

ELEKTROINSTAL spółka cywilna - Dawicki Jan, Lis Paweł
Czestków B nr 11, 98-113 Buczek
tel.: +48 608-310-710
elektroinstal@czuba.pl www.czuba.pl



Rodzaj opracowania	Projekt techniczny instalacji fotowoltaicznej	
Branża	Elektryczna	
Nazwa obiektu	Instalacja fotowoltaiczna dla Ośrodka Szkoleniowo-Edukacyjnego w Solcu Kujawskim	
Adres inwestycji	działka nr 2457, obr. Solec Kujawski ul. Leśna 64, 86-050 Solec Kujawski	
Inwestor	Skarb Państwa – Nadleśnictwo Solec Kujawski ul. Leśna 64, 86-050 Solec Kujawski	
Projektant	tech. Lucjan Walewski UAN.IV.8388/174/90	
Opracował	mgr inż. Paweł Lis	

Spis treści

1. Opis techniczny.....	3
1.1. Przedmiot opracowania.....	3
1.2. Podstawa opracowania.....	3
1.3. Stan istniejący.....	4
1.4. Opis projektowanych rozwiązań.....	6
1.5. Moduły fotowoltaiczne.....	8
1.6. Inwertery fotowoltaiczne.....	9
1.7. Optymalizatory mocy.....	11
1.8. Konfiguracja systemu fotowoltaicznego.....	11
1.9. Zabezpieczenia instalacji fotowoltaicznej.....	14
1.10. Złącze kablowe głównego wyłącznika prądu.....	15
1.11. Wyłącznik główny i przycisk PWP.....	15
1.12. Instalacja odgromowa, ograniczniki przepięć, uziemienie i połączenia wyrównawcze.....	16
1.13. Inne zabezpieczenia.....	18
1.14. Przewody fotowoltaiczne DC.....	18
1.15. Przewody AC.....	20
1.16. Konstrukcja montażowa.....	23
1.17. Komunikacja i monitoring systemu.....	24
2. Uzysk energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej.....	25
3. Efekt ekologiczny.....	26
4. Ochrona przeciwpożarowa.....	27
5. Ochrona przeciwporażeniowa.....	29
6. Planowany przebieg prac montażowych.....	30
7. Zestawienie elementów systemu fotowoltaicznego.....	31
8. Raport z programu SolarEdge Designer.....	32
9. Część rysunkowa.....	36
9.1. String plan – plan połączeń łańcuchów.....	36
9.2. Rzut dachu.....	37
9.3. Lokalizacja urządzeń i trasa kabla zasilającego.....	38
9.4. Schemat ideowy instalacji fotowoltaicznej.....	39
10. Uprawnienia budowlane.....	40

1. Opis techniczny

1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt wykonawczy instalacji fotowoltaicznej (PV) o mocy 30,00 kWp dla Ośrodka Szkoleniowo-Edukacyjnego w Solcu Kujawskim.

1.2. Podstawa opracowania

Podstawę opracowania stanowią:

- zlecenie Inwestora,
- oględziny i dokumentacja zdjęciowa,
- ustalenia z Inwestorem i Użytkownikiem,
- obowiązujące normy i przepisy branżowe m.in.:
 - 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 50438:2010P - Wymagania dotyczące równoległego przyłączenia mikrogeneratorów do publicznych sieci rozdzielczych niskiego napięcia;
 - PN-HD 60364 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych;
 - PN-IEC 60364-5-523:2001 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Obciążalność prądowa długotrwała przewodów;
 - PN-EN 61173:2002 – Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej – Przewodnik;
 - Norma N SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa

1.3. Stan istniejący

Ośrodek Szkoleniowo-Edukacyjny Nadleśnictwa Solec Kujawski zlokalizowany jest na ul. Leśnej 64, na działce o numerze ewidencyjnym 2457 w obrębie Solec Kujawski w powiecie bydgoskim, w województwie Kujawsko-Pomorskim.



Na terenie ośrodka znajduje się budynek hotelowy, parkingi, 2 maszty antenowo-telekomunikacyjne oraz budynki mieszkalne, gospodarcze i garażowe.

Teren ośrodka od strony wschodniej ograniczony jest ulicą Leśną, od północnej ulicą Nadborną, od zachodu i południa lasem.

Instalację projektuje się na dachu budynku hotelowego.

Zasilanie i pomiar energii

Zasilanie budynku odbywa się poprzez złącze kablowo-pomiarowe typu ZKP1-1Pp z układem pomiaru półpośredniego, zainstalowane w północnej części działki. Złącze zasilane jest kablem YAKY 4x120mm² ze stacji transformatorowej 15/0,4kV nr 11257 "Leśna 2" przy ulicy Nadbornej. Sieć dystrybucyjna firmy ENEA Operator.

Rozdzielnica główna zabudowana jest na parterze budynku hotelowego. W obiekcie zainstalowany jest układ głównego wyłącznika prądu i wyzwalacza - przycisku przeciwpożarowego wyłącznika prądu zlokalizowanego przy południowym wejściu do budynku (jednym z dwóch głównych wejść).

Obiekt wyposażono w zasilanie rezerwowe w postaci agregatu prądotwórczego o mocy 100 kVA oraz układ automatyki samoczynnego zasilania rezerwy (SZR) zlokalizowany w złączu kablowym w pobliżu złącza kablowo-pomiarowego ENEA.



Istniejący układ nie zapewnia wyłączenia napięcia w całym obiekcie, ponieważ część budynku hotelowego jest zasilona oddzielnie, z pominięciem rozdzielnic głównej. Projekt przewiduje modernizację układu w celu prawidłowego działania, a także w powiązaniu z projektowaną instalacją fotowoltaiczną.

Przed końcowym uruchomieniem instalacji fotowoltaicznej należy zweryfikować prawidłowość działania przycisku przeciwpożarowego wyłącznika prądu, co winno być potwierdzone protokołem zadziałania.

Aktualna moc umowna wynosi 55kW i jest wystarczająca.

Zasilanie i pomiar energii pozostaje bez zmian.

Dach – konstrukcja, pokrycie, kształt

Budynek hotelowy, na którym projektuje się instalację fotowoltaiczną posiada stropodach gęstożebrowy DZ3, ocieplony warstwą wełny, z pokryciem z papy asfaltowej. W linii okapu znajduje się ścianka attykowa. Dach jest dwuspadowy z nachyleniem ok 3°.

Na dachu znajdują się kominy murowane z cegły, instalacja solarna c.w.u, anteny oraz przewody.

Instalacja odgromowa

Budynek posiada instalację odgromową w postaci zwodów poziomych na attykach połączonych z blaszaną obróbką, oraz w osi dachu na uchwytych betonowych klejonych do papy oraz zwodów pionowych na kominach murowanych.



1.4. Opis projektowanych rozwiązań

Instalację fotowoltaiczną zaprojektowano przy założeniu wykorzystania wytworzonej energii na bieżące potrzeby obiektu oraz magazynowania nadmiaru wytworzonej energii w sieci energetycznej zgodnie z obowiązującymi przepisami (odbiór 70% zmagazynowanych nadwyżek energii w okresie do 365 dni).

W wyniku analizy możliwości technicznych oraz na podstawie informacji i materiałów

dostarczonych przez Inwestora zaprojektowano instalację składającą się ze 80 sztuk monokrystalicznych modułów fotowoltaicznych (PV) o mocy 375Wp każdy. Łączna moc znamionowa instalacji będzie wynosić 30,00 kWp.

Moduły fotowoltaiczne zamontowane zostaną na dachu budynku hotelowego, na dedykowanej konstrukcji montażowej. Ze względu na konstrukcję dachu (stropodach, wełna, papa), wystarczającą wytrzymałość na obciążenie, znikome nachylenie oraz ilość dostępnej dobrze nasłonecznionej przestrzeni projektuje się konstrukcję bezinwazyjną w układzie wschód/zachód, obciążaną blochkami betonowymi. Z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe oraz możliwe czasowe zacielenia projektuje się instalację z wykorzystaniem optymalizatorów mocy. Połączone ze sobą moduły wraz z optymalizatorami mocy przyłączone zostaną do inwertera za pomocą przewodów dedykowanych do instalacji fotowoltaicznych i prądu stałego DC, w podwójnej izolacji, odpornych na promieniowanie UV oraz zmienne warunki atmosferyczne. Inwerter wpięty zostanie równolegle do istniejącej instalacji elektrycznej obiektu (w projektowanym nowym złączu wyłącznika głównego obiektu) za pomocą kabla ziemnego przeznaczonego do pracy z prądem przemiennym AC. Zarówno strona prądowa DC jak i AC zabezpieczone zostaną odpowiednią aparaturą (ogranicznikami przepięć oraz wyłącznikiem nadprądowym).

Projektowana instalacja fotowoltaiczna składa się z następujących elementów:

- 80 szt. modułów fotowoltaicznych monokrystalicznych o mocy nominalnej 375Wp każdy;
- 1 szt. trójfazowego inwertera (falownika) fotowoltaicznego, beztransformatorowego o mocy nominalnej 25kW;
- konstrukcji montażowej o układzie wschód/zachód, dedykowanej na dach płaski, bezinwazyjnej, obciążanej blochkami betonowymi.
- zabezpieczeń elektrycznych strony prądu stałego DC (ograniczniki przepięć);
- zabezpieczeń elektrycznych strony prądu zmiennego AC (ograniczniki przepięć, wyłączniki nadmiarowoprądowe);
- nowego układu wyłącznika głównego obiektu oraz przycisku PWP;
- okablowania i systemu połączeń strony DC i AC;
- uziemienia i instalacji ekwipotencjalnej;

1.5. Moduły fotowoltaiczne

Moduły fotowoltaiczne odpowiadają za produkcję energii elektrycznej bezpośrednio z promieniowania słonecznego, wykorzystując przy tym efekt fotowoltaiczny.

W projektowanej instalacji zastosowano moduły monokrystaliczne o mocy nominalnej 375Wp. Łączna moc zainstalowana będzie wynosić: 30,00kWp. Dopuszcza się zastosowanie zamiennie modułów o większej mocy i mniejszej ich liczbie pod warunkiem spełnienia wymagania łącznej mocy generatora PV minimum 30,0kWp.

PARAMETRY PROPONOWANEGO MODUŁU W WARUNKACH STC

Parametr	Symbol	Wartosc
Moc maksymalna	Ppv	375 Wp
Napięcie obwodu otwartego	Voc	44,96 V
Prąd zwarciov	Isc	10,62 A
Napięcie w punkcie mocy maksymalnej	Vmpp	37,18 V
Natężenie prądu w punkcie mocy maksymalnej	Imp	10,09 A
Sprawność	Im	19,80%
Współczynnik temp. mocy	Pmax	-0,35%/°C
Współczynnik temp. napięcia obwodu otwartego	Voc	-0,27%/°C
Współczynnik temp. prądu zwarciov	Isc	+0,04%/°C
Maksymalne napięcie systemu	Vmax. pv	1000 V
Dopuszczalny maksymalny prąd wsteczny	Irev. max. pv	20 A
Maksymalne obciążenie mechaniczne (śnieg)	MLs	5400 Pa
Maksymalne obciążenie mechaniczne (wiatr)	MLw	2400 Pa
Zakres temp. pracy modułu	Tmin. pv - Tmax. pv	od -40 do +85°C
Wymiary	W x SZ x G	1840mm x 1030mm x 32mm
Współczynnik wypełnienia	FF	0,785%
Waga		19,5kg

Zastosowane moduły PV powinny charakteryzować się współczynnikami wypełnienia oraz temperaturowymi takimi samymi jak powyżej lub lepszymi. Powinny posiadać trwałą konstrukcję odporną na obciążenia mechaniczne (wiatr oraz śnieg) oraz posiadać podstawowe certyfikaty (CE, TUV, MCS) potwierdzające zgodność z normami w odniesieniu do parametrów i bezpieczeństwa:

- PN-EN 61215-1:2017 - Moduły fotowoltaiczne (PV) do zastosowań naziemnych.
Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu
- PN-EN 61730-2:2007 - Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV)

Wymagane jest zastosowanie modułów, które posiadają conajmniej:

- 10 letnią gwarancję na produkt
- 25 letnią gwarancję liniową mocy (85% mocy znamionowej po 25 latach)

Moduły powinny być wyposażone w gniazdo przyłączeniowe o klasie ochronności IP67, z 3 diodami obejściowymi (by-pass) oraz konektory typu MC4. Na końcach przewodów fotowoltaicznych należy zastosować konektory tego samego typu.

1.6. Inwertery fotowoltaiczne

Inweter (falownik) pełni rolę konwertera energii elektrycznej powstałej w modułach fotowoltaicznych, w postaci napięcia i natężenia prądu stałego, na energię o parametrach występujących w instalacji elektrycznej obiektu, tj. napięcia i natężenia prądu przemiennego o częstotliwości 50Hz.

Inwerter fotowoltaiczny wyposażony jest w urządzenia monitorujące parametry energii elektrycznej. W przypadku odchylenia monitorowanych parametrów częstotliwości i napięcia od parametrów granicznych normy PN-EN 50438, fotowoltaiczne źródło wytwórcze jest natychmiast odłączane od sieci elektroenergetycznej. System fotowoltaiczny pozostaje odłączony do momentu powrotu parametrów w ramy ustawionych limitów.

W projektowanej instalacji zastosowano falownik producenta SolarEdge, który pracuje tylko w konfiguracji z optymalizatorami mocy połączonymi z modułami fotowoltaicznymi. Wybrany inwerter Solaredge SE25K przeznaczony jest do współpracy z 3-fazową instalacją elektryczną i charakteryzuje się następującymi parametrami:

PARAMETRY WYJŚCIOWE AC

		SE25K
Parametr	Symbol	Wartosc
Moc znamionowa AC	Pac	25000 W
Maksymalny prąd wyjściowy	Iac max.	38 A
Napięcie sieciowe	Vac	230/400 V
Zakres częstotliwości	f	45 – 55 Hz

PARAMETRY WEJŚCIOWE DC

		SE25K
Parametr	Symbol	Wartosc
Maksymalna moc wejściowa	Pdc max.	33750 W
Maksymalny prąd wejściowy	Idc max.	37 A
Znamionowe napięcie wejściowe	Vdc	750 V
Maksymalne napięcie wejściowe	Vdc max.	1000 V
Liczba MPPT	Lmppt	1
Liczba łańcuchów na MPPT	Lstring mppt	3
Zakres napięć MPP	Vmpp min. - Vmpp max.	750 - 750V

Falownik Solaredge objęty jest 12-letnią gwarancją producenta i posiada podstawowe certyfikaty potwierdzające zgodność z normami w odniesieniu do parametrów i bezpieczeństwa:

- PN-EN 50438:2014 - Wymagania dla instalacji mikrogeneracyjnych przeznaczonych do równoległego przyłączania do publicznych sieci dystrybucyjnych niskiego napięcia

Inwerter posiada zabezpieczenie przed pracą wyspową, zabezpieczenie przed odwróconą biegunowością, zintegrowane zabezpieczenie przed łukiem elektrycznym oraz wyposażony jest w certyfikowany wewnętrzny wyłącznik różnicowo-prądowy (RCD), który chroni przed porażeniem prądem elektrycznym oraz zagrożeniem pożarowym w przypadku awarii modułu PV, przewodów lub falownika. Falownik wykrywa uszkodzenia izolacji i usterki uziemienia.

Inwerter, o stopniu ochrony IP65, należy zainstalować na dachu na zewnętrznej ścianie zachodniej klatki schodowej, zgodnie z rysunkiem nr 3. Miejsce montażu osłonić przed bezpośrednim działaniem wody i promieni słonecznych – daszkiem z blachy lakierowanej lub alucynk. Kolor dobrać do koloru obróbki dachu.



Należy upewnić się, że struktura lub powierzchnia montażowa jest w stanie utrzymać ciężar falownika i uchwytów oraz należy upewnić się, że jest ona dostępna na całej szerokości uchwytów. Aby zapewnić odpowiednie rozpraszanie ciepła, należy zachować zgodnie z instrukcją montażu producenta odległość minimum 20cm pomiędzy falownikiem oraz innymi obiektami. Zaleca się utrzymanie większej odległości – 50cm.

Kompensacja mocy biernej

Wymaga się, by inwerter umożliwiał regulację współczynnika mocy biernej w zakresie: od 0,8 ind. do 0,8 poj.

Inwertery firmy SolarEdge posiadają możliwość regulacji współczynnika $\cos \varphi$ w wymaganym zakresie. Umożliwi to zmniejszenie kosztów ponoszonych przez Inwestora, poprzez kompensację pobieranej z sieci mocy biernej pojemnościowej.

1.7. Optymalizatory mocy

Optymalizatory mocy SolarEdge są przetwornikami prądu stałego DC-DC podłączonymi do modułów PV w celu zapewnienia maksymalnego pozyskania energii poprzez wykonywanie niezależnego wyszukiwania punktu maksymalnej pracy (MPPT) na poziomie modułu.

Optymalizatory mocy regulują napięcie łańcucha na stałym poziomie, bez względu na długość łańcucha oraz warunki otoczenia.

Urządzenia te posiadają funkcję bezpiecznego napięcia, która automatycznie redukuje napięcie wyjściowe każdego optymalizatora mocy do 1 V DC w następujących przypadkach:

- w przypadku awarii
- gdy optymalizatory mocy są odłączone od falownika
- gdy przełącznik wł./wył. falownika jest w położeniu wyłączenia

Każdy optymalizator mocy przekazuje również do falownika dane o pracy modułu za pośrednictwem przewodu zasilającego DC.

W projektowanej instalacji zastosowano 40szt. optymalizatorów mocy SolarEdge P801 – po jednym na dwa moduły, tworząc w ten sposób 2 łańcuchy modułów o długości 40/40 szt.

1.8. Konfiguracja systemu fotowoltaicznego

Konfigurując system fotowoltaiczny, istotne jest obliczenie napięcia w skrajnych temperaturach oraz natężenia prądu stałego, jaki może się pojawić w obwodzie

fotowoltaicznym, w skrajnym natężeniu promieniowania słonecznego. Może być ono wyższe, niż deklarowane w warunkach STC. Zakłada się, że moduł może osiągać temperaturę nawet 70°C podczas upalnego dnia i rozpoczynać swoją pracę przy -25°C w mroźne poranki. Bazą do obliczeń są warunki STC, tj. natężenie promieniowania słonecznego równe 1000 W/m² i temperatura ogniw 25°C.

a) Moc instalacji fotowoltaicznej

Moc projektowanej instalacji fotowoltaicznej DC obliczono w oparciu o dane modułu fotowoltaicznego, zgodnie z równaniem:

$$P_{PV} = LM \cdot P_{STC\ PV}$$

P_{PV} – moc instalacji fotowoltaicznej [Wp]

LM – liczba modułów fotowoltaicznych w instalacji [szt.]

P_{STC PV} – moc jednostkowa modułu fotowoltaicznego [Wp]

Moc DC instalacji fotowoltaicznej wynosi 30,00 kW. Z kolei moc AC instalacji fotowoltaicznej, równa mocy wyjściowej falowników, jest równa 25 000W.

b) Minimalna i maksymalna liczba modułów łączonych szeregowo i równolegle

Zmiana napięcia przy zmianie temperatury o 1 stopień Celsjusza

W celu poprawnego skonfigurowania systemu fotowoltaicznego w pierwszej kolejności należy określić zmianę napięcia na 1°C, według wzoru:

$$\Delta V = \beta \cdot V_{OC}$$

ΔV – zmiana napięcia na 1°C [V/°C]

β – współczynnik temperaturowy napięcia obwodu otwartego [%/°C]

V_{oc} – napięcie obwodu otwartego [V]

$$-0,27\% \times 44,96V = -0,121\ V / ^\circ C$$

Zmiana napięcia na 1°C wynosi 0,121V. Posłuży ona do obliczenia napięcia w skrajnych temperaturach.

Napięcie w skrajnych temperaturach pracy - napięcie obwodu otwartego w temperaturze -25°C

Napięcie obwodu otwartego pojedynczego modułu, o temperaturze -25°C, obliczono według równania:

$$V_{OC-25} = V_{OC} + (\Delta V \cdot \Delta T_1)$$

V_{OC-25} – napięcie jałowe modułu o temperaturze -25°C [V]

V_{OC} – napięcie jałowe modułu w warunkach STC [V]

ΔV – zmiana napięcia na 1°C [V/°C]

ΔT_1 – różnica temperatur pomiędzy warunkami STC, a warunkami obliczeniowymi [°C]

$$44,96 + (0,121 \times 50) = 51,01 \text{ V}$$

Obliczone napięcie jest równe 51,01V.

Napięcie w skrajnych temperaturach pracy - napięcie w punkcie mocy maksymalnej w temperaturze 70°C

Napięcie w punkcie mocy maksymalnej pojedynczego modułu, mogącego osiągać temperaturę 70°C, obliczono zgodnie ze wzorem:

$$V_{MPP+70} = V_{MPP} - (\Delta V \cdot \Delta T_2)$$

V_{MPP+70} – napięcie pracy modułu o temperaturze +70°C [V]

V_{MPP} – napięcie modułu w punkcie mocy maksymalnej, w warunkach STC [V]

ΔV – zmiana napięcia na 1°C [V/°C]

ΔT_2 – różnica temperatur pomiędzy warunkami obliczeniowymi, a warunkami STC [°C]

$$37,18 - (0,121 \times 45) = 31,74 \text{ V}$$

Obliczone napięcie jest równe 31,74 V.

Minimalna i maksymalna liczba modułów w łańcuchu

Ze względu na zastosowanie systemu fotowoltaicznego z optymalizatorami SolarEdge, które zmieniają i dopasowują napięcie oraz natężenie prądu do właściwej współpracy całego łańcucha z falownikiem, minimalna i maksymalna liczba dopuszczalnych modułów w pojedynczym łańcuchu została określona przez producenta i wynosi dla optymalizatorów P801:

$$L_{\min} = 27 \text{ szt.}, \quad L_{\max} = 60 \text{ szt.}$$

W instalacji zaprojektowano dwa łańcuchy modułów o długościach:
40szt. / 40szt.

Konfigurację połączeń i długość łańcuchów zgodnie z zaleceniami producenta oparto na projekcie wykonanym w aplikacji - SolarEdge Designer.

1.9. Zabezpieczenia instalacji fotowoltaicznej

W projektowanej instalacji po stronie prądu stałego DC przewidziano zastosowanie ograniczników przepięć typu 1+2 po jednym na każdy z łańcuchów.

W ramach zabezpieczenia strony AC projektuje się rozdzielnicę PV-AC zlokalizowaną w pobliżu miejsca montażu inwertera. Rodzielnicę należy wyposażyć zgodnie ze schematem w:

- rozłącznik izolacyjny FR
- ogranicznik przepięć SPD typu I+II, AC, TNS, $I_n=20\text{kA}$, $U_p<1,5\text{kV}$;
- lampki kontroli faz wraz z zabezpieczeniem (LK+BZ-3);
- wyłącznik nadmiarowo-prądowy S303B 40A

W celu poprawnego działania istniejącego systemu przeciwpożarowego wyłącznika prądu, kabel zasilający rozdzielnicę PV-AC należy poprowadzić od budynku w pobliże złącza kablowo-pomiarowego obiektu i podłączyć w projektowanym złączu kablowym za nowym głównym wyłącznikiem prądu dla obiektu, sterowanym poprzez przeniesiony przycisk PWP, tak by w razie jego użycia zostało odcięte napięcie AC w całym obiekcie, w tym także w instalacji fotowoltaicznej – co z kolei spowoduje automatyczne obniżenie napięcia po stronie DC do poziomu bezpiecznego.

1.10. Złącze kablowe głównego wyłącznika prądu

W pobliżu złącza kablowo-pomiarowego ZKP1-1Pp oraz złącza SZR należy wstawić nowe złącze kablowe ZK wyposażone w rozłącznik mocy z wyzwalaczem oraz listwę zaciskową.

Projektuje się złącze kablowe ZK wykonane z tworzywa termoutwardzalnego odpornego na działanie promieniowania UV, o stopniu ochrony IP44. Złącze posadowić na fundamencie prefabrykowanym. Odległość dolnej krawędzi złącza od powierzchni ziemi powinna być nie mniejsza niż 0,5 m.

Złącze należy zasilić nowym odcinkiem kabla YAKXs 4x120mm² wyprowadzonym rozłącznika listwowego ARS-2 w złączu pomiarowym.

Istniejący kabel relacji ZKP1-1Pp – SZR odłączyć w złączu pomiarowym i podłączyć do listwy zaciskowej odpływowej za wyłącznikiem głównym w nowym złączu ZK.

Do wyzwalacza (sterowanie wyłącznikiem głównym) należy podłączyć przewód HDGs 2x2,5mm².



1.11. Wyłącznik główny i przycisk PWP

W celu zapewnienia ochrony i poprawnego działania układu wyłącznika głównego prądu i przycisku wyzwalającego (PWP) projektuje się:

- zabudowę nowego głównego wyłącznika prądu dla całego obiektu, w postaci wyłącznika mocy DPX3 160 80A z wyzwalaczem, w nowym złączu kablowym w pobliżu ZKP1-1Pp i złącza SZR;
- przeniesienie przycisku przeciwpożarowego wyłącznika prądu w pobliże wejścia północnego do budynku hotelowego (wraz z oznakowaniem);
- połączenie przeniesionego przycisku PWP z nowym wyłącznikiem głównym przewodem HDGs 2x2,5mm²;

- instalację przekaźnika faz w złączu SZR i zasilenie przewodu ppoż HSGs 2x2,5mm², poprzez fazę z odpowiednim napięciem, niezależnie od aktualnego źródła energii (sieć/agregat);
- powiązanie nowego układu z wyłącznikiem PPOŻ agregatu prądotwórczego;

Po wykonaniu przebudowy należy zweryfikować prawidłowość działania przycisku przeciwpożarowego wyłącznika prądu, co winno być potwierdzone protokołem zadziałania.

Należy zaktualizować instrukcję bezpieczeństwa pożarowego obiektu.

1.12. Instalacja odgromowa, ograniczniki przepięć, uziemienie i połączenia wyrównawcze

a) Zewnętrzna instalacja odgromowa

Zewnętrzna instalacja odgromowa – piorunochron, tj. zwody, uziomy i przewody odprowadzające – służy do przejęcia energii od uderzającego w budynek pioruna i odprowadzenie jej do ziemi.

Budynek, na którym planowany jest montaż instalacji fotowoltaicznej posiada instalację odgromową. Ze względu na układ instalacji fotowoltaicznej (nieznaczną jej wysokość) nie projektuje się rozbudowy instalacji odgromowej, zakładając lokalizację instalacji PV w obszarze chronionym przez obecną instalację odgromową.

b) Ochrona przeciwprzepięciowa

Wewnętrzna instalacja przeciwprzepięciowa – ograniczniki przepięć – przeznaczone są do ochrony instalacji fotowoltaicznych przed przejściowymi przepięciami wywołanymi na zewnątrz instalacji fotowoltaicznej np. napięciem indukowanym przez uderzenie pioruna w linię elektroenergetyczną, bądź w jej obrębie lub przepięciami wewnętrznymi, powstającymi podczas załączania czy wyłączania nieobciążonej linii elektroenergetycznej. Zjawisko przejściowego przepięcia może spowodować uszkodzenie elementów instalacji elektrycznej w budynku lub instalacji fotowoltaicznej.

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej przewiduje się zastosowanie ograniczników przepięć DC typu 1+2 przystosowanych do pracy z napięciem minimum 900V – po jednym dla każdego łańcucha modułów, oraz ograniczników przepięć AC typu 1+2 przystosowanych do pracy z napięciem sieciowym 400V, które powinny być połączone z główną szyną

wyrównawczą przewodem miedzianym o przekroju minimum 16 mm².

Napięcie pracy instalacji fotowoltaicznej opartej na systemie falownika i optymalizatorów SolarEdge jest stałe i wynosi 750V. Dla projektowanej instalacji dobrano ograniczniki przepięć DC DEHNcombo YPV SCI 1000 o napięciu znamionowym pracy do 1000V.

c) Uziemienie i połączenia wyrównawcze

Instalacja fotowoltaiczna na budynku nie zwiększa ryzyka wystąpienia wyładowania atmosferycznego, jednakże w przypadku zaistnienia takiej sytuacji brak odpowiednich zabezpieczeń może spowodować bardzo wysokie szkody (zarówno w samej instalacji fotowoltaicznej, budynku jak i w urządzeniach korzystających z prądu generowanego przez nią).

Uziemienie i połączenie wyrównawcze modułów oraz inwertera pełni funkcję przeciwporażeniową, przeciwprzepięciową i odgromową. Oznacza to, że chroni ono moduły fotowoltaiczne w sytuacjach uszkodzenia modułu czy w trakcie wyładowań atmosferycznych nieopodal instalacji.

Należy utrzymać odstęp separacyjny (min. L=50cm) pomiędzy elementami instalacji fotowoltaicznej a instalacją odgromową. Przewiduje się wykonanie połączeń wyrównawczych pomiędzy konstrukcją wsporczą, a modułami fotowoltaicznymi. Do wykonania połączeń między konstrukcją wsporczą, a ramami modułów PV należy użyć podkładek uziemiających przebijających. Każdy z segmentów instalacji fotowoltaicznej należy połączyć ze sobą i uziemić.

W pobliżu inwertera i rozdzielnic PV-AC i PV-DC należy zainstalować główną szynę uziemiającą GSU, do której należy przyłączyć wszystkie elementy wymagające uziemienia (obudowę inwertera, zaciski PE ograniczników przepięć).

Połączenia wyrównawcze należy prowadzić możliwie blisko linii DC i AC (równolegle), tak by uniknąć tworzenia pętli indukcyjnych.

Należy zapewnić odpowiednią wartość rezystancji uziemienia $R_u < 10 \Omega$. Wykonać pomiary instalacji odgromowej i uziemiającej. W razie potrzeby uziomy rozbudować. Uzyskane wartości potwierdzić protokołem pomiarów.

1.13. Inne zabezpieczenia

Falownik zastosowany w projektowanej instalacji fotowoltaicznej wyposażony jest w urządzenia monitorujące parametry energii elektrycznej. W przypadku odchylenia monitorowanych parametrów częstotliwości i napięcia od parametrów granicznych normy PN-EN 50438, fotowoltaiczne źródło wytwórcze jest natychmiast odłączane od sieci elektroenergetycznej. System fotowoltaiczny pozostaje odłączony do momentu powrotu parametrów w ramy ustawionych limitów.

Wykonanie wszystkich rozwiązań zabezpieczających instalację jest zgodne z obowiązującym prawem i odpowiednimi normami, w tym z Polską Normą PN-HD 60364-4-41:2017-09 „Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed porażeniem elektrycznym”.

1.14. Przewody fotowoltaiczne DC

Przewody fotowoltaiczne, to przewody przeznaczone do pracy z prądem stałym DC. Ich zadaniem jest odprowadzenie energii elektrycznej wytworzonej w modułach fotowoltaicznych do falownika. Przewody te będą prowadzone pod modułami łącząc je ze sobą, a następnie z grupy modułów poprzez ogranicznik przepięć będą wprowadzone na wejścia inwertera. Połączenie pomiędzy poszczególnymi modułami zostanie wykonane za pomocą przewodu DC dołączonego do skrzynki przyłączeniowej modułu fotowoltaicznego. Połączenie pomiędzy skrajnymi końcami łańcuchów modułów, a falownikiem zostanie wykonane za pomocą dedykowanego kabla solarne PV 1x6mm².

Przewody solarne charakteryzują się następującymi parametrami:

- napięcie znamionowe: min 1200V DC;
- podwójna izolacja z gumy usieciowanej, bezhalogenowy, płomienioodporny;
- żyły: wg PN/EN-60228, miedziane wielodrutowe klasy 5;
- izolacja: guma usieciowana -40/+90°C;
- powłoka: guma usieciowana M21 odporna na UV i warunki atmosferyczne,
- temperatura na powierzchni przewodu: max. 90°C po ułożeniu na stałe, praca dopuszczalna w temp. -40°C do +90°C

Zakłada się, że strata na przewodach DC w systemie fotowoltaicznym powinna być mniejsza niż 1%.

Dobór przekroju przewodów DC

Przekrój przewodów DC obliczono zgodnie z równaniem:

$$A_{DC} = \frac{P_{PV} \cdot L_{DC}}{U^2 \cdot k \cdot 1 \%} \cdot 100 \%$$

A_{DC} – przekrój przewodu DC [%]

P_{PV} – moc łańcucha modułów fotowoltaicznych [kWp]

L_{DC} – sumaryczna długość przewodu DC łańcucha [m]

U^2 – napięcie w punkcie mocy maksymalnej w łańcuchu fotowoltaicznym [V]

k – przewodność właściwa ($54 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$ dla miedzi)

Najdłuższy łańcuch to 40szt. modułów PV – $P_{PV} = 15,00kW$

Sumaryczna długość przewodu najdłuższego obwodu – $L_{DC} = 120m$

Napięcie w łańcuchu – $U = 750V$

$$A_{DC} = (15000 \cdot 120) / (750^2 \cdot 54 \cdot 0,01) = 5,93mm^2$$

Dobrany przewód fotowoltaiczny DC powinien mieć przekrój minimum $5,93 mm^2$.

W projektowanym systemie fotowoltaicznym przewidziano zastosowanie przewodów DC o przekroju $6mm^2$.

Zaleca się stosować przewody o kolorystyce czerwonej i czarnej odpowiednio dla przewodów bieguna dodatniego (+) oraz ujemnego (-).

Należy unikać tworzenia się pętli przewodów, w których mogłoby indukować się napięcie. Przewód dodatni prowadzić blisko ujemnego nawet kosztem większego zużycia przewodów. Układanie przewodów prowadzić starannie, aby uniknąć ocierania kabli o ostre krawędzie otworów i nie załamywać ponad dopuszczone promienie zgięcia. Przewody należy zabezpieczyć przed drganiami, przesunięciami i tarciem o elementy konstrukcyjne. Przewody fotowoltaiczne można prowadzić pod modułami bez dodatkowych osłon natomiast przy wykonaniu przejść między rzędami modułów, należy je dodatkowo zabezpieczyć przed promieniowaniem UV. Należy zastosować metalowe perforowane koryta kablowe, układane na bloczkach betonowych. Pod bloczkami należy stosować podkładki z papy termozgrzewalnej. Przewody w korytkach prowadzić w dodatkowej osłonie - w czarnych rurkach ochronnych odpornych na warunki atmosferyczne i promieniowanie UV. Przewody

po dachu należy prowadzić w liniach prostych – zgodnie z rys. nr 3.

Należy używać dedykowanych, oryginalnych konektorów fotowoltaicznych. Zweryfikować dane producenta modułów i na końcach przewodów zastosować złącza tego samego typu oraz producenta. Złącza przymocować do konstrukcji montażowej lub modułów. Przy połączeniu z falownikiem zastosować złącza dostarczone przez producenta falownika.

Przewody DC na dachach, na elewacjach należy prowadzić w rurach osłonowych lub kanałach odpornych na UV, wewnątrz budynku – w rurach osłonowych lub w kanałach kablowych.

1.15. Przewody AC

Przewód prądu zmiennego AC odpowiada za odprowadzenie energii elektrycznej z falownika do instalacji elektrycznej obiektu i sieci elektroenergetycznej.

Zakłada się, że strata na przewodach AC w systemie fotowoltaicznym powinna być mniejsza niż 1% dla mocy w warunkach NOCT. Dla długich tras kablowych stratę można zwiększyć do 3%.

Dobór przekroju przewodów AC:

Przekrój przewodu AC, dla instalacji elektrycznej trójfazowej, obliczono według wzoru:

$$A_{AC} = \frac{P_{AC} \cdot L_{AC}}{U_{mf}^2 \cdot k \cdot 1\%} \cdot 100\%$$

A_{AC} – przekrój przewodu AC, [%]

P_{AC} – moc inwertera po stronie AC [kW]

L_{AC} – długość kabla AC [m]

U_{mf}^2 – napięcie międzyfazowe, $U_{mf}^2 = 400$ [V]

k – przewodność właściwa ($54 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$ dla miedzi)

$P_{AC} - 80 \text{ szt.} \cdot 280,8 \text{ W} = 22\,464 \text{ W}$ (moc generatora w warunkach NOCT)

$L_{AC} - 120\text{m}$ (od inwertera do miejsca przyłączenia)

$k - 34$ (dla aluminium – przewód typu YAKXs)

strata dopuszczalna - 1,0%

$$(22\,464 \cdot 120) / (400^2 \cdot 34 \cdot 0,01) = 49,6 \text{ mm}^2 < 120\text{mm}^2$$

Obciążalność prądowa przewodu YAKXs $4 \times 120\text{mm}^2$ układanego w rurach osłonowych w ziemi wynosi $I_z = 188 \text{ A}$.

Obliczeniowy maksymalny prąd roboczy dla mocy 25 kW wynosi

$$I_B = 25 / (1,73 \cdot 0,4 \cdot 0,95) = 38 \text{ A}$$

Prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego $I_N = 80 \text{ A}$.

Sprawdzenie doboru przewodu AC:

$$I_B = 38 \text{ A} < I_N = 80 \text{ A} < I_z = 188 \text{ A} - \text{warunek spełniony}$$

$$I_2 = 1,6 \cdot I_N = 128\text{A} \quad 128 \text{ A} < (1,45 \cdot 188 \text{ A}) = 272 \text{ A} - \text{warunek spełniony}$$

W wyniku obliczeń w projektowanym systemie fotowoltaicznym przewidziano zastosowanie po stronie AC pomiędzy miejscem przyłączenia (nowe złącze z wyłącznikiem głównym), a rozdzielnicą PV-AC aluminiowego kabla ziemnego typu YAKXs $4 \times 120\text{mm}^2$.

Dla połączeń między inwerterem a zabezpieczeniami w rozdzielnicy PV-AC należy użyć przewodów miedzianych YDYżo $5 \times 16\text{mm}^2$ – zgodnie ze schematem

Przewód YAKXs $4 \times 120\text{mm}^2$ na elewacji należy układać w kanale kablowym zwracając szczególną uwagę na estetykę wykonania. Przepusty wykonać w odpowiednich osłonach i uszczelnić.

Układanie przewodów prowadzić starannie, aby uniknąć ocierania o ostre krawędzie otworów i nie załamywać ponad dopuszczone promienie zgięcia.

Na dachu kabel AC YAKXs $4 \times 120\text{mm}^2$ oraz przewód uziemiający do GSU przy inwerterze należy układać w rurach osłonowych odpornych na warunki atmosferyczne i promieniowanie UV. Osłonięte przewody układać w korytach metalowych perforowanych układanych na bloczkach betonowych.

Pod bloczkami należy stosować podkładki z papy termozgrzewalnej.

1.16. Konstrukcja montażowa

Dla projektowanej instalacji fotowoltaicznej proponuje się zastosowanie aerodynamicznej konstrukcji montażowej dedykowanej na dach płaski. Orientacja modułów to wschód-zachód, kąt nachylenia 15°. System montażu powinien posiadać dedykowane platformy balastowe. Zakłada się obciążenie bloczkami betonowymi.

Rysunki poniżej przedstawiają rozwiązania systemów w układzie wschód-zachód różnych producentów.



Należy zabezpieczyć dach przed tarciem elementów systemu stosując dodatkową izolację, np. w postaci taśmy EPDM.

Dopuszczalne obciążenie użytkowe stropu (stropodach gęstożebrowy DZ3) wynosi - 3,25 kN/m².

Stosować obciążenie zgodne z zaleceniami producenta wybranego systemu (np. dla systemu CORAB PB-062 – wymagany balast to 56kg/2 moduły – betonowy bloczek o wymiarach 120x250x380mm), lub dokonać obliczeń rozkładu wymaganego balastu

w zależności od zastosowanego systemu.

Przed wykonaniem instalacji należy przedstawić obliczenia rozkładu obciążenia (z uwzględnieniem sumy ciężaru konstrukcji wsporczej, modułów oraz balastu) potwierdzające możliwość dodatkowego obciążenia dachu.

Moduły należy mocować do konstrukcji za pomocą odpowiednich dla systemu klem końcowych oraz środkowych. Zaleca się zastosowanie podkładek przebijających w celu uzyskania właściwych połączeń wyrównawczych między modułami fotowoltaicznymi oraz konstrukcją montażową.

1.17. Komunikacja i monitoring systemu

Projekt zakłada podłączenie falownika do sieci internetowej obiektu poprzez sieć WiFi. W tym celu należy wyposażyć projektowany inwerter w odpowiednią antenę. W przypadku braku odpowiedniej mocy sygnału sieci WiFi zastosować rozwiązanie z dodatkowym routerem GSM wyposażonym w kartę SIM. Ewentualną opcjonalną konfigurację sieciową uzgodnić z osobą odpowiedzialną za informatykę obiektu.

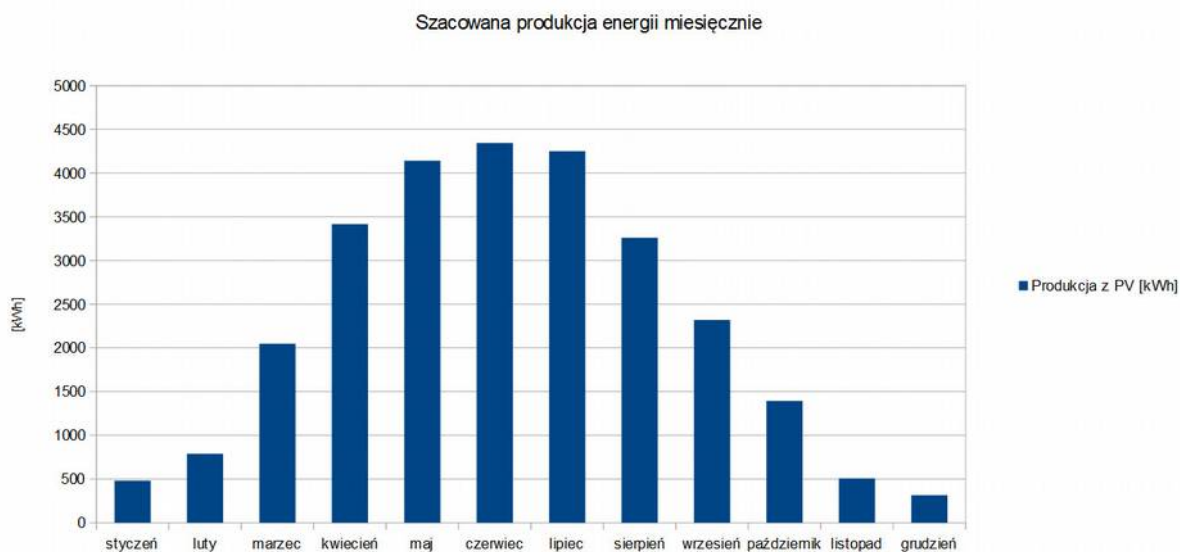
Inwestorowi należy zapewnić monitoring instalacji fotowoltaicznej poprzez dedykowane rozwiązanie producenta (w przypadku firmy SolarEdge jest to platforma internetowa monitoring.solaredge.com).

2. Uzysk energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej

Planowany uzysk energii elektrycznej wyprodukowanej w projektowanej instalacji zamodelowano w programie Designer firmy SolarEdge. Rozkład produkcji w kolejnych miesiącach kalendarzowych przedstawia poniższa tabela:

Miesiąc	Produkcja z PV [kWh]
Styczeń	482
Luty	789
Marzec	2 047
Kwiecień	3 417
Maj	4 141
Czerwiec	4 345
Lipiec	4 251
Sierpień	3 260
Wrzesień	2 319
Październik	1 394
Listopad	506
Grudzień	315
SUMA:	27 266

Uwaga! Przedstawione uzyski energii są wartościami szacunkowymi. Osiągnięcie w rzeczywistości uzysków energii równych podanym wartościom nie jest gwarantowane! Łączna, prognozowana ilość wyprodukowanej energii w ciągu roku wynosi: 27 266 kWh.



3. Efekt ekologiczny

Dla budowy nowej instalacji fotowoltaicznej, ocena efektu ekologicznego jest dokonywana jako obliczenie wielkości emisji unikniętej w wyniku jej użytkowania, wyznaczonej oddzielnie dla gazów cieplarnianych (CO₂) oraz pozostałych zanieczyszczeń.

Emisję unikniętą oblicza się w odniesieniu do jednego roku, na podstawie rocznych ilości wyeliminowanej energii nieodnawialnej oraz przyjętych odpowiednio wskaźników emisyjnych.

Do obliczeń przyjęto wskaźniki emisyjności energii elektrycznej u odbiorców końcowych, czyli po uwzględnieniu całej wyprodukowanej energii elektrycznej w kraju oraz strat na przesyłach i dystrybucji energii elektrycznej opublikowane przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE) w raporcie:

„Wskaźniki emisyjności CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2019 rok, IOŚ-PIB, grudzień 2020”

Wskaźniki emisyjności dla odbiorców końcowych	[kg/Mwh]
Dwutlenek węgla (CO ₂)	719
Tlenki siarki (SO _x /SO ₂)	0,511
Tlenki azotu (NO _x /NO ₂)	0,576
Tlenek węgla (CO)	0,233
Pył całkowity	0,029

Obliczenia:

Prognozowana ilość wyprodukowanej przez instalację fotowoltaiczną energii elektrycznej w ciągu jednego roku wynosi: 27 266 kWh

stąd emisja uniknięta / redukcja emisji zanieczyszczeń do atmosfery wg wskaźników emisyjności KOBiZE:

Prognozowana produkcja energii przez system PV rocznie [kWh]			E = 27 266
REDUKCJA EMISJI			
Rodzaj zanieczyszczenia	Wskaźnik emisyjności w_e	Jednostka	Redukcja emisji [kg/rok] $e = E * w_e$
CO₂	0,719	kg/kWh	19604,25
SO _x /SO ₂	0,000511	kg/kWh	13,93
NO _x /NO ₂	0,000576	kg/kWh	15,71
CO	0,000233	kg/kWh	6,35
Pył całkowity	0,000029	kg/kWh	0,79

4. Ochrona przeciwpożarowa

Instalacja fotowoltaiczna, podobnie jak inne urządzenia elektryczne, może ulec zapaleniu. Najczęstszymi przyczynami pożaru tych systemów są wyładowania atmosferyczne, zwarcia wewnętrzne, niewłaściwie dobrane zabezpieczenia i oprowadowanie lub ich brak, bądź słabe jakościowo komponenty instalacji. Należy zadbać o prawidłowe, zgodne ze sztuką wykonanie elementów elektrycznych instalacji.

Podstawowym krokiem przy gaszeniu pożaru przez strażaków jest odłączenie głównego zasilania w budynku lub użycie wyłącznika przeciwpożarowego. Pozwala to na rozpoczęcie akcji gaśniczej bez ryzyka porażenia strażaków czy ofiar pożaru od strony sieci elektroenergetycznej. Istotne jest także odłączenie wszystkich alternatywnych źródeł zasilania – oprócz modułów fotowoltaicznych mogą to być także przykładowo agregaty prądotwórcze. Należy jednak pamiętać, że wyłączenie zasilania głównego strony AC, nie eliminuje ryzyka porażenia prądem przez stronę DC. Moduły fotowoltaiczne, na które pada promieniowanie słoneczne, w dalszym ciągu mogą generować niebezpieczne wartości napięcia na zaciskach łańcuchów, pomimo że falownik jest wyłączony. Z tego względu instalacja elektryczna w budynku powinna być ciągle traktowana, jak gdyby była pod napięciem i strażacy powinni zachować odpowiednie procedury gaszenia urządzeń elektrycznych, tj. korzystać z odpowiednich środków gaśniczych służących do gaszenia urządzeń elektrycznych pod napięciem, mieć na uwadze ryzyko porażenia prądem gaszącego od konstrukcji czy przewodzącego pokrycia dachu itd. Moduły fotowoltaiczne nie są łatwo palne i nie wpływają na rozprzestrzenianie się ognia – ich gaszenie powinno odbywać się jedynie w momencie pożaru dachu.

Bezwzględnie należy unikać ryzyka porażenia prądem, między innymi przez unikanie kontaktu z częściami przewodzącymi instalacji elektrycznej i modułów, konstrukcji fotowoltaicznej, a także samego dachu, mogącymi znajdować się pod napięciem.

W zaprojektowanym systemie SolarEdge w przypadku odłączenia zasilania AC falownika:

- za pomocą wyłącznika AC w instalacji,
- przy zaniku napięcia w sieci publicznej
- po użyciu przycisku przeciwpożarowego wyłącznika prądu
- po ustawieniu przełącznika wł./wył. falownika w położeniu wył.,

napięcie DC spada do bezpiecznego napięcia 1 V dla każdego optymalizatora.

Łączne maksymalne napięcie na przewodach DC po odłączeniu zasilania falownika wynosi maksymalnie:

dla łańcucha 1 (20x P801): $U_{DC1} = 20V$ < 50 V

dla łańcucha 2 (20x P801): $U_{DC2} = 20V$ < 50 V

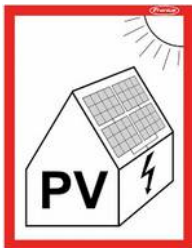
czyli poniżej poziomu napięcia bezpiecznego, które dla prądu stałego wynosi 50 V.

Falownik posiada zabezpieczenie przed pracą wyspową, zabezpieczenie przed odwróconą biegunowością, zintegrowane zabezpieczenie przed łukiem elektrycznym oraz wyposażony jest w certyfikowany wewnętrzny wyłącznik różnicowo-prądowy (RCD), który chroni przed porażeniem prądem elektrycznym oraz zagrożeniem pożarowym w przypadku awarii modułu PV, przewodów lub falownika. Falownik wykrywa uszkodzenia izolacji i usterki uziemienia.

Falowniki SolarEdge posiadają certyfikat zgodności jako urządzenia rozłączające do generatorów PV, co oznacza, że mogą zastępować rozłączniki DC – nie ma potrzeby stosowania dodatkowych rozłączników DC.

W złączu pomiarowym, w widocznym miejscu przy wejściu do budynku oraz na rozdzielnicy głównej należy umieścić:

- informację o tym, że obiekt jest wyposażony w instalację PV,



- schemat połączeń instalacji oraz rozmieszczenie poszczególnych elementów i kabli
- dane kontaktowe wykonawcy instalacji.

W pobliżu każdego z inwerterów umieścić informację, że po wyłączeniu inwertera po stronie AC, przewody prądu stałego DC nadal mogą znajdować się pod napięciem.

Przygotować instrukcję postępowania w razie pożaru.

Po wykonaniu zgłosić instalację do odpowiedniej terenowo jednostki Państwowej Straży Pożarnej.

5. Ochrona przeciwporażeniowa

Podstawą ochrony przeciwporażeniowej jest izolowanie części znajdujących się pod napięciem oraz ochrona w przypadku uszkodzenia izolacji. W instalacjach elektrycznych prądu zmiennego należy stosować układy z odrębnym przewodem ochronnym PE i neutralnym N (układ TN-S). Przepisy wymagają także stosowania uziemionych połączeń wyrównawczych pomiędzy elementami przewodzącymi.

Zaprojektowane falowniki wyposażone są w certyfikowany wewnętrzny wyłącznik różnicowo-prądowy (RCD), który chroni przed porażeniem prądem elektrycznym. Falowniki wykrywają i sygnalizują uszkodzenia izolacji i usterki uziemienia.

6. Planowany przebieg prac montażowych

- Montaż konstrukcji nośnej na dachu,
- Instalacja optymalizatorów mocy na konstrukcji montażowej,
- Poprowadzenie przewodów prądu stałego DC na dachu do miejsca instalacji inwertera,
- Montaż paneli fotowoltaicznych,
- Zabudowa złącza z wyłącznikiem głównym i połączenie z instalacją,
- Wykonanie wykopów oraz przecisków,
- Ułożenie kabli i wykonanie instalacji strony AC od inwertera do nowego złącza,
- Przeniesienie przycisku PWP,
- Montaż inwertera i zabezpieczeń strony DC i AC,
- Uziemienie systemu fotowoltaicznego,
- Połączenie modułów z inwerterem,
- Wykonanie instalacji teleinformatycznej,
- Wykonanie pomiarów instalacji,
- Sprawdzenie pracy układu

7. Zestawienie elementów systemu fotowoltaicznego

Zestawienie najistotniejszych elementów projektowanej instalacji fotowoltaicznej

Lp.	Element	Liczba	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny 375Wp	80	szt
2	Inwerter SolarEdge SE 25K	1	szt.
3	Optymalizator SolarEdge P801	40	szt.
4	Konstrukcja montażowa z balastem	1	kmpl.
5	Rozdzielnica PV-DC (wg schematu)	1	kmpl.
6	Rozdzielnica PV-AC (wg schematu)	1	kmpl.
7	Kabel AC YAKXs 4x120mm ²	130	mb
8	Złącze kablowe z wyłącznikiem mocy (wg schematu)	1	kmpl.
9	Przycisk PWP	1	kmpl.
10	Przewód HDGs 2x2,5mm ²	120	mb
11	Rura osłonowa AROT DVK Ø50mm	6	mb
12	Rura osłonowa AROT DVK Ø110mm	37	mb
13	Rura osłonowa AROT SRS Ø110mm	27	mb
14	Przewody fotowoltaiczne DC 1x6mm ²	220	mb
15	Koryta metalowe perforowane	50	mb
16	Przewód uziemiający PE LgY 16mm ²	wg potrzeb	
17	Taśma stalowa (bednarka) FeZn 25x4mm	wg potrzeb	
18	Uziom składany (sonda)	wg potrzeb	
19	Bloczek betonowy (balast)	wg potrzeb	

NADLEŚNICTWO SOLEC KUJAWSKI

Leśna 64, Solec Kujawski, 86-050, Poland | 21 wrz 2021

rok założenia 1957
Elektroinstal



PODSUMOWANIE SYSTEMU

 **80** Moduły PV

 **1** Falowniki

 **40** Optymalizatory

WYNIKI SYMULACJI



Zainstalowana Moc DC

30,00 kWp



Maksymalna Osiągalna Moc AC

22,50 kW



Roczna Produkcja Energii

27,27 MWh



Redukcja Emisji CO2

21,08 t



Ekwiwalent Posadzonych Drzew

968



Max Osiągalna Moc DC

25,56 kW



Przewymiarowanie DC/AC

102 %



Max Osiągalna Moc AC

25,00 kW



Wskaźnik Wydajności

88 %



Indeks Wydajności

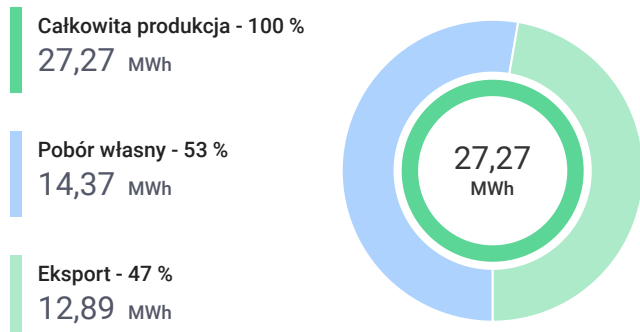
909 kWh/kWp

NADLEŚNICTWO SOLEC KUJAWSKI

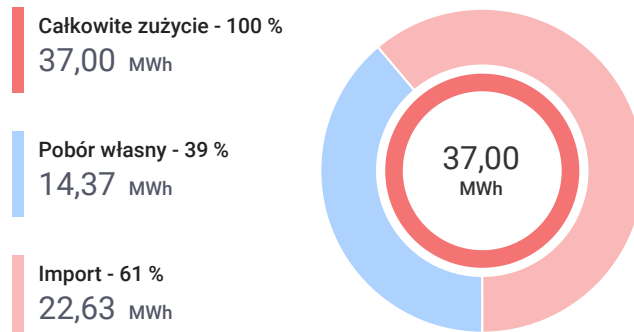
Leśna 64, Solec Kujawski, 86-050, Poland | 21 wrz 2021



PRODUKCJA SYSTEMU



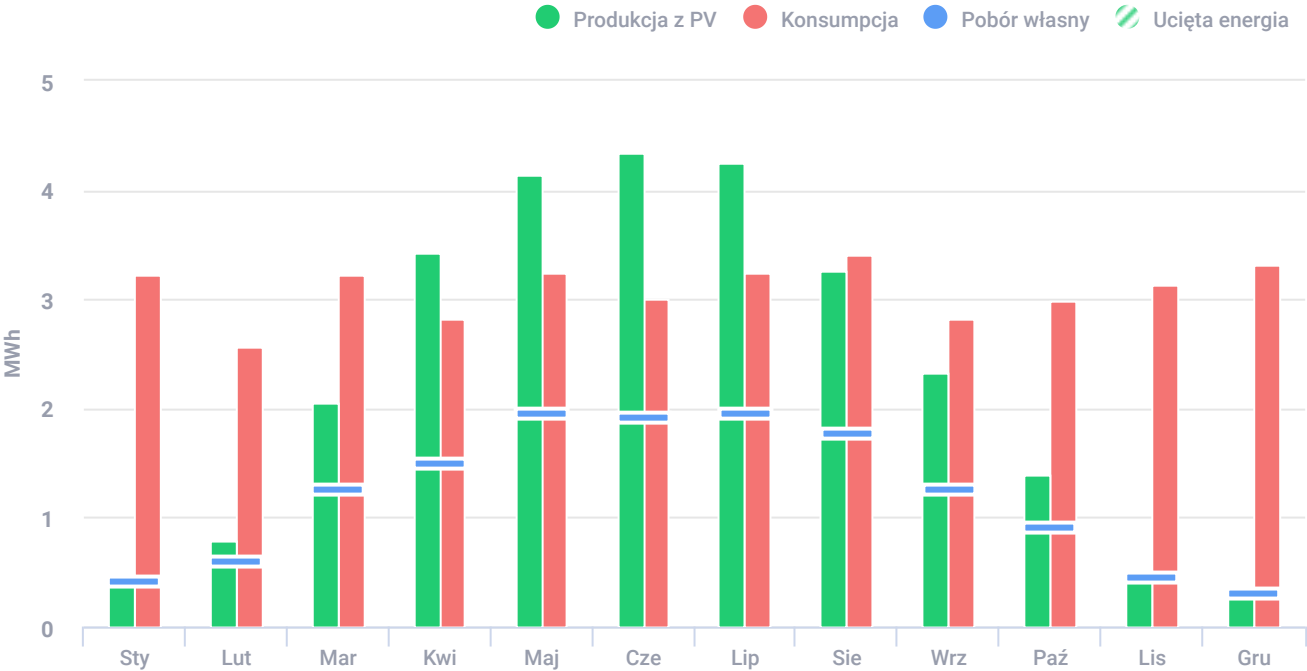
POBÓR



NADLEŚNICTWO SOLEC KUJAWSKI
Leśna 64, Solec Kujawski, 86-050, Poland | 21 wrz 2021



SZACOWANA ENERGIA MIESIĘCZNIE



Całkowita obciążona energia: 0,01%

Miesiąc	Produkcja z PV (kWh)	Konsumpcja (kWh)	Pobór własny (kWh)	Ucięta energia (kWh)
Sty	482	3229	430	-
Lut	789	2567	613	-
Mar	2047	3231	1268	-
Kwi	3417	2820	1509	-
Maj	4141	3237	1953	-
Cze	4345	2997	1930	-
Lip	4251	3248	1954	2
Sie	3260	3414	1776	1
Wrz	2319	2812	1263	-
Paź	1394	2987	919	-
Lis	506	3140	452	-
Gru	315	3318	308	-

NADLEŚNICTWO SOLEC KUJAWSKI

Leśna 64, Solec Kujawski, 86-050, Poland | 21 wrz 2021



MODUŁY PV

# Moduł	Model	Szczytowa wartość mocy	Typ montażu	Orientacja	Azymut	Nachylenie
16	Hanwha Q.Cells GmbH, Q.PEAK DUO ML-G9 375 (zdefiniowane przez użytkownika)	6 kWp			91°	16°
24	Hanwha Q.Cells GmbH, Q.PEAK DUO ML-G9 375 (zdefiniowane przez użytkownika)	9 kWp			271°	16°
24	Hanwha Q.Cells GmbH, Q.PEAK DUO ML-G9 375 (zdefiniowane przez użytkownika)	9 kWp			114°	16°
16	Hanwha Q.Cells GmbH, Q.PEAK DUO ML-G9 375 (zdefiniowane przez użytkownika)	6 kWp			294°	16°
Całkowity: 80		30 kWp				

LISTA MATERIAŁÓW (BOM)

Pozycja	Ilość
SE25K	1
P801	40
Q.PEAK DUO ML-G9 375	80

PROJEKT ELEKTRYCZNY

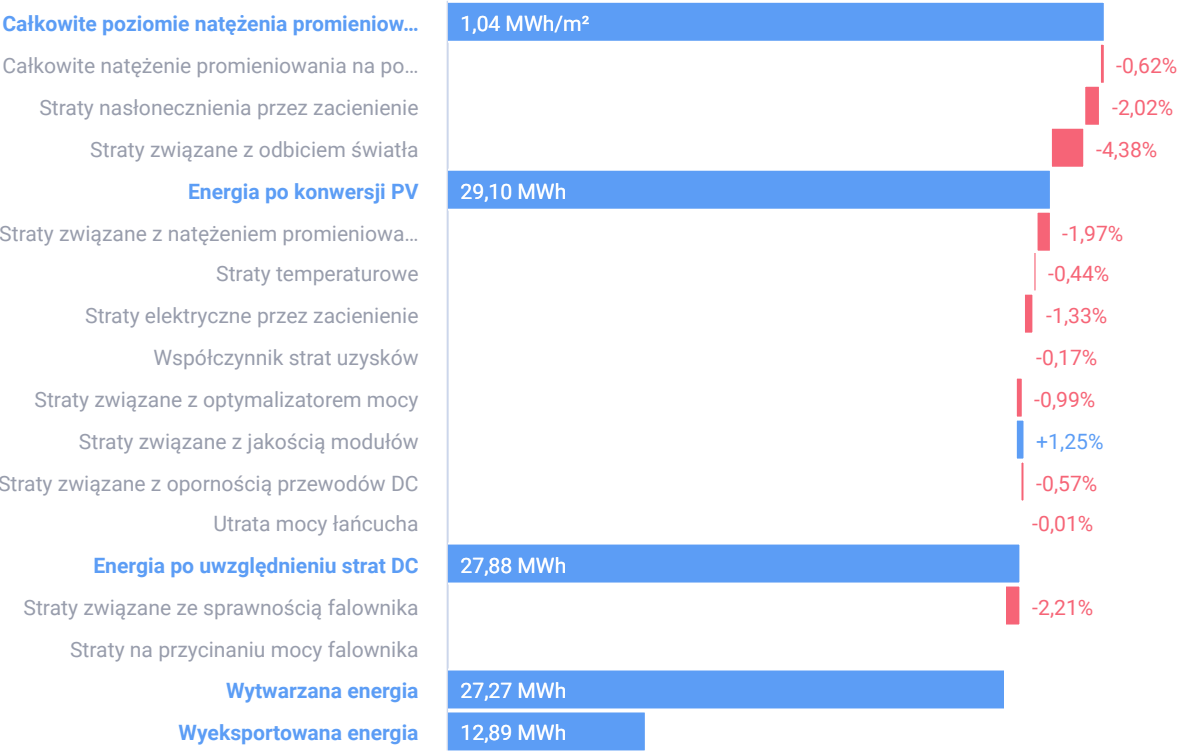
Falowniki i baterie	Łańcuchy na falownik	Optymalizatory na łańcuch	Moduły PV na łańcuch
1 x SE25K 25.56kW 102%	2 x łańcuchy	20 x P801 (2:1)	40

NADLEŚNICTWO SOLEC KUJAWSKI

Leśna 64, Solec Kujawski, 86-050, Poland | 21 wrz 2021



DIAGRAM STRAT SYSTEMU



PARAMETRY SYMULACJI



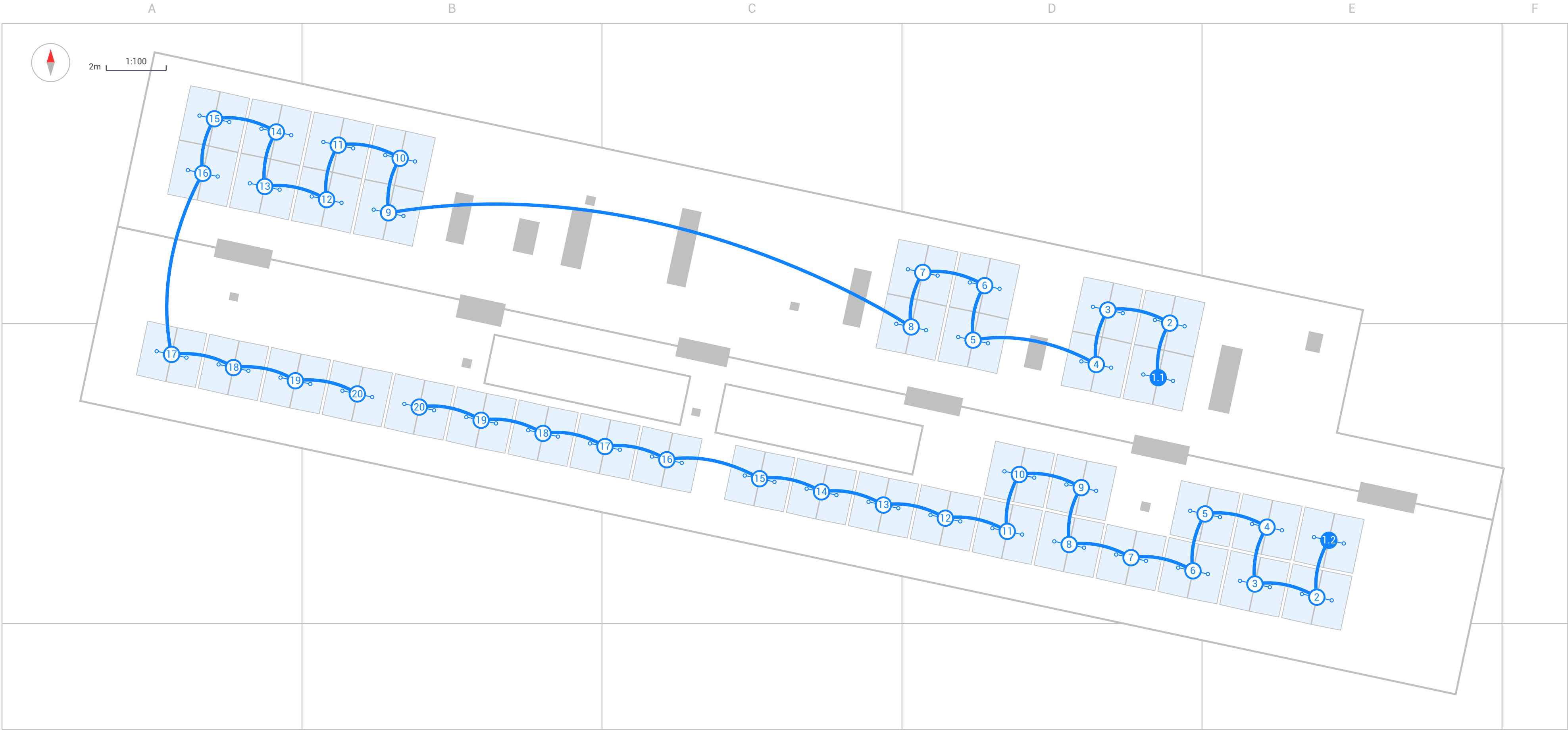
LOKALIZACJA I SIEĆ



Strefa czasowa	CEST (Warsaw)
Stacja pogodowa	Bydgoszcz (16,35 km stąd)
Wysokość geograficzna stacji	46 m
Źródło danych stacji	Meteonorm 7.1
Sieć	400V L-L, 230V L-N



WSPÓŁCZYNNIKI STRAT

Pobliskie zacienienie	Włącz
Albedo	0,20
Zabrudzenia i śnieg	0%
Modyfikator kąta padania (IAM), ASHRAE b0 Param.	0,05
Współczynnik strat ciepłych Uc (stałe) Montaż zintegrowany	20
Współczynnik strat ciepłych Uc (stałe) Montaż z nachyleniem	29
Współczynnik strat LID	0%
Niedostępność systemu	0%






NADLE

NICTWO SOLEC KUJAWSKI

STRING DESIGN REPORT


Address: Le na 64, Solec Kujawski, 86-050,
Poland | Sep 21, 2021


1

 SE25K


102%


1.1

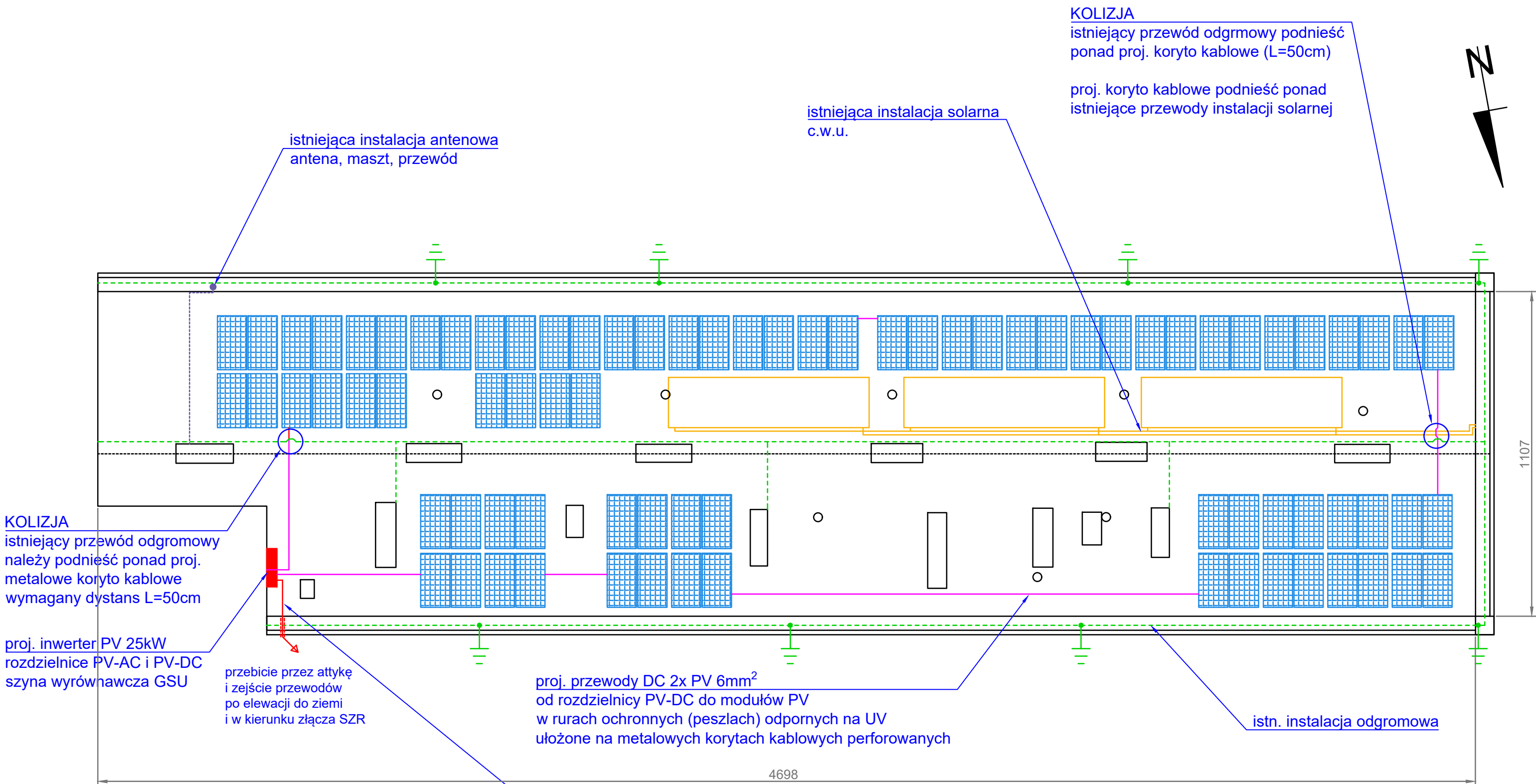
 20 x P801

 40

1.2

 20 x P801

 40



KOLIZJA
istniejący przewód odgromowy
należy podnieść ponad proj.
metalowe koryto kablowe
wymagany dystans L=50cm

proj. inwerter PV 25kW
rozdzielnice PV-AC i PV-DC
szyna wyrównawcza GSU

przebiecie przez attykę
i zejście przewodów
po elewacji do ziemi
i w kierunku złącza SZR

proj. przewody DC 2x PV 6mm²
od rozdzielnicy PV-DC do modułów PV
w rurach ochronnych (peszlach) odpornych na UV
ułożone na metalowych korytach kablowych perforowanych

proj. kabel AC YAKXs 4x120mm², L=120mb
(od złącza SZR do rozdzielnicy PV-AC)
w rurze ochronnej (peszlu) odpornej na UV
ułożony na dachu na metalowym korycie kablowym perforowanym

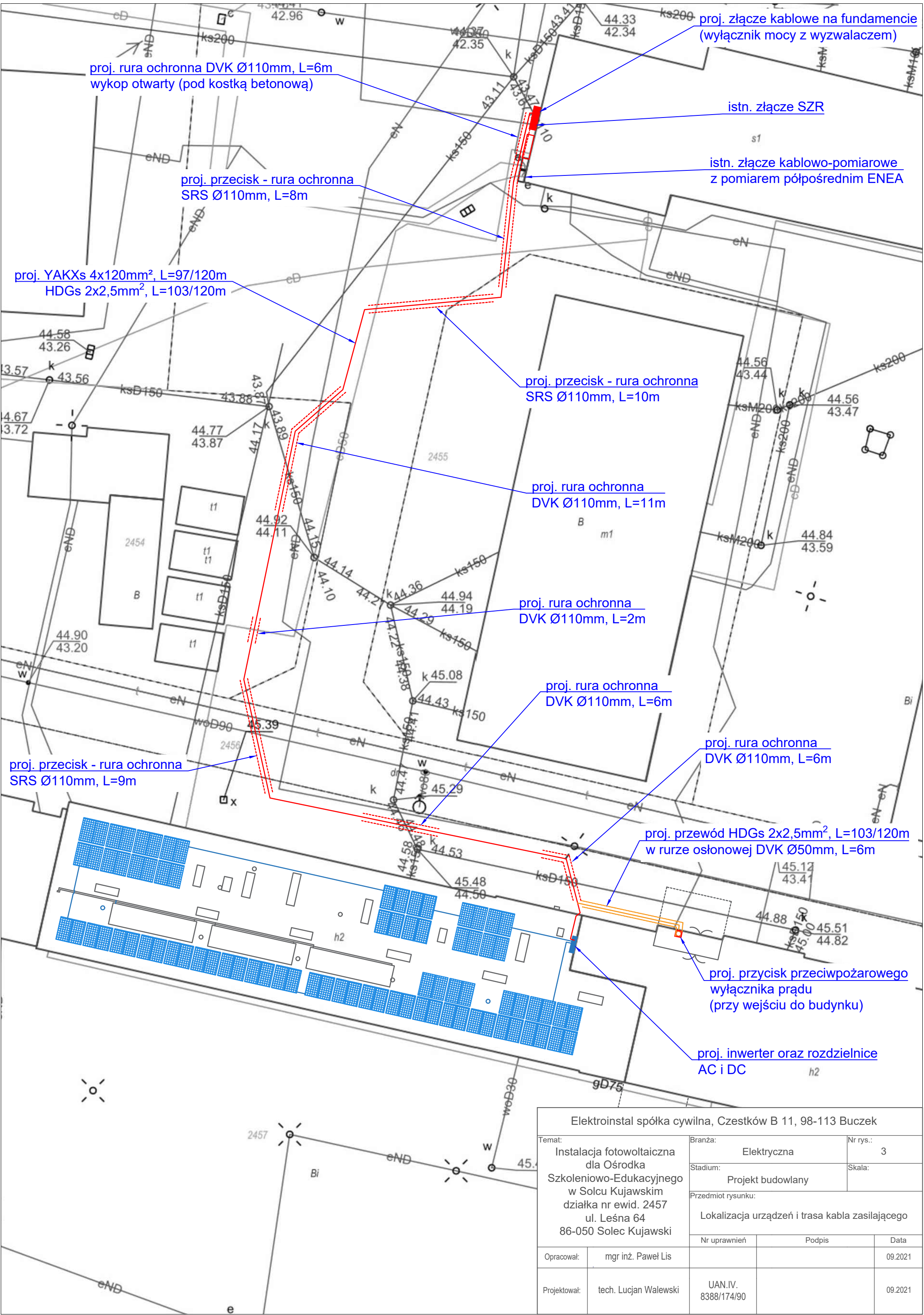
KOLIZJA
istniejący przewód odgromowy podnieść
ponad proj. koryto kablowe (L=50cm)

proj. koryto kablowe podnieść ponad
istniejące przewody instalacji solarnej

istn. instalacja odgromowa

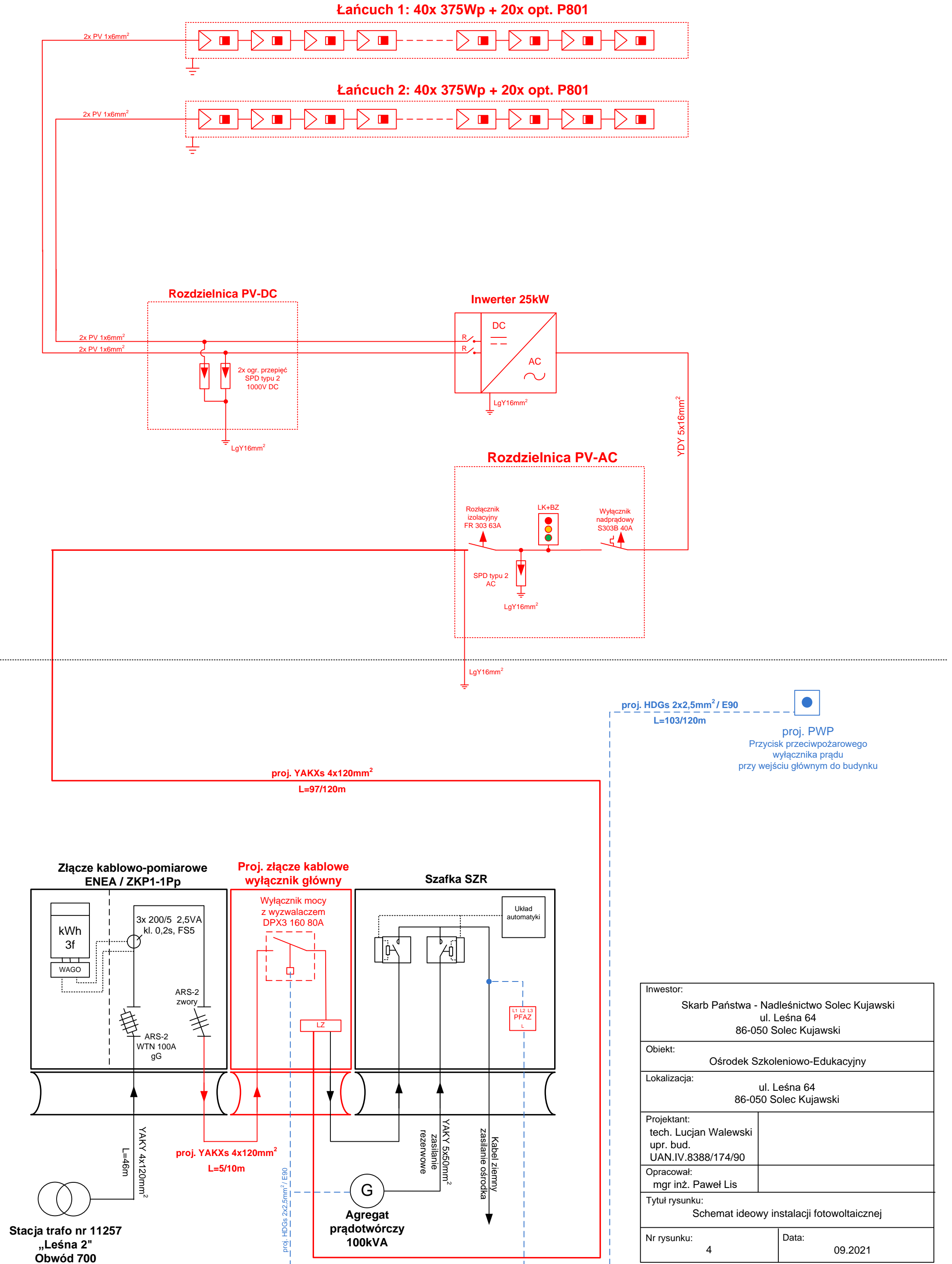
- Legenda:
- proj. trasa przewodu AC - koryta metalowe perforowane
 - proj. przebiecie przez attykę
 - istn. instalacja odgromowa
 - istn. przewody odprowadzające (po elewacji)
 - proj. trasa przewodów DC - PV 6mm² - koryta metalowe perforowane
 - proj. inwerter oraz rozdzielnice PV-AC i PV-DC

Elektroinstal spółka cywilna, Czestków B 11, 98-113 Buczek				
Temat: Instalacja fotowoltaiczna dla Ośrodka Szkoleniowo-Edukacyjnego w Solcu Kujawskim działka nr ewid. 2457 ul. Leśna 64 86-050 Solec Kujawski		Branża:		Nr rys.:
		Elektryczna		2
		Stadium:		Skala:
		Projekt budowlany		
		Przedmiot rysunku:		
		RZUT DACHU lokalizacja instalacji PV oraz trasy kablowe		
		Nr uprawnień	Podpis	Data
Opracował:	mgr inż. Paweł Lis			09.2021
Projektował:	tech. Lucjan Walewski	UAN.IV. 8388/174/90		09.2021



Elektroinstal spółka cywilna, Czestków B 11, 98-113 Buczek				
Temat: Instalacja fotowoltaiczna dla Ośrodka Szkoleniowo-Edukacyjnego w Solcu Kujawskim działka nr ewid. 2457 ul. Leśna 64 86-050 Solec Kujawski		Branża:		Nr rys.:
		Elektryczna		3
		Stadium:		Skala:
		Projekt budowlany		
		Przedmiot rysunku:		
		Lokalizacja urządzeń i trasa kabla zasilającego		
		Nr uprawnień	Podpis	Data
Opracował:	mgr inż. Paweł Lis			09.2021
Projektował:	tech. Lucjan Walewski	UAN.IV. 8388/174/90		09.2021

SCHEMAT IDEOWY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ



WZGLĘD PRZEWODZENI
Sąd Rejonowy
(pieczęć)

Piotrków Tryb 12.XII. 90
dnia 19... r.

Nr UAN.IV.8388(174)90

**DECYZJA O STWIERDZENIU PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO
do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie**

Na podstawie § 2 ust. 2 pkt. 2, 5 ust. 2, 7 i § 13 ust. 1 pkt 4 lit. d

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 (ka) Lucjan Walowski
(imię i nazwisko)

technik elektromechanik

(tytuł naukowy — zawodowy)

urodzony (a) dnia 11 luty 19 48 r. w Strzelnie

posiada przygotowanie zawodowe upoważniające do wykonywania samodzielnej funkcji

projektanta

(rodzaj funkcji)

w specjalności instalacyjno inżynierskiej

(rodzaj specjalności techniczno-budowlanej)

w zakresie sieci i instalacji elektrycznych

(specjalizacja zawodowa)

MA-BUA/14

CWD MA-BUA-14 zam. 10087-Kw-W-76 WDA Zam. 218-KI 50.000 piśm. 71g

obywatel (ka) Lucjan Walewski jest upoważniony (a) do:
(imię i nazwisko)

- sporządzania projektów sieci i instalacji elektrycznych, obejmującej instalacje elektryczne, napowietrzne i kablowe linie energetyczne, stacje i urządzenia elektroenergetyczne o powszechnie znanych rozwiązaniach konstrukcyjnych i schematach technicznych.

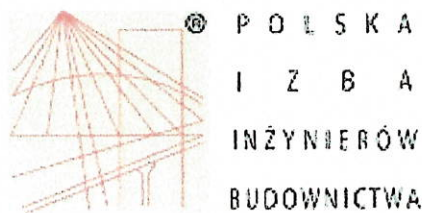


m. p.

Lucjan Walewski

[Signature]
Kierownik Wydziału
[Red stamp]

(podpis i pieczęć)



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

ŁOD-2KH-L9S-9EH *

Pan Lucjan WALEWSKI o numerze ewidencyjnym ŁOD/IE/4842/03
adres zamieszkania Kałduny m. Kałduny 26A, 97-400 Bełchatów
jest członkiem Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2021-05-01 do 2022-04-30.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2021-03-23 roku przez:

Jacek Szer, Zastępca Przewodniczącego Rady Łódzkiej 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.