – Nie dotykać”. Lokalizację każdorazowo ustalić z użytkownikiem obiektu w możliwie najmniejszym oddaleniu od modułów PV.

W przypadku wyboru wariantu montażu inwertera wewnątrz budynku, niedopuszczalny jest montaż inwertera w nieizolowanych termicznie i niewentylowanych pomieszczeniach.

Certyfikaty i pozwolenia:

CE, IEC 61727, VDE 0126-1-1, DK 5940, G83/1-1, PPC, AS4777, C10/C11, PN-EN 50438:2010P, PN-EN 61000-3-2:2007P, PN-EN 61000-3-3:2011P

1.4.7. Rozdzielnice RDC i RGPV

Rozdzielnica RDC

Moduły PV i inwertery zostaną zabezpieczone po stronie prądu stałego za pomocą rozłączników DC oraz ochronników przepięciowych. Wszystkie urządzenia zabezpieczające zostaną umieszczone w skrzynce połączeniowo-ochronnej - rozdzielnicy prądu stałego (RDC). Projektowana obudowa rozdzielnicy będzie hermetyczna (IP65) i będzie wykonana z odpornego

na promieniowanie UV tworzywa sztucznego. Rozdzielnica RDC umieszczona zostanie na zewnątrz obiektu, możliwie najbliżej inwerterów. Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej po stronie DC został przedstawiony na rysunku.

Rozdzielnica RGPV

W celu odbioru energii elektrycznej z projektowanej instalacji fotowoltaicznej oraz wprowadzenia jej do instalacji elektrycznej obiektu (rozdzielniczy głównej - RGnN) projektuje się montaż zbiorczej rozdzielniczy obiektowej RGPV. Rozdzielnica RGPV zamontowana zostanie w pomieszczeniu technicznym rozdzielniczy głównej. Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej po stronie AC został przedstawiony na rysunku.

1.4.8. Konstrukcja montażowa i okablowanie

Dane techniczne systemu montażowego

Moduły fotowoltaiczne należy zamontować na systemowej konstrukcji montażowej aluminiowej. System montażowy składa się z kształtowników aluminiowych wykonanych ze stopu aluminium. Wszystkie profile wykonane są metodą tłoczenia, powierzchnie profili lakierowane wg palety RAL na kolor dostosowany do koloru pokrycia dachowego.

Otwory przejściowe do śrub i wkrętów powinny odpowiadać wykonaniu średniokrędnemu wg PN-EN 20273. Pogłębienia stożkowe pod łby wkrętów, powinny odpowiadać wykonaniu średniokrędnemu wg PN 87/M-82068.

Moduły PV należy montować na dachu do lekkiej konstrukcji systemowej przekazującej obciążenia na konstrukcję dachu w układzie typowym. Zaplanowane mocowania modułów PV na dachu oparte o kształtowniki aluminiowe stanowiące ruszt dla modułów PV, pozwalają na optymalizację mocy i uzysków względem dostępnej powierzchni dachu oraz optymalizację obciążenia konstrukcji więźby dachowej. Warunki obciążenia konstrukcji więźby dachowej budynku modułami PV i systemem mocującym, zostały przedstawione w opinii konstrukcyjno - budowlanej stanowiącej integralną część niniejszego projektu instalacji fotowoltaicznej. Należy dołożyć wszelkich starań, aby uniknąć uszkodzenia poszycia dachowego.

Okablowanie i złącza po stronie prądu stałego (DC)

Moduły PV należy łączyć szeregowo w łańcuchy za pomocą przewodów dostarczonych wraz z modułami PV. Do podłączenia modułów znajdujących się w różnych rzędach, a przyporzędowanych do jednego łańcucha wykorzystać dedykowane złączki w standardzie MC4 i kabel solarny o przekroju 6 mm². Nadmiary ww. przewodów należy przymocować do konstrukcji za pomocą opasek odpornych na promieniowanie UV oraz szkodliwe czynniki atmosferyczne.

Przewody solarne muszą charakteryzować się takimi cechami jak odporność na szkodliwe działanie czynników atmosferycznych, a w szczególności promieniowania UV, podwójną izolacją, wzmocnioną odpornością na uszkodzenia mechaniczne.

Parametry techniczne złącz przewodów instalacji fotowoltaicznej:

- maksymalny prąd instalacji fotowoltaicznej: 30A
- maksymalne napięcie instalacji fotowoltaicznej: 1000V
- termiczne warunki pracy: pomiędzy -40°C a +90°C
- stopień ochrony: IP65

Okablowanie między poszczególnymi modułami PV (grupą modułów PV) a inwerterami wykonane zostanie za pomocą kabli solarnych o parametrach:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV
- pojedyncza wiązka
- podwójna izolacja
- przekrój miedzi: 6 mm²
- żyły: wg PN/EN-60228, miedziane wielodrutowe klasy 5
- powłoka: polwinitowa odporna na UV.

Okablowanie po stronie prądu zmiennego (AC)

Między inwerterami a rozdzielnicą główną zostaną przeprowadzone przewody miedziane o parametrach odpowiednio dobranych do mocy instalacji fotowoltaicznej. Przekrój zastosowanego przewodu zostanie dobrany do warunków obciążenia długotrwałego oraz spadków napięć zgodnie z normą PN-IEC 60364-5-523.

Trasy kablowe

W celu zasilenia urządzeń zewnętrznych oraz doprowadzenia energii elektrycznej z modułów PV do inwerterów, wykonane zostaną trasy kablowe. W przypadku przechodzenia kablami DC pomiędzy rzędami modułów kable należy prowadzić w korytkach kablowych. Wszystkie przejścia przez ściany oddzielenia pożarowego będą uszczelnione certyfikowaną masą ognioodporną o takiej samej wytrzymałości ogniowej.

W razie konieczności przed przystąpieniem do montażu instalacji fotowoltaicznej użytkownik zapewni możliwość przyłączenia, poprzez budowę lub przebudowę rozdzielnicy modułowej, aby zapewnić miejsce na zabezpieczenie przewodów i przyłączenie instalacji, oraz wykona zabezpieczenie przeciwprzepięciowe.

Normy dla konstrukcji montażowych

Konstrukcje montażowe wykonywane pod moduły PV powinny spełniać poniższe normy:

- PN-EN 1993-1-1 - Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- PN-EN 1991-1-3 - Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: Oddziaływania ogólne. Obciążenie śniegiem.
- PN-EN 1991-1-4 - Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru.
- PN-EN 1991-1-1 - Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.
- PN-EN-1995-1-1 - Projektowanie konstrukcji drewnianych. Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków.

Odbiór robót montażowych

Roboty objęte niniejszym projektem podlegają częściowo odbiorowi robót zanikających i ulęgającym zakryciu, który jest dokonywany na podstawie wyników pomiarów, badań i oceny wizualnej. Na podstawie wyników badań i kontroli, należy sporządzić protokoły odbioru robót

końcowych. Jeżeli wszystkie badania i odbiory dały wyniki pozytywne, wykonane roboty należy uznać zgodne z wymaganiami. Jeżeli choć jedno badanie lub odbiór dało wynik ujemny, wykonane roboty należy uznać za niezgodne z wymaganiami norm PN-EN 1990:2004 i projektu. W takiej sytuacji Wykonawca obowiązany jest doprowadzić roboty do zgodności z normą i przedstawić je do ponownego odbioru.

Wszystkie kontrole, badania i korekty powinny być udokumentowane. W szczególności powinny być sprawdzone:

- odchyłki geometryczne układu,
- jakość materiałów i spoin,
- stan elementów konstrukcji i powłok ochronnych,
- stan i kompletność połączeń.

Dla zapewnienia jakości wykonanych robót montażowych w trakcie ich realizacji należy wykonać częściowe protokoły odbioru konstrukcji wsporczej systemowej stalowo-aluminiowej. Protokół odbioru konstrukcji stalowo-aluminiowej w wytwórni wraz z oświadczeniem, że usterki stwierdzone w czasie odbiorów międzyoperacyjnych i odbioru końcowego zostały usunięte. Protokół dotyczy kompletności elementów, prostoliniowości, płaskości, kształtu przekroju poprzecznego, układu geometrycznego, zabezpieczenia antykorozyjnego.

Odpowiednie częściowe protokoły konstrukcji dotyczące posadowienia konstrukcji, prawidłowości układu geometrycznego elementów oraz dokładności zestawienia konstrukcji wsporczej, stanu i kompletności połączeń, uzupełnienia zabezpieczenia antykorozyjnego. Protokół odbioru końcowego sporządzony z udziałem stron procesu budowlanego należy wykonać zgodnie z PN-EN 1990:2004.

Zagadnienia BHP

Należy przestrzegać, aby roboty były prowadzone, a odbiory były dokonywane zgodnie z wymienionymi poniżej normatywami.

Dla pełnego bezpieczeństwa należy opracować projekt organizacji robót uwzględniając ustalenia zawarte w:

- Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie BHP podczas wykonywania robót budowlanych (Dz.U. nr 47 z 2003 r. Poz. 401),
- Rozporządzeniu MIPS z 26.09.1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (tekst jednolity w Dz.U. nr 169 z 2003r. Poz. 1650 z późniejszymi zmianami),
- Warunkach Technicznych wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych. Tom I do V.

Kierownik Budowy winien opracować plan „BIOZ” zgodnie z ustaleniami Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z 23.06.2003r. (Dz.U. Nr120 poz. 1126).

Do montażu konstrukcji wsporczej używać jedynie systemowych materiałów. W przypadku skracania elementów konstrukcyjnych zabezpieczać te miejsca farbą antykorozyjną.

Montaż modułów fotowoltaicznych na dachu skośnym

W przypadku dachu skośnego moduły PV przymocowane są do struktury dachu znajdującej się pod przykryciem dachowym (dachówka ceramiczna, blacha falista, blacha trapezowa, gont, eternit). Producent zazwyczaj określa wymaganą liczbę uchwytów na 1 m² oraz maksymalny rozstaw między wspornikami. Do krokwi mocuje się uchwyty dachowe. Do uchwytów mocowane są prowadnice. Moduły PV są montowane do prowadnic (płatwi) za pomocą specjalnych

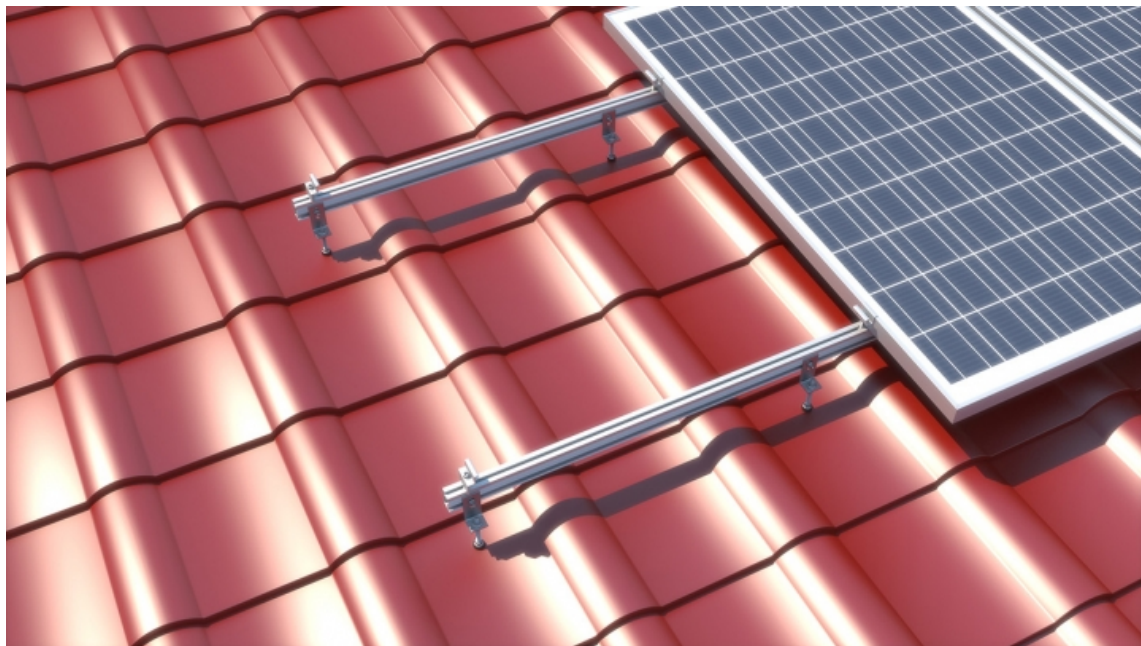
uchwyty. Konstrukcje wspierające powinny wytrzymać działanie sił jakie będą występować w trakcie eksploatacji i być w stanie przenieść te siły na struktury dachu.

W przypadku dachów skośnych na zamontowane moduły PV działają siły skierowane przeciwnie. Czynniki dociskające konstrukcję wsporczą są wynikiem obciążenia śniegiem, wpływem ciśnienia wiatru oraz wagą modułów PV i konstrukcji wsporczej. Czynniki wrywające konstrukcję wsporczą pochodzą z ciągnącej siły wiatru, który podwiewa pod moduły PV i konstrukcję.

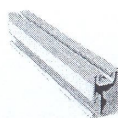
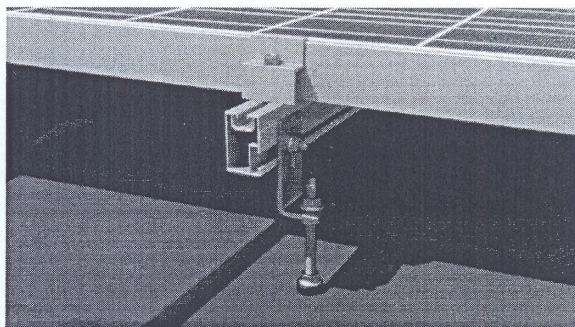
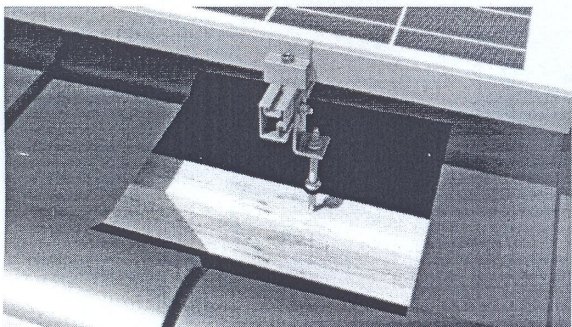
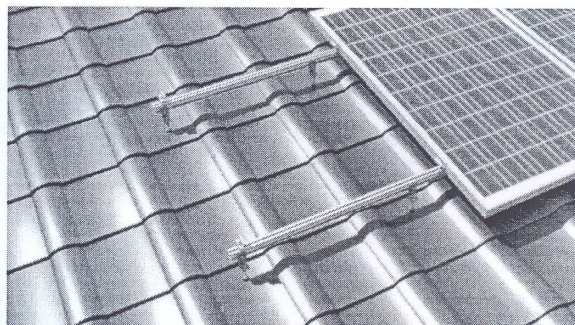
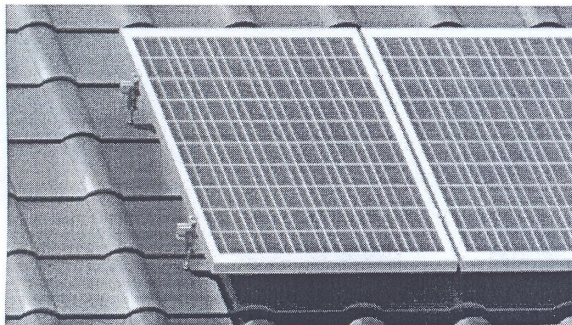
W celu minimalizowania tych sił należy zastosować się do następujących uwag:

- moduły PV nie powinny wystawać poza poziomą i pionową linię budynku. Dystans pomiędzy modułem PV a krawędzią dachu powinna być przynajmniej 5 razy większa niż odległość modułu PV od powierzchni dachu,
- moduły PV powinny być zamocowane pod takim samym kątem jak spadek dachu,
- wszystkie odstępy pomiędzy modułami PV powinny być takie same i być niewielkie, około 10 mm, aby minimalizować ciśnienie jakie tworzy się za modułem PV.

Przykładowy obraz montażu modułów PV na dachu wykonanym z blachodachówki pokazano poniżej:



SYSTEM REM-07 MOCOWANY PIONOWO BLACHODACHÓWKA



Art. 0109
Szyna montażowa
Materiał: AL 6060T6



Art. 0121
Śruba z gwintem podwójnym
Materiał: A2 1.4301



Art. 0129
Śruba toowa 28/15
Materiał: A2 1.4301



Art. 0134
Nakrętka kołnierзова ząbkowana
DIN 6923
Materiał: 1.4301 A2



Art. 0132
Śruba imbusowa DIN 912
Materiał: A2 1.4301



Art. 080
Wpust przesuwny z kuliką- Nuttstein
M8
Materiał: AL 6060T6



Art. 0147
Cisk
M8
Materiał: Aluminium



Art. 073
Kłama środkowa
Materiał: AL 6060T6



Art. 075
Kłama końcowa
Materiał: AL 6060T6



Art. 0122
Wspornik
Materiał: A2 1.4301

1.4.9. Sposób prowadzenia przewodów

Prowadzenie instalacji DC

Do inwertera należy prowadzić przewody DC po trasach ustalonych z użytkownikiem. Zaleca się prowadzenie na zewnątrz budynku w rurach ochronnych lub w listwie. Jeżeli inwerter ulokowany będzie w budynku trasę do inwertera ustalić z użytkownikiem wykonać w sposób najmniej inwazyjny. Zabezpieczając przejścia przez dach, stropy i ściany w wymagany przez sztukę budowlaną sposób. Przejście przez stropy, ściany i dach uszczelnić do odporności ogniowej przegrody.

Prowadzenie instalacji AC

Od inwertera do rozdzielni głównej posesji, należy wykorzystać istniejące szachty elektryczne lub wykonać nowe trasy kablowe.

Po ułożeniu linii kablowej należy dokonać jej sprawdzenia:

- Sprawdzić ciągłość żył.
- Dokonać pomiaru rezystancji izolacji kabla induktorem o napięciu 2,5 kV.

Wyniki pomiarów dołączyć do dokumentacji odbiorczej w formie protokołu. Kable należy układać zgodnie z normą N SEP-E-004.

1.4.10. Ochrona przeciwporażeniowa

Instalacja fotowoltaiczna objęta projektem będzie wykonana w układzie TN-C i TN-C-S. Ochrona przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa) realizowana jest przez zastosowanie izolacji podstawowej przewodów i aparatów elektrycznych, obudów i osłon rozdzielnic i osprzętu. Uzupełnieniem ochrony podstawowej w instalacji wewnętrznej (gniazda wtykowych potrzeb własnych) są wyłączniki różnicowoprądowe o znamionowym prądzie różnicowym 30mA.

Ochrona przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa) jako szybkie wyłączenie zasilania w czasie $t < 5s$ (szafa kablowo - pomiarowa będzie umieszczona w rozdzielni).

Ochrona przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa) w instalacji gniazd wtykowych jako szybkie wyłączenie zasilania w czasie $t < 0,4 s$ realizowane przez wyłączniki instalacyjne nadmiarowo-prądowe w rozdzielni potrzeb własnych.

Projektowane instalacje są zgodne z przepisami budowlanymi w zakresie ochrony przeciwporażeniowej oraz wymogami normy PN-IEC-6364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych”.

1.4.11. Ochrona przeciwprzebieciowa

Instalacja elektryczna wewnętrzna obiektu oraz elementy instalacji PV narażone są na przebiecia spowodowane bezpośrednim trafieniem pioruna w obiekt i urządzenia zewnętrzne oraz przebiecia łączeniowe indukowane w sieci zasilającej.

Instalacja elementów instalacji PV wymaga wykonania strefowej skoordynowanej ochrony przebieciowej obejmującej instalacje DC i AC.

Po stronie stałoprądowej inwertery są wyposażone w wbudowane ograniczniki przebiec np. typu II. Po stronie zmiennoprądowej ochronnik zostanie zlokalizowany w miejscu wprowadzenia kabli

do rozdzielnicy. Zastosować ochronę przeciwprzebieciową (ochronniki przebieciowe B+C,4P) zabezpieczające falowniki przed przebieciami w sieci elektroenergetycznej.

Połączenia wykonać przewodami o długości <0,5m i przekroju nie mniejszym niż 16 mm².

1.4.12. Wyłączenie pożarowe i awaryjne

Niezbędna jest rozbudowa instalacji Wył. P.Poż. o układ powodujący rozłączenie instalacji fotowoltaicznej w taki sposób, aby nie występowało napięcie większe od napięcia bezpiecznego. W związku z tym, należy wyposażyć wskazaną lokalizację w zestaw przyłączeniowy z rozłącznikiem wyposażonym w wyzwalacz nadnapięciowy, z przyciskiem zabudowanym na zewnętrznej ścianie przy wejściu do budynku. Bezpośrednio po zakończeniu prac przeprowadzić próby funkcjonalne Wył. P.Poż.

W sytuacjach wyłączenia awaryjnego przez służby energetyczne lub przez prowadzącego akcje gaśniczą, następuje odłączenie inwertera i wyłączenie generowanego napięcia AC.

UWAGA! napięcie DC w odcinku instalacji fotowoltaicznej od modułów PV do inwertera będzie utrzymywane.

1.4.13. Ochrona odgromowa

Instalacja odgromowa wykonana przy pomocy zwodów izolowanych o wysokości do 3 m.n.p.d. Zwody izolowane montować na samodzielnych podstawach w odległości min. 0,5 m od konstrukcji montażowej instalacji PV. Całość należy zwodem izolowanym od instalacji PV łączyć z instalacją odgromową.

UWAGA: ISTNIEJĄCĄ INSTALACJĘ ODGROMOWĄ W SĄSIEDZTWIE MODUŁÓW PV ZDEMONTOWAĆ.

Uwaga: w miejscach widocznych na instalacji odgromowej należy umieścić informację „Podczas burzy zabrania się przebywania w odległości mniejszej niż 3 m od elementów instalacji odgromowej”.

Wytyczne do wykonania instalacji odgromowej dla ochrony instalacji PV na dachu skośnym.

Instalację odgromową wykonać 3 masztami odgromowymi o wys. 2 m lub wykorzystać instalację odgromową istniejącą pod warunkiem spełnienia parametrów ochrony odgromowej j.w. Maszty odgromowe włączyć w układ odgromowy prowadzony po obwodzie dachu.

Poniższa tabela przedstawia zasadę doboru masztów odgromowych dla ochrony instalacji fotowoltaicznej:

Kategoria III / maszt (m)	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Zasięg dla h = 0	6,0	8,0	9,3	10,5	11,4	12,3	13,8	14,5
Zasięg dla h = 0,5	4,0	6,0	7,5	8,7	9,8	10,8	12,3	13,1
Zasięg dla h = 1,0	2,0	4,0	5,6	7,0	8,2	9,2	10,8	11,6

Projekt budowlany instalacji fotowoltaicznej o mocy 18 kWp dla budynku administracyjnego Urzędu
Gminy w Rzecznowie

Zasięg dla h = 1,5	0,0	2,0	3,7	5,2	6,5	7,7	9,2	10,2
Zasięg dla h = 3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	3,1	4,6	5,8

1.4.14. Rys. E-2 Instalacja odgromowa

Rys. E-2 Instalacja odgromowa

1.4.15. Zabezpieczenie przed pracą wyspowa

Inwertery pracują w synchronizacji z zasilaniem. Nie posiadają one funkcji regulacji częstotliwości, dzięki której można dopasować wydatkowaną moc do zapotrzebowania, dlatego też praca wyspowa jest niemożliwa. W przypadku wystąpienia pracy wyspowej przekaźnik zabezpieczenia częstotliwości wyłączy je.

Po wyłączeniu układy inwerterów powracają do normalnego stanu po zaniku zasilania. System czeka na powrót napięcia sieci do określonego zakresu przed próbą ponownej synchronizacji. W razie wystąpienia pojedynczej wyspy odłączenie skutkowałoby całkowitym zanikiem mocy, a ponowna synchronizacja nie nastąpiłaby do czasu przywrócenia przyłączenia do sieci.

1.4.16. Synchronizacja instalacji fotowoltaicznej

Inwertery dostosowują się samoczynnie do częstotliwości aktualnie występującej w sieci. Inwertery synchronizują się z siecią sprawdzając krótkimi impulsami próbnymi fazę, a następnie ustawią kąt fazowy mocy tak, aby dopasować go do zasilania.

1.4.17. Istotne parametry techniczne inwertera

Inwerter jest w stanie kompensować moc bierną w zakresie mocy biernej o charakterze pojemnościowym i indukcyjnym od 0,8 poj. do 0,8 ind. Projektowane urządzenie będzie miało charakter czysto rezystancyjny ($\cos \theta = 1$).

Urządzenia łączeniowe jednostek wytwórczych współpracujące z inwerterem umieszczono po stronie prądu przemiennego (0,4 kV).

Interfejs inwertera wyposażony jest w autoryzację, dzięki czemu wykluczony jest dostęp lokalny, lub zdalny osób postronnych.

Inwerter posiada zabezpieczenia które badają sieć w zakresie zwarć i przeciążeń.

Projektowany inwerter posiadać będzie wbudowane zabezpieczenia: zerowo-nadnapięciowe, zabezpieczenia do ochrony przed: obniżeniem napięcia, wzrostem napięcia oraz zapobiegające pracy niepełnofazowej. Dodatkowo Inwerter wyposażony jest w automatykę uniemożliwiającą pracę wyspowa. Działanie wszystkich wbudowanych zabezpieczeń odbywać się będzie bezzwłocznie lub z krótką zwłoką czasową poniżej 0,2 s.

1.4.18. Pomiary

Po wykonaniu prac montażowych przed uruchomieniem urządzeń należy wykonać pomiary:

- stanu izolacji kabli zasilających,
- rezystancji uziemienia punktu PE inwertera - max 10 Ω ,
- rezystancji uziemienia instalacji odgromowej - max 10 Ω ,
- inne wymagane przepisami badania i pomiary.

Z przeprowadzonych badań i pomiarów należy sporządzić odpowiednie protokoły stanowiące podstawę do uruchomienia i oddania do eksploatacji objętej projektem instalacji PV.

2. UWAGI KOŃCOWE

Dobrane w projekcie instalacji fotowoltaicznej urządzenia i materiały, z ewentualnym wskazaniem typu urządzenia, marki, czy producenta, zostały dobrane celem rzetelnego opracowania projektu. Przedstawione rozwiązania zostały zaakceptowane przez Inwestora. Dopuszcza się stosowanie innych równoważnych rozwiązań projektowych, urządzeń, materiałów spełniających co najmniej parametry podane w opracowaniu, pod warunkiem przedstawienia wyczerpujących dowodów spełnienia wymogów opisanych w projekcie i na ich podstawie uzyskania akceptacji Projektanta i Inwestora.

Wszystkie urządzenia składowe instalacji fotowoltaicznej muszą posiadać CE i certyfikaty lub deklaracje zgodności z obowiązującymi normami oraz dokumenty potwierdzające parametry oferowanych urządzeń, wykonane wg obowiązujących norm. Należy zachować wszystkie dokumenty badania jakości u producenta i instrukcje techniczne.

Wszystkie materiały do wykonania systemu instalacji fotowoltaicznej powinny odpowiadać parametrom technicznym wyspecyfikowanym w dokumentacji projektowej, oraz wymaganiom odpowiednich norm i aprobat technicznych. Rok produkcji urządzeń w instalacji fotowoltaicznej min. 2016. Minimalna gwarancja na podzespoły instalacji fotowoltaicznej i roboty montażowe 5 lat, na moduły PV 10 lat.

Projektant oraz Inwestor na każdym etapie realizowania inwestycji mogą wymagać przedstawienia stosownych dokumentów, badań potwierdzających spełnienie przez wyroby deklarowanych parametrów.

Na etapie realizacji inwestycji należy uwzględnić dodatkowe obciążenie dla konstrukcji dachu z uwagi na montaż systemu mocującego oraz modułów fotowoltaicznych na dachu budynku i dokonać wzmocnienia konstrukcji więźby dachowej, zgodnie z opinią konstrukcyjno - budowlaną stanowiącą integralną część niniejszego projektu instalacji fotowoltaicznej.

Wszystkie roboty budowlane muszą być prowadzone przez osoby i firmy uprawnione zgodnie z "Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlanych" oraz innymi przepisami szczegółowymi wymienionymi w niniejszym projekcie, zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami oraz wytycznymi producentów instalowanych urządzeń. Zastosowane materiały, aparaty i urządzenia winny posiadać wymagane certyfikaty i dopuszczenia.

Instalację fotowoltaiczną, przed przyłączeniem, należy zgłosić do Zakładu Energetycznego wraz z wszystkimi wymaganymi przez Zakład Energetyczny załącznikami.

3. INFORMACJA BIOZ

INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA (BIOZ)

Temat/obiekt:

PROJEKT BUDOWLANY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY 18,0 kWp DLA BUDYNKU ADMINISTRACYJNEGO URZĘDU GMINY W RZECZNIOWIE

Adres:

Budynek administracyjny Urzędu Gminy w Rzeczniowie
Rzeczników 1, 27-353 Rzeczników
Dz. nr 1245, obręb 0020

Zamawiający:

Gmina Rzeczników
27-353 Rzeczników, Rzeczników 1

Branża:

Elektryczna
Instalacje fotowoltaiczne

Opracował:

Opis	Imię i nazwisko, nr uprawnień	Podpis
Projektant:	mgr inż. Andrzej Gucwa 187A/Tbg/94	<i>mgr inż. Andrzej Gucwa</i> uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności instalacje i sieci elektryczne i elektroenergetyczne nr 187A/Tbg/94

3.1. Zakres Robót

- montaż instalacji fotowoltaicznej wraz z konstrukcją mocującą,
- linie kablowe prądu stałego DC i zmiennego AC,
- rozdzielnie prądu stałego i zmiennego,
- przebudowa rozdzielni głównej niskiego napięcia.

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

- instalacje elektryczne,
- rozdzielnie elektryczne DC i AC,
- urządzenia przekształtnikowe.

3.3. Przewidywane zagrożenia występujące podczas realizacji robót budowlanych

- Ryzyko upadku z wysokości ponad 9m, podczas prac montażowych przy budowie instalacji elektrycznych wewnątrz budynku i zewnętrznych.
- Ryzyko porażenia prądem elektrycznym podczas montażu projektowanych instalacji elektrycznych.
- Ryzyko porażenia prądem elektrycznym przy podłączaniu kabli i przewodów.

3.4. Instruktaż pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych

Bezpośrednio przed przystąpieniem do prac szczególnie niebezpiecznych należy zapoznać pracowników z wszystkimi zagrożeniami oraz udzielić instruktażu z zakresu prowadzonych prac oraz dokonać wpisu do dziennika budowy.

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

Należy organizować stanowiska pracy zgodnie z przepisami i zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy. Należy pracownikom zapewnić odzież ochronną oraz sprzęt ochrony osobistej oraz przestrzegać ich stosowania zgodnie z przeznaczeniem. Prace na wysokości wykonywać przy użyciu drabin lub rusztowań wraz z odpowiednimi zabezpieczeniami.

Zaleca się wykonywanie prac przy urządzeniach wyłączonych spod napięcia oraz stosować odpowiednie zabezpieczenia przez załączeniem napięcia.