INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA

PROJEKT TECHNICZNY

Nazwa zadania	Projekt techniczny instalacji fotowoltaicznej na obiekcie: Zespół Szkolno-Przedszkolny Słotwina

Moc zainstalowana	Instalacja fotowoltaiczna o mocy zainstalowanej 30 kWp

Inwestor	Urząd Gminy Lipowa ul. Wiejska 44, 34-324 Lipowa

Wykonawca	CUSTOM ENERGY SP. Z O.O.

Adres inwestycji	ks Ferdynanda Sznajdrowicza 11, 34-324 Słotwina dz. nr ewid. 921, 753/1, 755/1 obręb: SŁOTWINA

	Imię i nazwisko	**nr uprawnień**	**Pieczątka i podpis**
Projektant	mgr inż. Wiesław Dawid	533/76 SLK/IE/9326/03	
Sprawdzający	mgr inż. Bartłomiej Byrczek	SLK/8603/PWBE/19 SLK/IE/1275/19	

Spis treści

I. Część opisowa

1. Podstawa opracowania	3
2. Przedmiot i zakres opracowania	3
3. Stan istniejący	3
4. Opis rozwiązań	4
5. Panele fotowoltaiczne	4
6. Inwertery fotowoltaiczne	5
7. Konstrukcja montażowa	5
8. System Zarządzania Energią oraz układ pomiarowo-rozliczeniowy	5
9. Dobór połączeń DC, obliczenia dopasowannia modułów do falowników	6
10. Rozdzielnica DC i połączenia	6
11. Rozdzielnica AC i połączenia	7
12. Rozdzielnica główna budynku i połączenia	7
13. Ochrona przepięciowa, przeciwporażeniowa i zabezpieczenia	7
14. Ochrona przeciwpożarowa	8
15. Symulacja uzysków instalacji fotowoltaicznej	9
16. Uwagi końcowe	9

II. Część rysunkowa

17. Załaczniki

Zał. 1. Układ paneli oraz metoda połączenia poszczególnych stringów (rys. PV1)
Zał. 2. Schemat instalacji fotowoltaicznej (rys. PV2)
Zał. 3. Tabela 1 - Obliczenia DC
Zał. 4. Tabela 2 - Obliczenia AC
Zał. 5. Ekspertyza nośności dachu
Zał. 6. Oświadczenie projektantów

1. Podstawa opracowania

• Wytyczne technologiczne dla systemów fotowoltaicznych
• Zalecenia i wytyczne Inwestora
• Inwentaryzacja istniejącej sieci na obiekcie,
• Uzgodnienia międzybranżowe, obowiązujące normy i przepisy
• Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 725, 834),
• Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 roku Prawo energetyczne (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 266, 834, 859),
• Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (t.j. Dz. U. z 2023 r. poz. 1436, 1681, 1597, 1762, z 2024 r. poz. 834),
• Ustawa z dnia 27 kwietnia 2021 r. Prawo ochrony środowiska (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 54, 834, 1089),
• Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 roku o odpadach (t.j. Dz. U. z 2023 r. poz. 1587, 1597, 1688, 1852, 2029),
• Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 1130,
• Ustawa z dnia 31 lipca 2019 r. o ochronie przeciwpożarowej (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 275, 1222),
• Ustawa z dnia 11 września 2019 r. Prawo zamówień publicznych (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 1320,
• Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 20 grudnia 2021 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz.U. z 2021 poz. 2454),
• Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (t.j. 2022 r. poz. 1225),
• Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. 2019, poz. 1839),
• Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz.U. z 2003 r. Nr 120 poz. 1125 i 1126),
• Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (t.j. Dz. U. z 2023 r. poz. 822),
• Obowiązujące normy: PN HD 60364-7-712:2016-05, PN-EN 61724-1:2022-04, PN-EN 61215:2017, PN-EN 61730-1:2018-06, PN–EN ISO 9001:2015, PN-EN 62109-1:2010, PN-EN 61034-1:2010, PN-EN 60332:2010, PN - EN ISO 1461:2023-02.

2. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt techniczny montażu instalacji fotowoltaicznej wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną: panelami fotowoltaicznymi, inwerterami, konstrukcją wsporczą, okablowaniem stało i zmiennoprądowym, zaprojektowanej na dachu skośnym dla budynku pod adresem ks Ferdynanda Sznajdrowicza 11, 34-324 Słotwina.

Opracowanie swoim zakresem obejmuje:

• Opis stanu istniejącego
• Montaż paneli fotowoltaicznych
• Montaż inwerterów
• Posadowienie konstrukcji i elementów montażowych
• Montaż kabli solarnych
• Montaż linii kablowych nN
• Montaż zabezpieczeń po stronie DC/AC

3. Stan istniejący

Projektowana Instalacja fotowoltaiczna ma na celu pokrycie części potrzeb energetycznych obiektu. Projektowana inwestycja ma na celu budowę instalacji fotowoltaicznej o mocy 30 kWp. Energia elektryczna wyprodukowana w instalacji fotowoltaicznej zostanie wykorzystana na potrzeby oświetlenia oraz funkcjonowania urządzeń elektrycznych. Energia elektryczna produkowana przez przedmiotową instalację będzie w całości zużywana na terenie obiektu, nadwyżki będą rozliczane z dostawcą energii na zasadach ustalonych w umowie pomiędzy sprzedawcą energii eklektycznej, a inwestorem nie będącą przedmiotem niniejszego opracowania.

Przedmiotowa instalacja fotowoltaiczna zostanie wpięta w wewnętrzną sieć eklektyczną budynku za układem pomiarowo-rozliczeniowym (licznikiem). Punktem wpięcia do sieci 0,4kV będzie istniejąca rozdzielnica główna budynku niżej nazwana RGB/TBG.

Obiekt jest zakwalifikowany jako budynek użyteczności publicznej. Kubatura obiektu jest większa niż 1000m3 w związku z czym występuje konieczność stosowania przeciwpożarowego wyłącznika prądu (wg. odrębnego opracowania). Pokrycie/konstrukcja dachu to blacha trapezowa na konstrukcji drewnianej.

Szczegółowy opis i obliczenia dotyczące nośności dachu przedstawiono w odrębnym opracowaniu, załączone do powyższego projektu oraz stanowiące jego integralną część.

4. Opis rozwiązań

Projektowana instalacja fotowoltaiczna składa się z zespołów paneli. Zastosowane moduły PV będą współpracowały z jednym falownikiem (przetwornikami stałej energii elektrycznej na przemienną o odpowiednich parametrach). Łączna moc zainstalowanych paneli wynosi 30kWp. Energia produkowana przez instalację będzie dostarczana do sieci energetycznej budynku. Wyprodukowana przez instalację energia będzie w całości zużywana na potrzeby własne, w przypadku nadwyżek, będą one rozliczane w sieci OSD według warunków ustalonych w umowie pomiędzy sprzedawcą energii elektrycznej, a inwestorem nie będącą przedmiotem niniejszego opracowania.

5. Panele fotowoltaiczne

Panele Fotowoltaiczne są to urządzenia, które wykorzystują zjawisko fotowoltaiczne do zamiany promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Panele połączone są miedzy sobą tworząc stringi, z których energia przekazywana jest za pomocą okablowania prądu stałego o polu przekroju poprzecznego 4mm2, przystosowanego do pracy na zewnątrz odpornego na działanie promieniowani UV do inwertera, zakończenie przewodów wykonać za pomocą wtyków MC4. Pętle powrotną prowadzić równolegle do siebie zgodnie z wytycznymi producenta paneli. Przewody przy zejściu z dachu ułożyć w korytku/peszlu kablowym UV odpornym. W instalacji zastosowano moduły fotowoltaiczne krzemowe typ monokrystaliczny o mocy 500Wp w ilości 60 szt. Układ paneli oraz metoda połączenia poszczególnych stringów przedstawia rysunek PV1 (Zał.1). Sposób połączenia modułów z inwerterem przedstawia rysunek PV2 (Zał.2).

Tabela 3. Parametry elektryczne modułów

Parametr	Wartość	Jednostka
Moc znamionowa	500	Wp
Napięcie jałowe Voc	45,46	V
Prąd zwarciowy Isc	13,93	A
Napięcie maksymalne Vmax	38,35	V
Prąd maksymalny Impp	13,04	A
Sprawność	21,1	%

Tabela 4. Parametry mechaniczne modułów

Parametr	Wartość
Ilość ogniw	132
Wymiar	2093x1134x30 mm
Puszka przyłączeniowa	IP68

Tabela 5. Parametry eksploatacyjne modułów

Parametr	Wartość	Jednostka
Max. napięcie systemu	1500	V
Temp. współczynnik mocy	-0,35	%/°C
Maksymalne obciążenie	5400	Pa
Gwarancja produktowa	min. 12	lat

6. Inwertery fotowoltaiczne

Projektowany falownik znajduje się w pomieszczeniu technicznym. Inwerter spełnia obowiązujące normy: bezpieczeństwa sieci, kompatybilności elektromagnetycznej (EMC) oraz jakości energii. Falownik został dobrany tak aby zapewnić optymalną wydajność instalacji PV oraz gwarancję poprawnej i skutecznej współpracy z siecią energetyczną. Instalację projektuje się tak, aby wypadkowa napięcia układu otwartego na szeregu modułów nie przekraczała maksymalnego dopuszczalnego napięcia na wejściu falownika (1100V) przy najniższej skrajnej spodziewanej temperaturze pracy sytemu. Dodatkowo wypadkowe napięcie punktu mocy maksymalnej na szeregu modułów nie jest niższe niż minimalne napięcie pracy inwertera przy najwyższej skrajnej spodziewanej temperaturze pracy systemu.

Dane falownika:

Tabela 6. Parametry elektryczne falownika DC

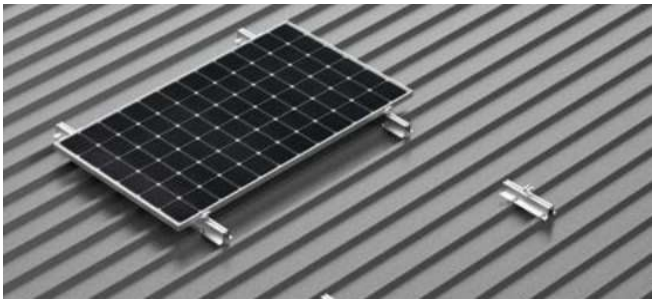
Parametr	25K-HYBRID	Jednostka
Moc max. DC	31250	Wp
Max. napięcie wejściowe	1100	V
Ilość MPP	4	-
Max. prąd na MPPT	40	A
Rozłącznik DC	Tak	-
Max. napięcie pracy	1000	V

Tabela 7. Parametry elektryczne falownika AC

Parametr	25K-HYBRID	Jednostka
Moc znamionowa	25000	W
Max. moc pozorna	27500	VA
Max. prąd AC	39,9	A
Napięcie wyjściowe	230/400	V
Częstotliwość	50	Hz
Fazy zasilania	3	-

7. Konstrukcja montażowa

Projektuje się zastosowanie systemu montażowego specjalnie dostosowanego do montażu modułów PV. Konstrukcja montażowa składa się z elementów niekorodujących (stal nierdzewna / aluminium) lub pokrytych warstwą chroniącą przed korozją. W projektowanym rozwiązaniu przewiduje się montaż za pomocą mostków przystosowanych do montażu na blasze zastosowanej w przedmiotowym obiekcie. Panele zostaną zamocowane do mostków za pomocą klem końcowych oraz klem bocznych. Nachylenie modułów zgodne z nachyleniem dachu. Konstrukcja zostanie zamontowana w sposób zapewniający zachowanie szczelności dachu. Konstrukcja posiada wszystkie wymagane certyfikaty. Poniżej poglądowy rysunek zastosowanej konstrukcji montażowej.



Szacunkowe obciążenie dachu dla ww. systemu montażu wynosi ok. ~14 kg/m2
Szczegółowa ekspertyza nośności dachu została przedstawiona w załączniku nr 5.

8. System Zarządzania Energią oraz układ pomiarowo-rozliczeniowy

Zastosowany system musi spełniać wszelkie wymogi związane z jego certyfikacją i gwarancją, oraz posiadać następujące minimalne parametry: możliwość: zdalnego odczytu bieżących i historycznych danych produkcji energii z instalacji OZE na aplikacji i online, stałej i automatycznej rejestracji parametrów pracy instalacji OZE (zarówno instalacji fotowoltaicznej, magazynu energii jak i licznika - import export dla obiektu), wysyłania alarmów, inteligentnego sterowania przepływem energii, komunikacja MODBUS, możliwość komunikacji z urządzeniami innych producentów po komunikacji MODBUS, możliwość sterowania urządzeniami innych marek po komunikacji MODBUS, w tym przepływami energii do tychże urządzeń, możliwość rozbudowy o inne systemy komunikacji jak 1wire,, DALI CAN, M-bus, możliwość podłączenia stacji pogodowej, pomiar prędkości wiatru, deszczu, temperatury i jasności, dokładna prognoza pogody dla lokalizacji, pogoda zintegrowana z aplikacją, wyposażony w wyjścia stycznikowe 12/24V, współpracujący z licznikiem dwukierunkowym w komunikacji, - wyposażony w dwukierunkowy licznik energii importu i eksportu energii elektrycznej do i z sieci operatora OSD wraz odczytem i monitoringiem energii.

Instalacja fotowoltaiczna będzie pracowała w systemie on-grid produkując energię elektryczną na potrzeby własne obiektu, a nadwyżka produkcji będzie oddawana do sieci, poprzez zastosowanie licznika dwukierunkowego na potrzeby rozliczenia z OSD. Dodatkowo inwerter posiada licznik wyprodukowanej energii. Zdalny monitoring inwertera umożliwia zbiorczy podgląd parametrów pracy instalacji.

9. Dobór połączeń DC, obliczenia dopasowannia modułów do falowników

Panele należy połączyć szeregowo, do połączeń łańcuchowych tworzonych za pomocą skrzynek połączeniowych należy używać szybko złączek MC4 umieszczonych na spodzie układu mechanicznego.

Sprawdzono wartość napięć w granicznych warunkach temp. dla -25°C oraz 70°C, spadki napięć na poszczególnych stringach celem zredukowania ich wartości poniżej 3%, oraz sprawdzono obciążalność długotrwałą przewodów. Wyniki zawarte w tabeli 1 - obliczenia DC (Zał. 3).

Obliczenia zmiany napięcia względem temp:

$$\Delta U_{temp} = U_{STC} + (\beta \times U_{STC} \times \Delta T)$$

Gdzie:
U_{temp} - napięcie obwodu w zadanej temp. [V]
U_{STC} - napięcie obwodu w warunkach STC [V]
β – współczynnik temperaturowy napięcia [%/°C]
ΔT - różnica temperatur [°C]

Obliczenie spadków napięć:

$$\Delta U\ [\%] = \frac{I \times L}{S \times \gamma \times U} \times 100$$

Gdzie:
L – całkowita długość przewodu DC [m]
I – prąd w przewodzie DC (stringu) [A]
S – przekrój przewodu DC [mm2]
γ - konduktywność przewodu (dla miedzi γ=58) [m/Ωmm2]
U – napięcie międzyprzewodowe [V]

Sprawdzenie obciążalności długotrwałej dokonano porównując prąd maksymalny modułów i obciążalność długotrwała zastosowanych przewodów DC z karty katalogowej.

10. Rozdzielnica DC i połączenia

Projektuje się podłączenie 60 modułów do falownika w konfiguracji przedstawionej zgodnie ze schematem elektrycznym (zał. 2). Panele należy połączyć szeregowo, do połączeń łańcuchowych należy używać szybko złączek (wielostykowych lub kompatybilnych z MC4 tego samego producenta).

Przewody solarne paneli prowadzić wzdłuż konstrukcji montażowej, a w miejscach, w których nie jest to możliwe w rurze karbowanej odpornej na promieniowanie UV, niepalnej, nierozprzestrzeniającej płomienia lub stalowych korytach perforowanych. Przejścia przewodów zrealizować poprzez przepust przez elewację. Przejście okablowania z zewnątrz do wewnątrz budynku wykonać w sposób zapewniający szczelność. Używać przewodów solarnych dedykowanych do instalacji PV (H1Z2Z2-K przekrój min. 4mm2) odpornych na UV oraz z wysoką odporność na warunki atmosferyczne.

W bezpośrednim sąsiedztwie falownika zamontować rozdzielnicę DC w stopniu ochrony IP65 (RPV-DC) wyposażoną odpowiednio wg. schematu elektrycznego (zał. 2).

11. Rozdzielnica AC i połączenia

W sąsiedztwie inwertera zamontować rozdzielnice AC (RPV-AC). Rozdzielnicę wyposażyć w wyłącznik nadprądowy, ogranicznik przepięć według schematu elektrycznego (zał. 2). Przewód dla inwertera o przekroju min. 5x16mm2 (Cu). Z rozdzielnicy RPV-AC prowadzić do punktu wpięcia instalacji w sieć obiektu w rurach, kanałach elektroinstalacyjnych lub korytach stalowych perforowanych. Obliczenia dotyczące doboru przewodów AC zawarte są w tabeli 2 - obliczenia AC (Zał.4).

Promień gięcia przewodów wykonanać zgodnie z zalecaniami producenta. Przewody prowadzić zgodnie ze sztuką.
Porównano obciążalność długo trwałą przewodów AC z graniczną wartością generowanego prądu przez inwerter, oraz skorygowano o metodę ułożenia przewodów.
Sprawdzono spadek napięcia na przewodach AC celem zredukowania go poniżej 1%:

$$\Delta U\ [\%] = \frac{100 \times P \times l}{\gamma \times S \times U^2}$$

Gdzie:
l – długość kabla AC [m]
P – moc czynna [W]
cos φ – współczynnik mocy (do obliczeń przyjmujemy najwyższy współczynnik cosφ=1)
S – przekrój kabla AC [mm2]
γ - konduktywność przewodu (dla miedzi γ=58) [m/Ωmm2]
U – napięcie międzyfazowe [V]

12. Rozdzielnica główna budynku i połączenia

Rozdzielnica główna budynku jest miejsce wpięcia instalacji fotowoltaicznej do sieci wewnętrznej budynku. Jako wyłącznik główny projektuje się wyłącznik instalacyjny w RPV-AC oraz istniejący wyłącznik główny dla całego budynku. Projektowany inwerter posiada zabezpieczenie anty-wyspowe, po zaniku zasilania automatycznie ulega wyłączeniu.

13. Ochrona przepięciowa, przeciwporażeniowa i zabezpieczenia

Zastosowano dodatkową ochronę przeciwprzepięciową (zgodnie ze schematem elektrycznym - Zał. 2). W przypadku ochrony przeciwprzepięciowej po stronie DC zastosować ograniczniki przepięć typu 1+2 w rozdzielnicy RPV-DC, przy określaniu napięcia Uc (max napięcie trwałej pracy) brane jest pod uwagę napięcie szeregowo połączonych modułów PV w typowych warunkach testowych, gęstość strumienia świetlnego 1000 W/m2 , rozkład widmowy AM =1,5 , temp. modułu 25°C. Obliczenia dla strony DC przedstawia tabela 1 (Zał.3).

Instalację przeciwprzepięciową po stronie AC w celu ochrony sieci należy wyposażyć w ograniczniki przepięć typu 2. Ograniczniki przepięć zamontować w rozdzielnicy RPV-AC.

Zabezpieczeniem przed porażeniem elektrycznym jest stosowanie połączeń wyrównawczych. Wszystkie elementy metalowe instalacji normalnie nie będące pod napięcie w czasie pracy normalnej zostaną uziemione i połączone do szyny wyrównawczej. W tym celu zabudować układ połączeń wyrównawczych w rozdzielnicy RPV-AC. Ochronę przeciwporażeniową dla sieci AC zapewnia zastosowanie samoczynnego wyłączenia zasilania. Ponadto zastosować urządzenia w I klasie ochronności (w celu zapewnienia ochrony przed dotykiem pośrednim stosuje się przyłączenie do zacisku ochronnego urządzenia, przewodu ochronnego (PE)) i II klasie ochronności (poprzez zastosowanie izolacji dodatkowej - izolacja stosowana dodatkowo, oprócz izolacji podstawowej, jako środek ochrony przeciwporażeniowej w razie uszkodzenia izolacji podstawowej).

Dobór zabezpieczeń i sprawdzenie przekroju kabla dobrano na podstawie:

- wytrzymałości mechanicznej
- obciążalności długotrwałej
- przeciążalności
- spadku napięcia
- samoczynnego wyłączenia dla celów ochrony przeciwporażeniowej

Zabezpieczenie przed prądem przeciążeniowym, zgodnie z normą PN-HD 60364-4-43 musi spełniać warunki:

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} * U_n * \cos\varphi} \qquad I_B < I_N < I_z \qquad k_2 * I_B \leq 1{,}45 * I_Z$$

Gdzie:

I_B – obliczony maksymalny prąd inwertera [A]

I_N – minimalny prąd znamionowy zabezpieczenia nadprądowego [A]

I_Z – obciążalność długotrwała przewodu [A]

k_2 – od 1,6 do 2,1 dla wkładek bezpiecznikowych w zależności od typy, 1,45 dla wyłączników nadprądowych o charakterystyce B,C,D

U_N - napięcie znamionowe [V]

Dobór zabezpieczeń i sprawdzenie przekroju kabla przedstawia tabela 2 - Obliczenia AC (Zał. 4).

14. Ochrona przeciwpożarowa

Zastosowane rozwiązanie oraz zalecenia w celu zapewnienia zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej zostały przedstawione poniżej.

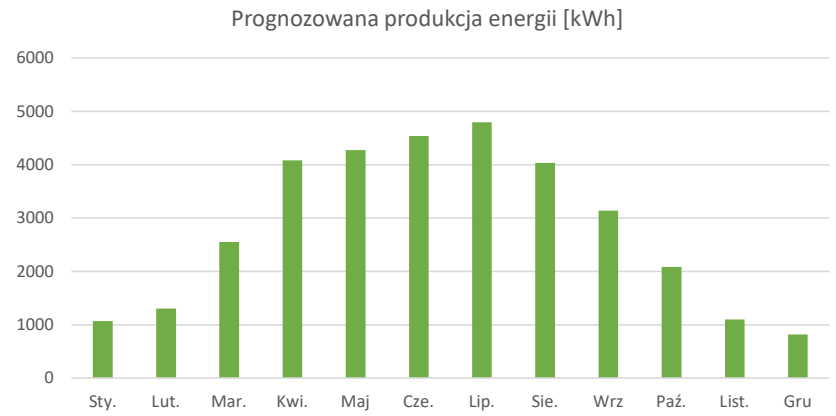
Instalacja została wyposażona w wyłącznik S-BOX dla instalacji PV. Urządzenie S-BOX działa zgodnie z procedurami strażackimi w wyniku czego, automatycznie wyłącza i izoluje przewody DC biegnące pomiędzy modułami PV a falownikiem. Urządzenie odłączy napięcie DC gdy zasilanie AC zostanie wyłączone, lub gdy temperatura w module S-BOX osiągnie 70°C.

→ Nakaz wykonywania połączeń DC za pomocą szybkozłączek (np. złączy MC4) tego samego typu i producenta
→ Ze względów bezpieczeństwa należy minimalizować w instalacji ilość połączeń DC.
→ Trasy przewodów DC prowadzić, o ile to możliwe, w metalowych korytach (eliminując ostre krawędzie) lub w peszlu samogasnącym nie rozprzestrzeniającym płomienia.
→ Zachować odstęp części aktywnej modułu od poszycia dachu min. 10cm
→ Oznakowanie w budynku wg normy PN-EN 60364-7-712
→ Trasy kablowe powinny zostać odpowiednio oznakowane
→ Całość instalacji wykonać zgodnie z normą PN-HD 60364

Instalacja na obiekcie zlokalizowanym w ks Ferdynanda Sznajdrowicza 11, 34-324 Słotwina została zaprojektowana zgodnie z obowiązującymi przepisami, normami oraz dobrą praktyką. Inwerter posiada zabezpieczenie antywyspowe, po zaniku zasilania automatycznie ulegnie wyłączeniu.

15. Symulacja uzysków instalacji fotowoltaicznej

Energia produkowana z instalacji fotowoltaicznej posiada spore wahania mocy, zależne m. in. od nasłonecznienia, zacienienia, przejrzystości powietrza, temp. otoczenia. Dlatego należy sugerować się wartościami uśrednionymi. Przeanalizowano roczny uzysk i przedmiotowej instalacji. W pierwszym roku pracy instalacja powinna wyprodukować 33,78 MWh. W związku z typową dla produktu jakim jest krzem czasową degradacją sprawności ogniw przewiduje się, że z czasem wydajność systemu będzie się zmniejszać. Jednak zgodnie z kartą techniczną modułów efektywność nie spadnie poniżej 80% po upływie 25 lat.



16. Uwagi końcowe

- Wykonanie prac powinno być zgodne z projektem oraz obowiązującymi przepisami i normami.
- Koniecznym jest przestrzeganie technologii montażu projektowanych urządzeń.
- Urządzenia po zakończeniu montażu należy skonfigurować do wzajemnej, współpracy.
- Dopuszcza się zastosowanie innych urządzeń i materiałów niż zaprojektowane pod warunkiem, że ich parametry nie będą gorsze od zastosowanych w projekcie.
- Całość prac powinny wykonywać osoby mające do tego uprawnienia.
- Prace powinny być wykonane zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami oraz wytycznymi producentów instalowanych urządzeń.
- Zastosowane aparaty i urządzenia winny posiadać wymagane certyfikaty i dopuszczenia.