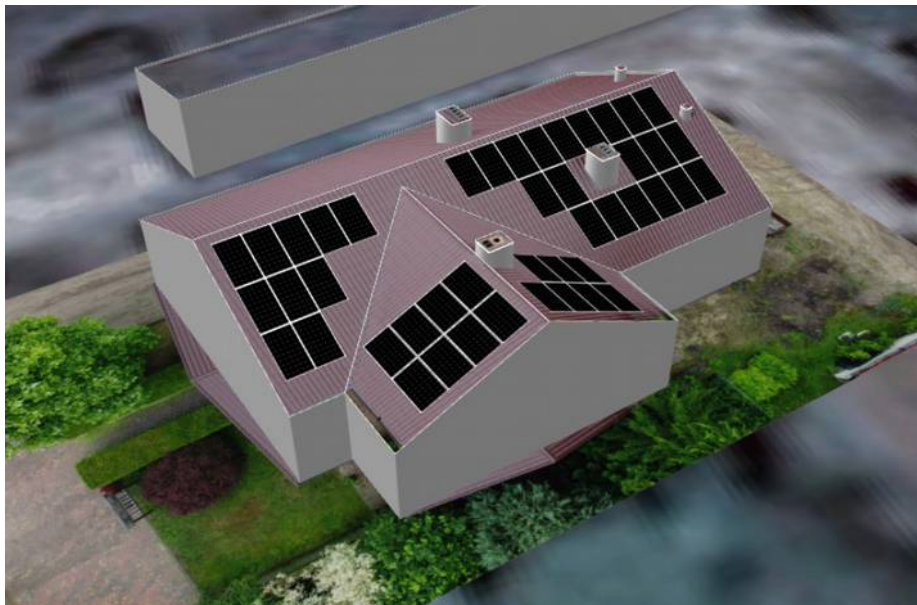


ELEKTROINSTAL spółka cywilna - Dawicki Jan, Lis Paweł
Czestków B nr 11, 98-113 Buczek
tel.: +48 608-310-710
elektroinstal@czuba.pl www.czuba.pl



Rodzaj opracowania	Projekt techniczny instalacji fotowoltaicznej	
Branża	Elektryczna	
Nazwa obiektu	Instalacja fotowoltaiczna obsługująca Szkołę Leśną Runowo Młyn	
Adres inwestycji	działka nr 101/1-LP, obr. Śmiłowo 0015 Runowo Krajeńskie 105, 89-421 Runowo Krajeńskie	
Inwestor	Skarb Państwa – Nadleśnictwo Runowo Runowo Krajeńskie 55, 89-421 Runowo Krajeńskie	
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.....	7
1.5. Moduły fotowoltaiczne.....	8
1.6. Inwerter fotowoltaiczny.....	9
1.7. Optymalizatory mocy.....	11
1.8. Konfiguracja systemu fotowoltaicznego.....	11
1.9. Zabezpieczenia instalacji fotowoltaicznej.....	14
1.10. Instalacja odgromowa, ograniczniki przepięć, uziemienie i połączenia wyrównawcze.....	15
1.11. Inne zabezpieczenia.....	16
1.12. Przewody fotowoltaiczne DC.....	16
1.13. Przewody AC.....	19
1.14. Konstrukcja montażowa.....	20
1.15. Komunikacja i monitoring systemu.....	21
2. Uzysk energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej.....	23
3. Efekt ekologiczny.....	24
4. Ochrona przeciwpożarowa.....	25
5. Ochrona przeciwporażeniowa.....	27
6. Planowany przebieg prac montażowych.....	27
7. Zestawienie elementów systemu fotowoltaicznego.....	29
8. Raport z programu SolarEdge Designer.....	30
9. Część rysunkowa.....	35
9.1. String plan – plan połączeń łańcuchów.....	35
9.2. Rzut dachu.....	36
9.3. Poddasze – więźba dachowa.....	37
9.4. Rzut parteru.....	38
9.5. 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 16,65kWp obsługującej Szkołę Leśną Runowo Młyn w Runowie Krajeńskim.

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

Szkółka Leśna Runowo Młyn zlokalizowana jest pod adresem Runowo Krajeńskie 105 na działce o numerze ewidencyjnym 101/1-LP w obrębie Śmiłowo 0015, w gminie Więcbork w powiecie sępoleńskim, w województwie Kujawsko-Pomorskim.



Na terenie działki znajduje się budynek biurowy, budynek mieszkalny, budynek garażowo-magazynowy oraz budynki gospodarcze. Działka posiada uzbrojenie w podstawowe elementy infrastruktury technicznej – przyłącze elektroenergetyczne i telekomunikacyjne.

Zasilanie i pomiar energii

Zasilanie budynku odbywa się poprzez złącze kablowo-pomiarowe zlokalizowane przy stacji transformatorowej 15/0,4kV w pobliżu wjazdu na teren Szkółki - na zachód od budynku. Rozdzielnica główna zabudowana jest na parterze budynku biurowego. W obiekcie zainstalowany jest układ głównego wyłącznika prądu i wyzwalacza - przycisku przeciwpożarowego wyłącznika prądu zlokalizowanego przy głównym wejściu do budynku.



Przed końcowym uruchomieniem instalacji należy zweryfikować prawidłowość działania przycisku przeciwpożarowego wyłącznika prądu, co winno być potwierdzone protokołem zadziałania. Przycisk przed wejściem głównym należy oznakować tabliczką informacyjną "Przeciwpożarowy wyłącznik prądu".



Aktualna moc umowna dla budynku to 41kW. Istniejący przydział mocy jest wystarczający dla projektowanej instalacji fotowoltaicznej.

Zasilanie i pomiar energii pozostaje bez zmian.

Dach – konstrukcja, pokrycie, kształt

Budynek biurowy (wielofunkcyjny), na którym projektuje się instalację fotowoltaiczną oparty jest na planie litery L z dachem wielospadowym. Główne połacie dachowe skierowane są na północ/południe, a nad częścią południową budynku – wschód/zachód.

Kąt nachylenia dachu to 25°, azymut budynku 168°.

Konstrukcja dachu jest drewniana, mieszana – wewnątrz budynku z gotowych prefabrykowanych dźwigarów wykonanych w technologii Mitek oraz na zewnątrz – tradycyjna, ciesielska, w postaci dźwigarów wspartych od strony wschodniej i zachodniej na drewnianych słupach.

Pokrycie dachu – blachodachówka na łątach i kontrłątach. Pełne deskowanie.



Instalacja odgromowa

Budynek nie posiada instalacji odgromowej.

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 (odbior 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 z 45 monokrystalicznych modułów fotowoltaicznych (PV) o mocy 370Wp każdy. Łączna moc znamionowa instalacji będzie wynosić 16,65 kWp.

Moduły fotowoltaiczne zamontowane zostaną na trzech połaciach dachu, na dedykowanej konstrukcji montażowej. Ze względu na różne azymuty połaci, a także możliwe czasowe zacienienia (kominy, drzewa) oraz bezpieczeństwo pożarowe 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 rozdzielnicy głównej na parterze) za pomocą przewodu 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:

- 45 szt. modułów fotowoltaicznych monokrystalicznych o mocy nominalnej 370Wp każdy;
- 1 szt. trójfazowego inwertera (falownika) fotowoltaicznego, beztransformatorowego o mocy nominalnej 16kW;
- konstrukcji montażowej dedykowanej na dach skośny pokryty blachodachówką, opartej na śrubach dwugwintowych mocowanych poprzez blachę do krokwi oraz na aluminiowych szynach montażowych.

- zabezpieczeń elektrycznych strony prądu stałego DC (ograniczniki przepięć);
- zabezpieczeń elektrycznych strony prądu zmiennego AC (ograniczniki przepięć, wyłączniki nadmiarowoprądowe);
- 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 370Wp. Łączna moc zainstalowana będzie wynosić: 16,65kWp. Dopuszcza się zastosowanie zamiennie modułów o większej mocy i mniejszej ich liczbie pod warunkiem spełnienia wymagania łącznej mocy generatora PV w zakresie od 16,5 do 17,0kWp.

PARAMETRY PROPONOWANEGO MODUŁU W WARUNKACH STC

Parametr	Symbol	Wartosc
Moc maksymalna	P _{pv}	370 W _p
Napięcie obwodu otwartego	V _{oc}	40,81 V
Prąd zwarciov	I _{sc}	11,54 A
Napięcie w punkcie mocy maksymalnej	V _{mpp}	34,42 V
Natężenie prądu w punkcie mocy maksymalnej	I _{mpp}	10,75 A
Sprawność	I _m	20,00%
Współczynnik temp. mocy	P _{max}	-0,347%/°C
Współczynnik temp. napięcia obwodu otwartego	V _{oc}	-0,263%/°C
Współczynnik temp. prądu zwarciov	I _{sc}	0,057%/°C
Maksymalne napięcie systemu	V _{max. pv}	1000 V
Dopuszczalny maksymalny prąd wsteczny	I _{rev. max. pv}	20 A
Maksymalne obciążenie mechaniczne (śnieg)	ML _s	5400 Pa
Maksymalne obciążenie mechaniczne (wiatr)	ML _w	2400 Pa
Zakres temp. pracy modułu	T _{min. pv} - T _{max. pv}	od -40 do +85°C
Wymiary	W x SZ x G	1765mm x 1048mm x 35mm
Współczynnik wypełnienia	FF	0,79%
Waga		21,0kg

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. Inwerter fotowoltaiczny

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 SE16K przeznaczony jest do współpracy z 3-fazową instalacją elektryczną i charakteryzuje się następującymi parametrami:

PARAMETRY WYJŚCIOWE AC

Parametr	Symbol	Wartosc
Moc znamionowa AC	Pac	16 000 W
Maksymalny prąd wyjściowy	Iac max.	25,5 A
Napięcie sieciowe	Vac	230/400 V
Zakres częstotliwości	f	45 – 55 Hz

PARAMETRY WEJŚCIOWE DC

Parametr	Symbol	Wartosc
Maksymalna moc wejściowa	Pdc max.	W
Maksymalny prąd wejściowy	Idc max.	21 600 A
Znamionowe napięcie wejściowe	Vdc	750 V
Maksymalne napięcie wejściowe	Vdc max.	1000 V
Liczba MPPT	Lmppt	1
Liczba łańcuchów na MPPT	Lstring mppt	2
Zakres napięć MPP	Vmpp min. - Vmpp max.	750 - 750V

Falowniki Solaredge objęte są 12-letnią gwarancją producenta i posiadają podstawowe certyfikaty potwierdzające zgodności 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

Inwertery posiadają zabezpieczenie przed pracą wyspową, zabezpieczenie przed odwróconą biegunowością, zintegrowane zabezpieczenie przed łukiem elektrycznym oraz wyposażone są w certyfikowane wewnętrzne wyłączniki różnicowo-prądowe (RCD), które chronią przed porażeniem prądem elektrycznym oraz zagrożeniem pożarowym w przypadku awarii modułu PV, przewodów lub falownika. Falowniki wykrywają uszkodzenia izolacji i usterki uziemienia.

Projektowany inwerter należy zainstalować na parterze w pobliżu rozdzielnic głównej, zgodnie z rysunkiem nr 4. 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.

Dla optymalnego wykorzystania układu dachów zaprojektowano 45 szt. optymalizatorów mocy SolarEdge P401 – pojedynczo dla każdego z modułów fotowoltaicznych tworząc w ten sposób 2 łańcuchy modułów o długości 25 i 20 sztuk.

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 16,65 kW. Z kolei moc AC instalacji fotowoltaicznej, równa mocy wyjściowej falowników, jest równa 16 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]

$$-0,263\% \times 40,81V = -0,107\ V / ^\circ C$$

Zmiana napięcia na 1°C wynosi 0,107V. 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]

$$40,81 + (0,101 \times 50) = 45,86 \text{ V}$$

Obliczone napięcie jest równe 45,86V.

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]

$$34,42 - (0,107 \times 45) = 29,6 \text{ V}$$

Obliczone napięcie jest równe 29,6 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 P401 odpowiednio:

$$L_{\min} = 16 \text{ szt.}, \quad L_{\max} = 50 \text{ szt.}$$

Natomiast maksymalna moc łańcucha może wynosić $P_{\max} = 13\,500\text{W}$, gdy różnica między łańcuchami jest mniejsza niż $2\,000\text{W}$.

W instalacji zaprojektowano dwa łańcuchy modułów o długościach:
25szt. i 20szt.

Zakładając pracę modułu w temperaturze -25°C , moc maksymalna modułu może wynieść:

$$50^{\circ}\text{C} \times 0,347\%/^{\circ}\text{C} = 17,35\%$$

$$370\text{W} \times 117,35\% = 434,2\text{W}$$

Moc maksymalna łańcucha 25 szt. modułów wyniesie $10\,855\text{ W} < 13\,500\text{W}$

1.9. Zabezpieczenia instalacji fotowoltaicznej

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

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

- rozłącznik izolacyjny FR
- ogranicznik przepięć SPD typu 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 32A

Przewód zasilający rozdzielnicę AC typu YDY $5 \times 10\text{mm}^2$ należy wpiąć w rozdzielnicę główną budynku za głównym rozłącznikiem mocy EATON LN 2, wykorzystując w tym celu jeden z dostępnych, rozłączników bezpiecznikowych kasetowych (RBK-00), oznaczonych jako "rezerwa". Rozłącznik wyposażyć we wkładki bezpiecznikowe typu WT-00 gG/gL 40A. Sprawdzić prawidłowe połączenie – przewody zasilające RBK-00. Zweryfikować prawidłowe działanie rozłącznika głównego oraz zadziałanie przycisku wyzwalającego (przeciwpożarowego wyłącznika prądu przed wejściem do budynku). Prawidłowa konfiguracja spowoduje automatyczne wyłączenie napięcia falownika i w konsekwencji również zmniejszenie napięcia DC przez optymalizatory do napięcia bezpiecznego.

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

a) Zewnętrzna instalacja odgromowa

Budynek, na którym planowany jest montaż instalacji fotowoltaicznej nie posiada instalacji odgromowej. Nie projektuje się wykonania instalacji odgromowej.

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 rozdzielnicy głównej obiektu zainstalowane są ograniczniki przepięć AC typu I+II.

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej przewiduje się zastosowanie ograniczników przepięć DC typu 2 przystosowanych do pracy z napięciem minimum 900V – po jednym dla każdego łańcucha modułów, oraz ograniczników przepięć AC typu 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 wynosi jest stałe i wynosi 750V. Dla projektowanej instalacji dobrano ograniczniki przepięć DC DEHN 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.

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej przewiduje się wykonanie połączeń wyrównawczych pomiędzy konstrukcją wsporczą a modułami fotowoltaicznymi, a także wykonanie oddzielnego uziemienia tej konstrukcji z zastosowaniem odpowiednich zacisków. Do wykonania uziemienia należy zastosować przewód miedziany o przekroju minimum 16 mm^2 lub drut stalowy ocynkowany FeZN $\varnothing 8 \text{ mm}$. Do wykonania połączeń między konstrukcją wsporczą, a ramami modułów PV należy użyć podkładek uziemiających przebijających.

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 uziemiającej. W razie potrzeby uziomy rozbudować. Uzyskane wartości potwierdzić protokołem pomiarów.

1.11. Inne zabezpieczenia

Falownik zastosowany w 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”.

1.12. 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 inwetera. 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 solarnego 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]

U² – napięcie w punkcie mocy maksymalnej w łańcuchu fotowoltaicznym [V]

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

Najdłuższy łańcuch to 25szt. Modułów – P_{PV} = 9,25kW

Sumaryczna długość przewodu najdłuższego obwodu– L_{DC} = 94m

Napięcie w łańcuchu – U = 750V

$$A_{DC} = (9250 \cdot 94) / (750^2 \cdot 54 \cdot 0,01) = 2,86mm^2$$

Dobraný przewód fotowoltaiczny DC powinien mieć przekrój minimum 2,86 mm².

W projektowanym systemie fotowoltaicznym przewidziano zastosowanie przewodów DC

o przekroju 6mm². Zaleca się stosować przewody o kolorystyce czerwonej i czarnej odpowiednio dla przewodów bieguna dodatniego (+) oraz ujemnego (-).

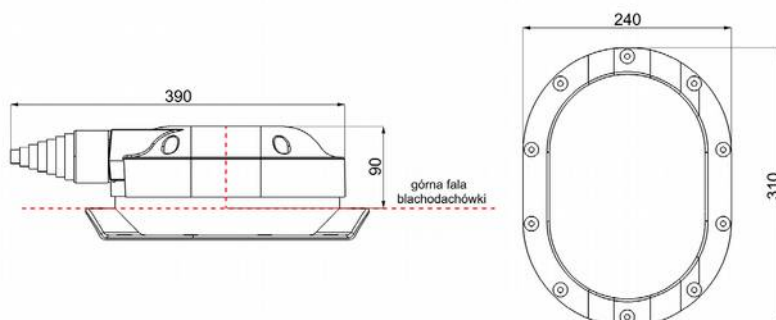
Należy unikać tworzenia się pętli przewodów, w których mogłoby indukować się napięcie. Przewód dodatni prowadzić blisko ujemnego nawet kosztem większego zużycia przewodów. Układanie przewodów prowadzić starannie, aby uniknąć ocierania kabli o ostre krawędzie otworów i nie załamywać ponad dopuszczone promienie zgięcia. Przewody należy zabezpieczyć przed drganiami, przesunięciami i tarcieniem 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, np. przez poprowadzenie ich w rurkach ochronnych odpornych na warunki atmosferyczne.

Przewody po dachu należy prowadzić w liniach prostych, w pionie do kalenicy i w poziomie wzdłuż kalenicy – zgodnie z rys. nr 2 (rzut dachu). Unikać układania przewodów w poziomie na innej wysokości dachu niż wzdłuż kalenicy ze względu na możliwość zerwania przewodów przez zsuwający się z dachu śnieg.

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 dachu należy prowadzić w rurach osłonowych odpornych na UV, wewnątrz budynku – w rurach osłonowych lub w kanałach kablowych.

Przejście przewodów DC przez dach należy wykonać przy użyciu dedykowanego wodoszczelnego przejścia solarnego lub odpowiednio dobranego do istniejącej blachodachówki kominka wentylacyjnego. Produkt musi zapewniać szczelność i być odporny na uszkodzenia mechaniczne i promienie UV.



1.13. 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.

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)

$P_{AC} = 45 \text{ szt.} \cdot 277 \text{ W} = 12\,465 \text{ W}$ (moc generatora w warunkach NOCT)

$L_{AC} = 5 \text{ m}$ (od inwertera do miejsca przyłączenia)

$k = 54$ (dla miedzi – kabel typu YDY)

strata dopuszczalna - 1,0%

$$(12\,465 \cdot 5) / (400^2 \cdot 54 \cdot 0,01) = 0,72 \text{ mm}^2 < 10 \text{ mm}^2$$

Obciążalność prądowa kabla YDY 5x10mm² wynosi $I_z = 46 \text{ A}$.

Obliczeniowy maksymalny prąd roboczy dla mocy 17 kW wynosi

$$I_B = 17 / (1,73 \cdot 0,4 \cdot 0,95) = 25,86 \text{ A}$$

Prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego $I_N = 40 \text{ A}$.

Sprawdzenie doboru kabla:

$$I_B = 25,86 \text{ A} < I_N = 40 \text{ A} < I_Z = 46 \text{ A} - \text{warunek spełniony}$$

$$I_2 = 1,6 \cdot I_N = 64 \text{ A} \quad 64 \text{ A} < (1,45 \cdot 46 \text{ A}) = 66,7 \text{ A} - \text{warunek spełniony}$$

W wyniku obliczeń w projektowanym systemie fotowoltaicznym przewidziano zastosowanie po stronie AC pomiędzy miejscem przyłączenia (rozdzielnicą główną), a rozdzielnicą PV-AC miedzianego kabla typu YDY x10mm².

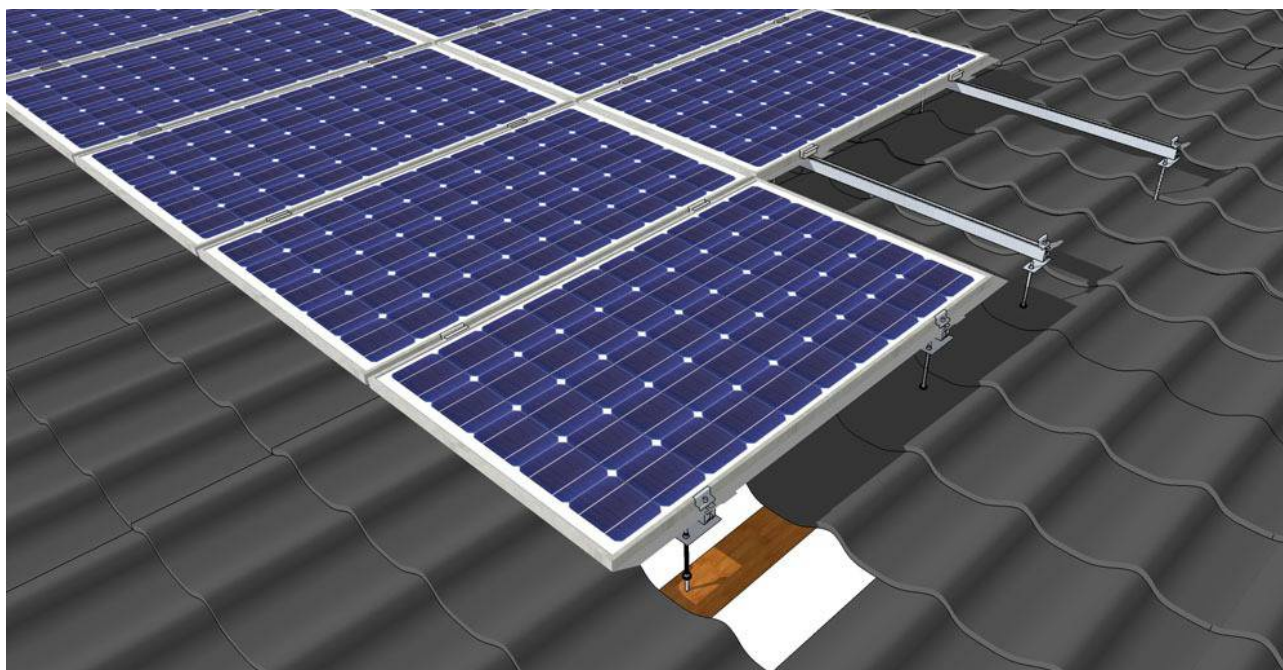
Dla połączeń między inwerterem a zabezpieczeniami w rozdzielnicy PV-AC należy użyć przewodu miedzianego YDYżo 5x10mm² – zgodnie ze schematem.

Kabel YDY 5x10mm² wewnątrz budynku między rozdzielnicą główną RG a rozdzielnicą PV-AC, oraz kable DC między falownikiem a rozdzielnicą PV-DC prowadzić zgodnie z obowiązującymi przepisami w kanałach kablowych lub rurach osłonowych. Zadbaj o estetykę wykonania.

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

1.14. Konstrukcja montażowa

Dla projektowanej instalacji fotowoltaicznej proponuje się zastosowanie konstrukcji montażowej dedykowanej na dach skośny pokryty blachą, opartej na śrubach dwugwintowych mocowanych poprzez blachę do krokwi oraz na aluminiowych szynach montażowych.



Należy stosować śruby dwugwintowe wykonane ze stali nierdzewnej, wyposażone w uszczelkę z gumy EPDM.



Po montażu śrub dwugwintowych zweryfikować szczelność pokrycia dachowego i w razie potrzeby, wszelkie powstałe szczeliny wypełnić za pomocą odpowiedniego uszczelniacza (pasty dekarskiej, silikonu dekarского, masy bitumicznej etc.). Miejsca możliwej korozji zabezpieczyć antykorozyjnie.

Do śrub dwugwintowych należy przymocować szyny montażowe zgodnie z instrukcją producenta (np. poprzez odpowiednie adaptery montażowe). Szyny należy łączyć ze sobą przy użyciu odpowiednich łączników i z zastosowaniem dylatacji ze względu na rozszerzalność cieplną.

Przed wykonaniem montażu zlokalizować krokwie oraz dokładnie zaplanować miejsca montażu punktów podparcia (śrub dwugwintowych).

Maksymalny nawis modułu za mocowanie, bez podparcia to 30cm.

Należy również zwrócić uwagę na odpowiednie oddalenie płaszczyzny bocznej zestawu paneli od granicy dachu, ze względu na siłę ssącą wiatru i tworzenie się worków śnieżnych. Minimalna odległość od dolnej i bocznych krawędzi dachu to 30cm.

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

1.15. Komunikacja i monitoring systemu

Ze względu na brak infrastruktury teleinformatycznej projekt zakłada podłączenie falownika do sieci internetowej poprzez interfejs GSM (kartę SIM). Proponowane rozwiązanie to instalacja routera z modemem GSM (slotem na kartę SIM) i conajmniej 1 portem LAN, do którego przewodem sieciowym (ethernet) należy podłączyć inwerter. Ewentualną opcjonalną konfigurację sieciową uzgodnić z osobą odpowiedzialną za informatykę Nadleśnictwa.

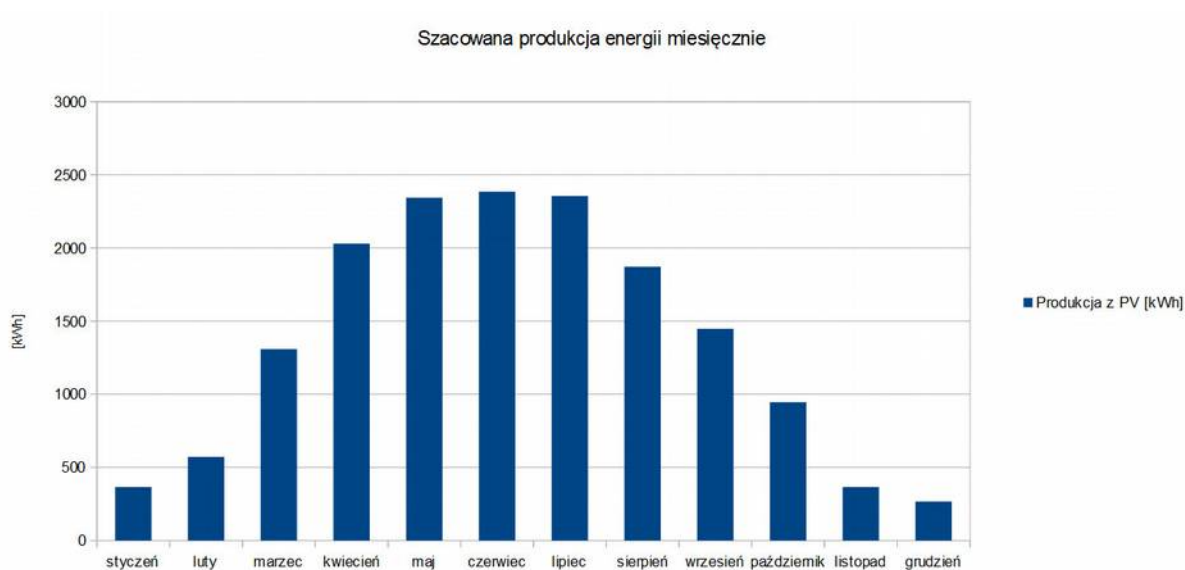
Inwestorowi należy zapewnić monitoring instalacji fotowoltaicznej poprzez dedykowane rozwiązanie producenta (w przypadku firmy SolarEdge jest to platforma internetowa monitoring.solaredge.com).

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	366
Luty	572
Marzec	1 309
Kwiecień	2 030
Maj	2 343
Czerwiec	2 385
Lipiec	2 355
Sierpień	1 872
Wrzesień	1 448
Październik	945
Listopad	366
Grudzień	266
SUMA:	16 257

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: 16 257 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: 16 257 kWh

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

Prognozowana produkcja energii przez system PV rocznie [kWh]			E = 16257
REDUKCJA EMISJI			
Rodzaj zanieczyszczenia	Wskaźnik emisyjności w_e	Jednostka	Redukcja emisji [kg/rok] $e = E * w_e$
CO₂	0,719	kg/kWh	11688,78
SO _x /SO ₂	0,000511	kg/kWh	8,31
NO _x /NO ₂	0,000576	kg/kWh	9,36
CO	0,000233	kg/kWh	3,79
Pył całkowity	0,000029	kg/kWh	0,47

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 (25x P401): $U_{DC1} = 25V$ < 50 V

dla łańcucha 2 (20x P401): $U_{DC2} = 20V$ < 50 V

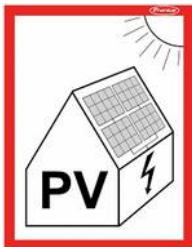
czyli poniżej poziomu napięcia bezpiecznego, które dla prądu stałego wynosi 50 V.

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 rozdzielnicę 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 inwertera 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.

Zaprojektowany falownik wyposażony jest w certyfikowany wewnętrzny wyłącznik różnicowo-prądowy (RCD), który chroni przed porażeniem prądem elektrycznym. Falownik wykrywa i sygnalizuje 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, przez poddasze oraz do miejsca instalacji inwertera,
- Montaż paneli fotowoltaicznych,

- Wykonanie instalacji strony AC od inwertera do rozdzielnic głównej
- Montaż inwertera i zabezpieczeń strony DC i AC
- Uziemienie systemu fotowoltaicznego
- Połączenie modułów z inwerterami
- Wykonanie instalacji teleinformatycznej
- Wykonanie pomiarów instalacji
- Sprawdzenie pracy układu

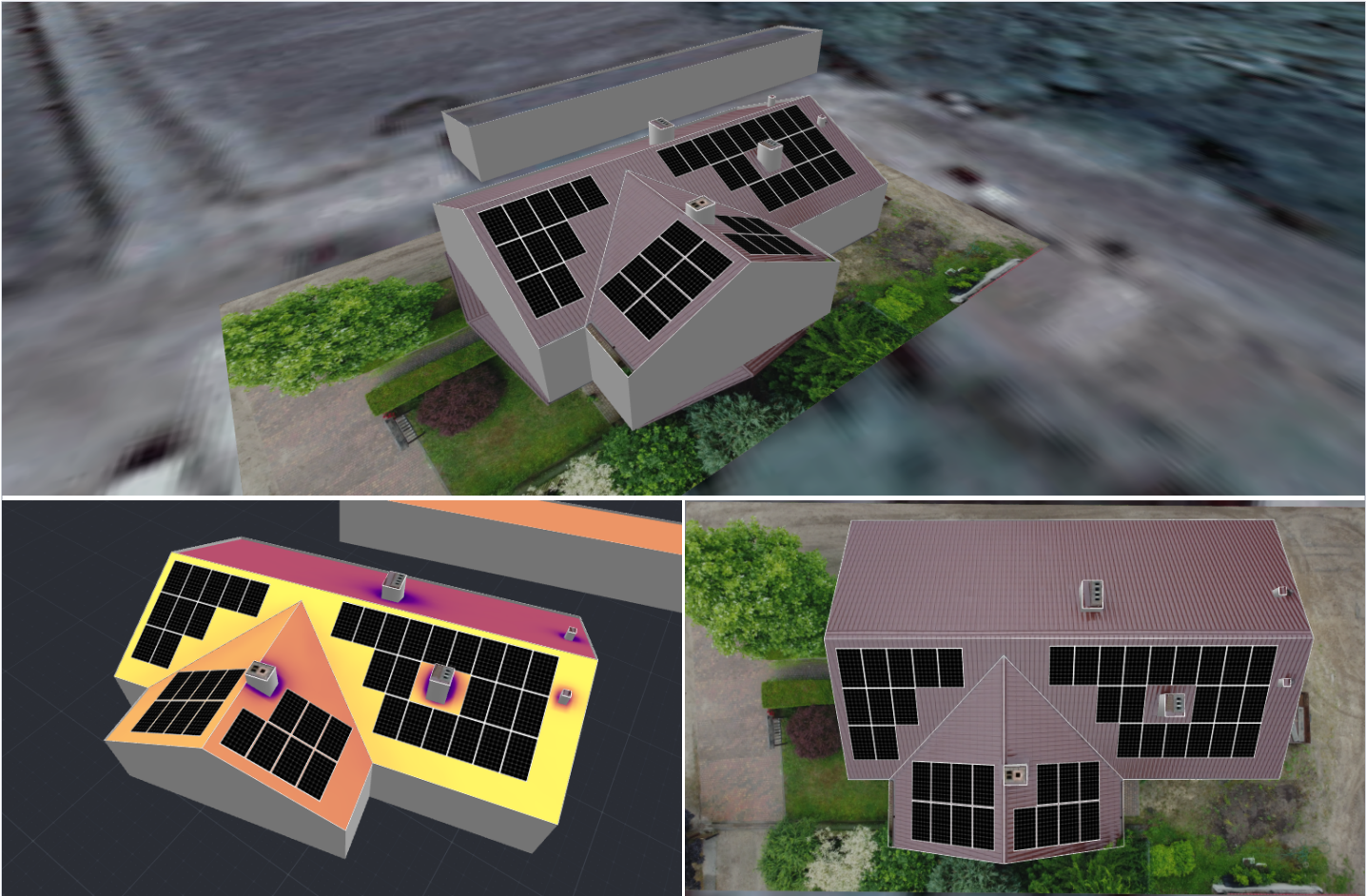
7. Zestawienie elementów systemu fotowoltaicznego

Zestawienie najistotniejszych elementów projektowanej instalacji fotowoltaicznej

Lp.	Element	Liczba	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny 370Wp	45	szt
2	Inwerter SolarEdge SE 16K	1	szt.
3	Optymalizator SolarEdge P401	45	szt.
4	Konstrukcja montażowa	1	kmpl.
5	Rozdzielnica PV-DC (wg schematu)	1	kmpl.
6	Rozdzielnica PV-AC (wg schematu)	1	kmpl.
7	Wkładki bezpiecznikowe WT-00 gG/gL 40A	3	szt.
8	Przejście solarne dachowe (kominek)	1	szt.
9	Kabel AC YDY 5x10mm ²	8	m.
10	Przewody fotowoltaiczne DC 1x6mm ²	110	m.
11	Przewód uziemiający PE LgY 16mm ²	wg potrzeb	
12	Taśma stalowa (bednarka) FeZn 25x4mm	wg potrzeb	
13	Uziom składany (sonda)	wg potrzeb	

RUNOWO KRAJEŃSKIE - SZKÓŁKA MŁYN (2)

105, Runowo Krajeńskie, 89-421, Poland | 3 wrz 2021



PODSUMOWANIE SYSTEMU

45 Moduły PV

1 Falowniki

45 Optymalizatory

PODSUMOWANIE FINANSOWE

Wartość systemu

Jednostkowy koszt wytworzenia energii (LCOE)

RUNOWO KRAJEŃSKIE - SZKÓŁKA MŁYN (2)

105, Runowo Krajeńskie, 89-421, Poland | 3 wrz 2021

rok założenia 1957
Elektroinstal

WYNIKI SYMULACJI



Zainstalowana Moc DC

16,65 kWp

Maksymalna Osiągalna Moc
AC

15,42 kW



Roczna Produkcja Energii

16,26 MWh



Redukcja Emisji CO2

12,57 t

Ekwiwalent Posadzonych
Drzew

577



Max Osiągalna Moc DC

15,42 kW



Przewymiarowanie DC/AC

96 %



Max Osiągalna Moc AC

16,00 kW



Wskaźnik Wydajności



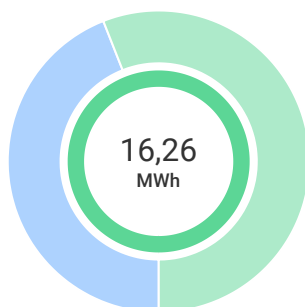
86 %






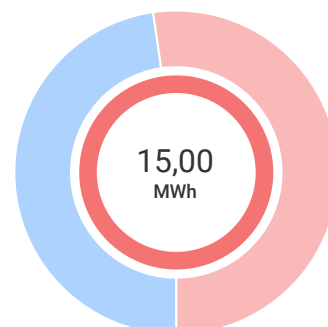
Indeks Wydajności

976 kWh/kWp

PRODUKCJA SYSTEMU

 Całkowita produkcja - 100 %
16,26 MWh Pobór własny - 44 %
7,16 MWh Eksport - 56 %
9,10 MWh

POBÓR

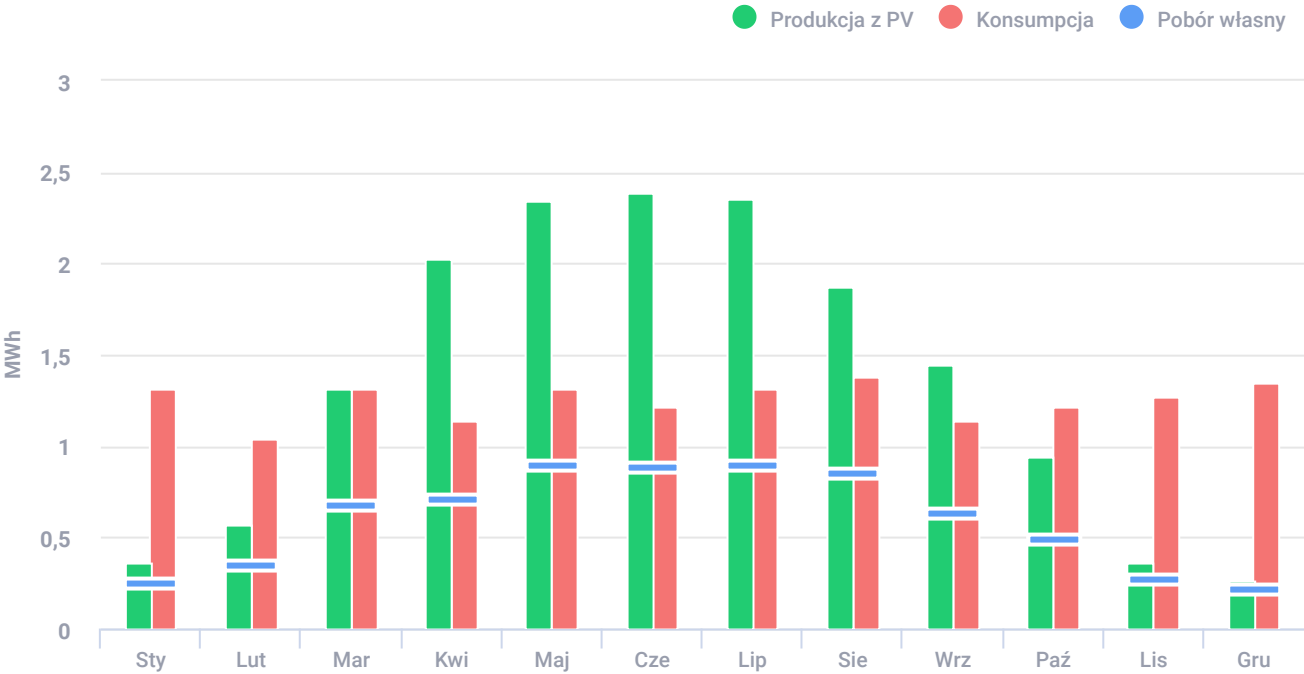
 Całkowite zużycie - 100 %
15,00 MWh Pobór własny - 48 %
7,16 MWh Import - 52 %
7,84 MWh

RUNOWO KRAJEŃSKIE - SZKÓŁKA MŁYN (2)

105, Runowo Krajeńskie, 89-421, Poland | 3 wrz 2021



SZACOWANA ENERGIA MIESIĘCZNIE



Całkowita obciążona energia: 0%

MODUŁY PV

# Moduł	Model	Szczytowa wartość mocy	Typ montażu	Orientacja	AzymutNachylenie
30	Sharp, NU-JC370	11,1 kWp			168° 25°
8	Sharp, NU-JC370	3 kWp			258° 25°
7	Sharp, NU-JC370	2,6 kWp			78° 25°
Całkowity: 45		16,7 kWp			

LISTA MATERIAŁÓW (BOM)

Pozycja	Ilość
SE16K	1
P401	45
NU-JC370	45

RUNOWO KRAJEŃSKIE - SZKÓŁKA MŁYN (2)
105, Runowo Krajeńskie, 89-421, Poland | 3 wrz 2021



PROJEKT ELEKTRYCZNY








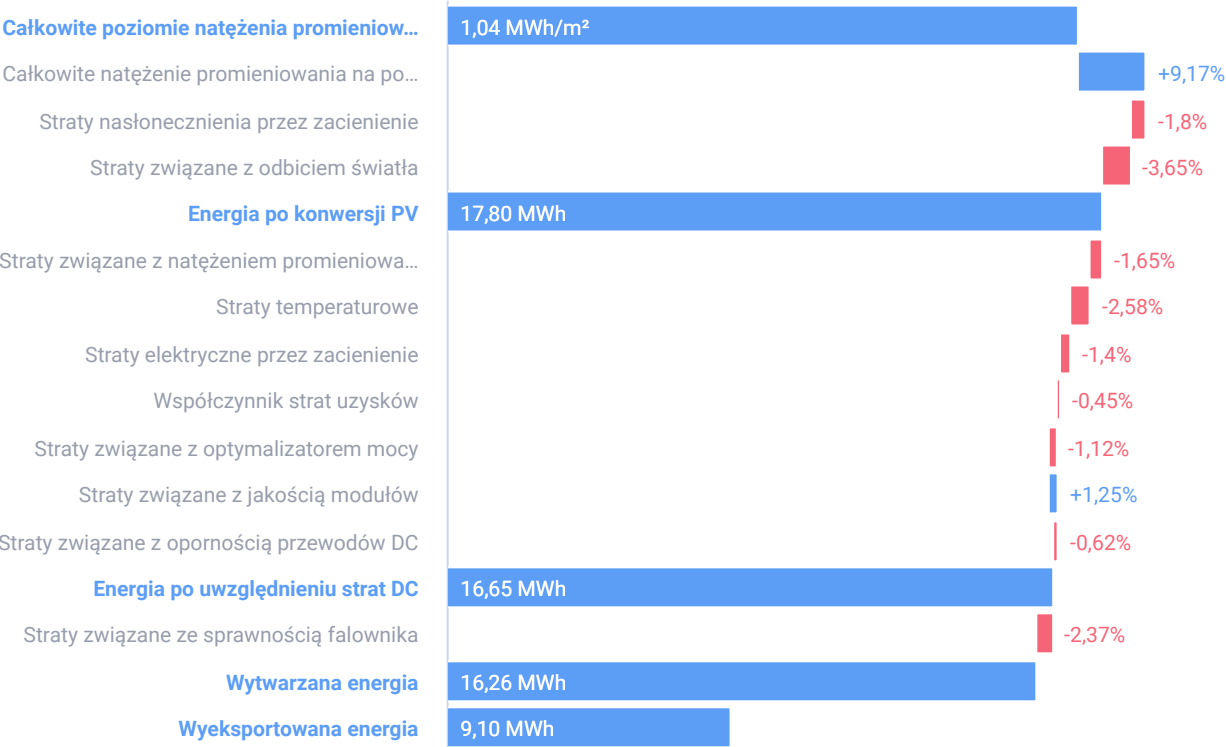
Falowniki i baterie	Łańcuchy na falownik	Optymalizatory na łańcuch	Moduły PV na łańcuch
<div><div></div><div>1 x SE16K 15.42kW 96%</div></div>	<div><div></div>1 x łańcuch</div> <div><div></div>1 x łańcuch</div>	<div><div></div>20 x P401</div> <div><div></div>25 x P401</div>	<div><div></div>20</div> <div><div></div>25</div>

DIAGRAM STRAT SYSTEMU



RUNOWO KRAJEŃSKIE - SZKÓŁKA MŁYN (2)
105, Runowo Krajeńskie, 89-421, Poland | 3 wrz 2021



PARAMETRY SYMULACJI



LOKALIZACJA I SIEĆ

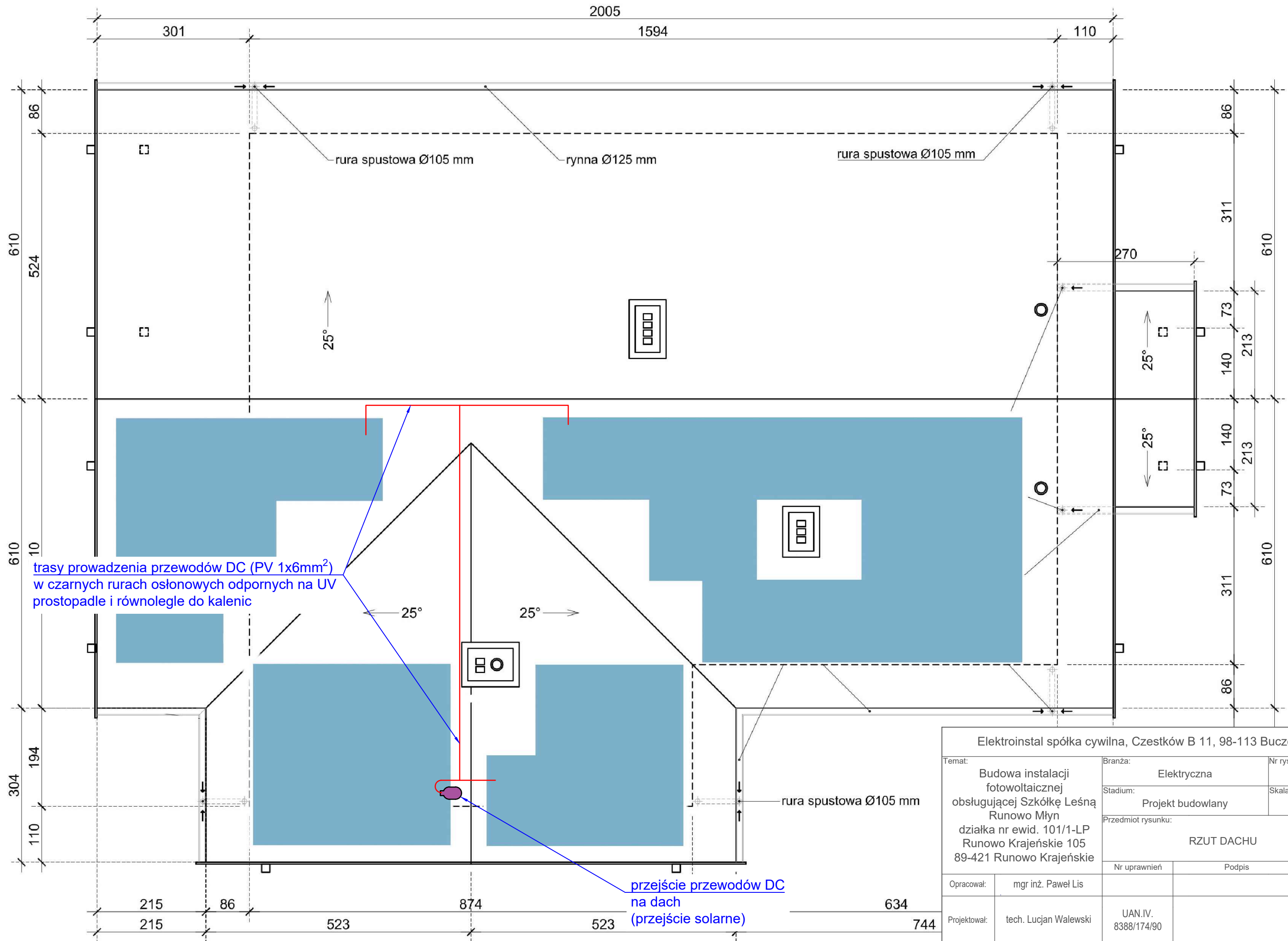
Strefa czasowa	CEST (Warsaw)
Stacja pogodowa	Bydgoszcz (39,83 km stąd)
Wysokość geograficzna stacji	46 m
Źródło danych stacji	Meteonorm 7.1
Sieć	400V L-L, 230V L-N



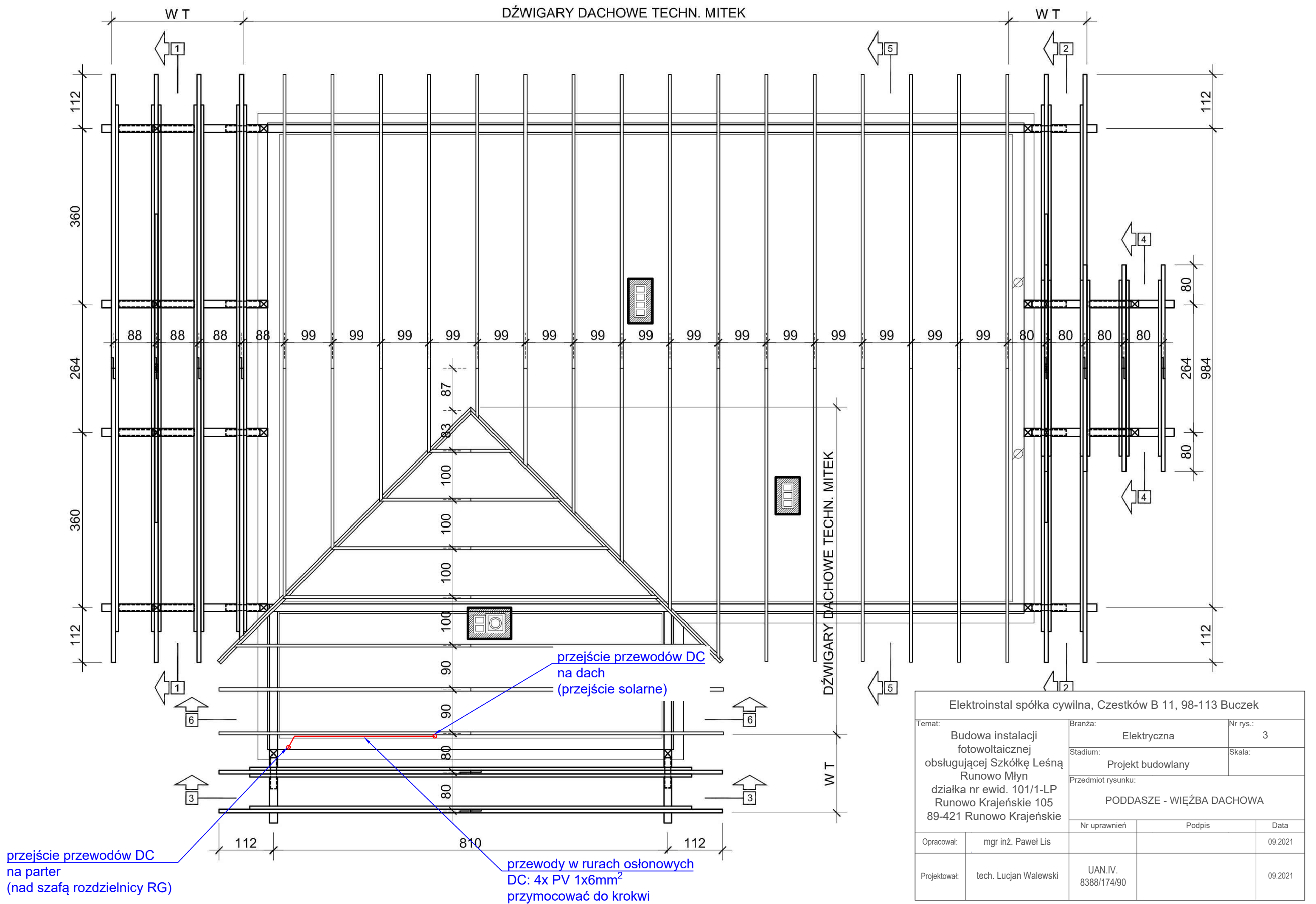
WSPÓŁCZYNNIKI STRAT

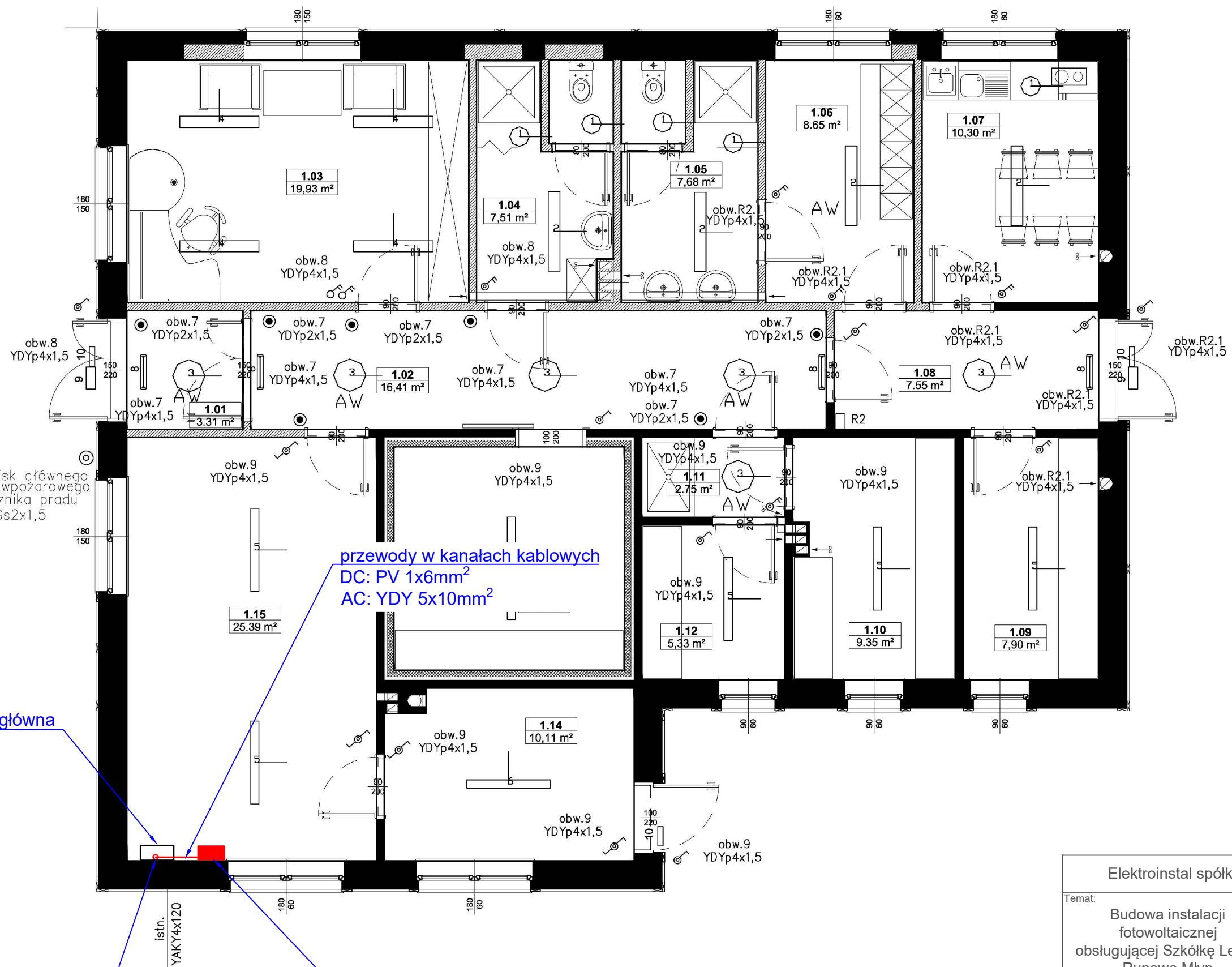
Pobliskie zacienienie	Włącz
Albedo	0,20
Zabrudzenia i śnieg	0%
Modyfikator kąta padania (IAM), ASHRAE b0 Param.	0,05
Współczynnik strat cieplnych U _c (stałe) Montaż zintegrowany	20
Współczynnik strat cieplnych U _c (stałe) Montaż z nachyleniem	29
Współczynnik strat LID	0%
Niedostępność systemu	0%





Elektroinstal spółka cywilna, Częstków B 11, 98-113 Buczek				
Temat: Budowa instalacji fotowoltaicznej obsługującej Szkołę Leśną Runowo Młyn działka nr ewid. 101/1-LP Runowo Krajeńskie 105 89-421 Runowo Krajeńskie		Branża: Elektryczna		Nr rys.: 2
		Stadium: Projekt budowlany		Skala:
		Przedmiot rysunku: RZUT DACHU		
		Nr uprawnień	Podpis	Data
Opracował:	mgr inż. Paweł Lis			09.2021
Projektował:	tech. Lucjan Walewski	UAN.IV. 8388/174/90		09.2021





istn. rozdzielnica główna (RG)

przejście przewodów DC na poddasze (nad szafą rozdzielnic RG)

przewody w kanałach kablowych
DC: PV 1x6mm²
AC: YDY 5x10mm²

proj. inwerter SE16K oraz rozdzielnice PV-AC i PV-DC

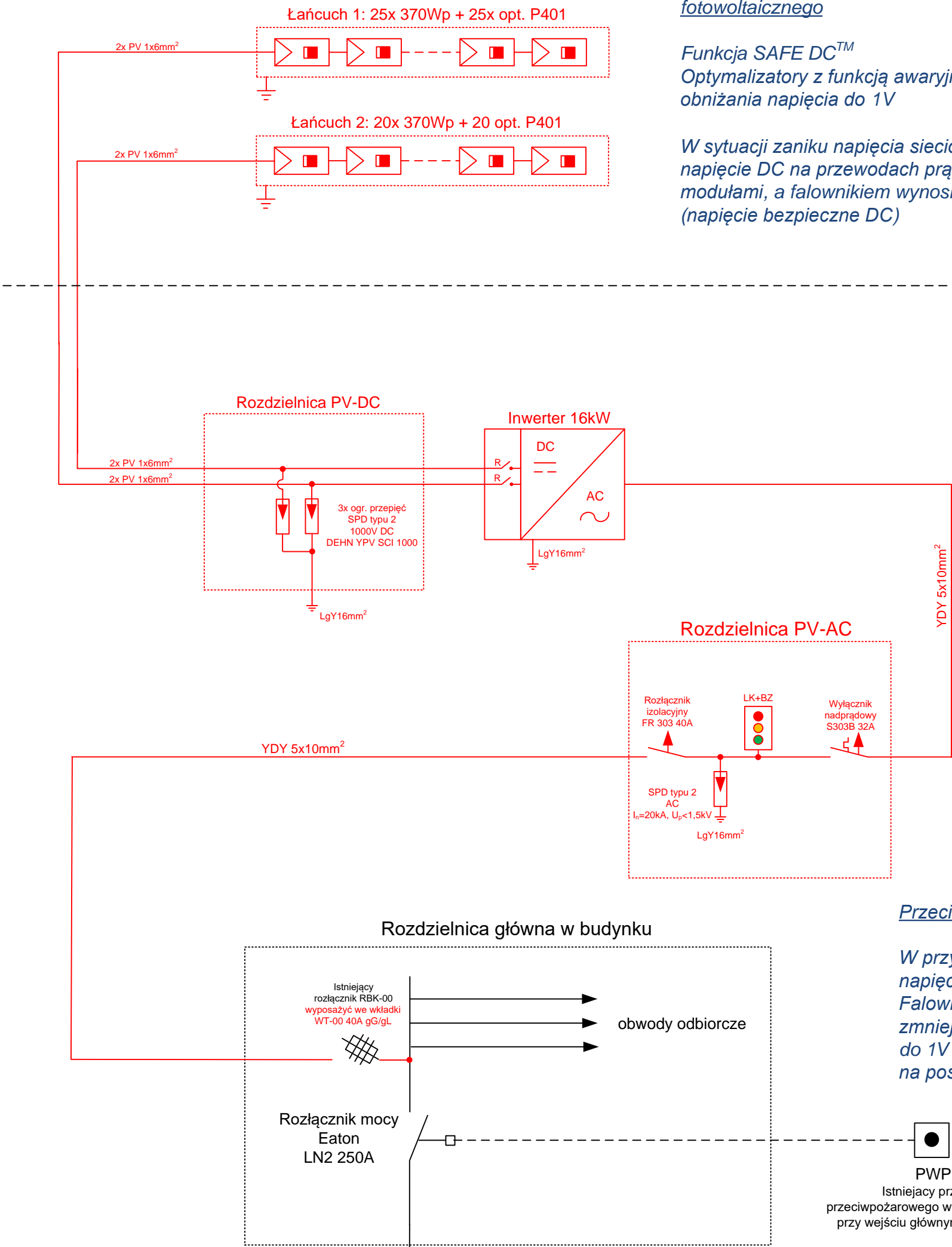
Elektroinstal spółka cywilna, Czestków B 11, 98-113 Buczek				
Temat: Budowa instalacji fotowoltaicznej obsługującej Szkołę Leśną Runowo Młyn działka nr ewid. 101/1-LP Runowo Krajeńskie 105 89-421 Runowo Krajeńskie		Branża:		Nr rys.:
		Elektryczna		4
		Stadium:		Skala:
		Projekt budowlany		
		Przedmiot rysunku:		
		RZUT PARTERU		
		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

Optymalizatory mocy dla każdego modułu fotowoltaicznego

Funkcja SAFE DC™
Optymalizatory z funkcją awaryjnego obniżania napięcia do 1V

W sytuacji zaniku napięcia sieciowego napięcie DC na przewodach prądu stałego między modułami, a falownikiem wynosi $U_{DC} < 50V$ (napięcie bezpieczne DC)



DACH
PARTER

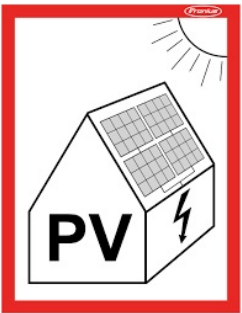
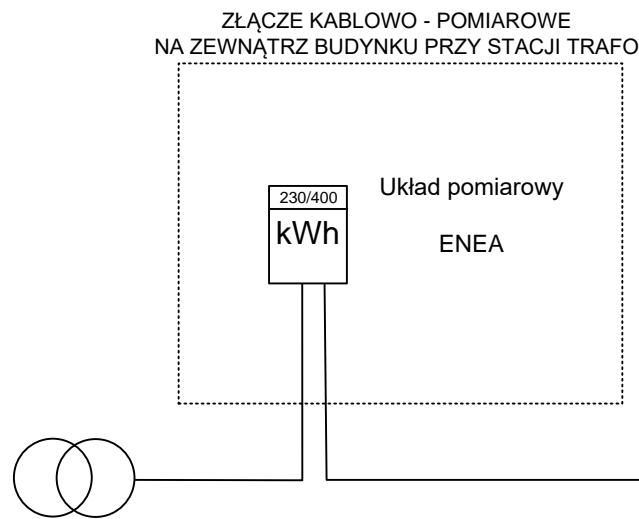
Instalacja typu On-grid.

Inwerter sieciowy z zabezpieczeniem przed pracą wyspą.

W razie zaniku napięcia sieci energetycznej (poprzez awaryjne lub celowe wyłączenie) falownik przestaje pracować i dostarczać energię do sieci.

Przeciwpowozarowy wylacznik pradu

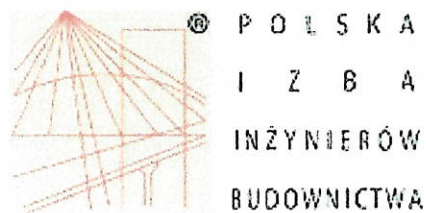
W przypadku użycia powoduje odcięcie napięcia również w instalacji fotowoltaicznej. Falownik przestaje pracować, a optymalizatory zmniejszają napięcie DC do bezpiecznego: do 1V przy każdym module (łącznie 25V i 20V na poszczególnych łańcuchach)



Oznakowanie informujące o obecności instalacji fotowoltaicznej w budynku, schemat instalacji oraz dane Wykonawcy.

Zlokalizowane zarówno na złączu pomiarowym jak i na drzwiach rozdzielniczej

Inwestor: Skarb Państwa - Nadleśnictwo Runowo Runowo Krajeńskie 55 89-421 Runowo Krajeńskie	
Obiekt: Szkółka Leśna Runowo Młyn	
Lokalizacja: Runowo Młyn, Runowo Krajeńskie 105 89-421 Runowo Krajeńskie	
Projektant: tech. Lucjan Walewski upr. bud. UAN.IV.8388/174/90	
Opracował: mgr inż. Paweł Lis	
Tytuł rysunku: Schemat ideowy instalacji fotowoltaicznej	
Nr rysunku: 5	Data: 09.2021



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.

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

(pieczęć)

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 Halewski

(imię i nazwisko)

technik elektromechanik

(tytuł naukowy — zawodowy)

urodzony (a) dnia 11 lutego 1948 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

vátel (ka) Lucjan Wałewski 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.



[Handwritten signature]
Kierownik Wydziału

m. p.

(podpis i pieczęć)

**Za zgodność
z oryginałem**

Lucjan Wałewski
technik energetyk
upr. bud. Nr LAN IV 8388/91/90
upr. proj. Nr LAN IV 8388/1/4/90
KAŁDUNY 26A 97-400 Bechatów
tel. 809 308 461