

PROJEKT TECHNICZNY

INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ ON-GRID

Nazwa instalacji:	Instalacja fotowoltaiczna o mocy 39.675 kW
Moduły fotowoltaiczne:	115 szt. Longi LR6-60OPH-345M 345W
Falownik:	3 szt. GROWATT 13000 TL3-S
Inwestor:	Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych
Adres inwestycji:	ul. Gajowicka 95, 53 - 421 Wrocław
Projektant:	Sławomir Laskowski
Nr. uprawnień projektanta:	OZE - W/28/000088/19
Opracował:	Krzysztof Krygiel
Nr. uprawnień:	D1 - 2945/517/19 OZE - E/10/000021/15
Data wykonania projektu:	10.04.2020r.

Spis treści

Założenia projektowe	str. 2
1. Opis techniczny	str. 3
1.1. Opis projektowanych rozwiązań	str. 3
1.2. Moduły fotowoltaiczne	str. 3
1.3. Falownik	str. 4
1.4. Konfiguracja systemu fotowoltaicznego	str. 4
1.5. Zabezpieczenia instalacji fotowoltaicznej	str. 7
1.6. Instalacja odgromowa, ograniczniki przepięć, uziemienie i połączenie wyrównawcze	str. 7
1.7. Zabezpieczenie przed przetężeniami	str. 8
1.8. Inne zabezpieczenia	str. 9
1.9. Przewody fotowoltaiczne	str. 9
1.10. Konstrukcja montażowa	str. 10
2. Uzysk energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej	str. 10
3. Efekt ekologiczny	str. 11
4. Ochrona przeciwpożarowa	str. 12
5. Ochrona przeciwporażeniowa	str. 12
6. Planowany przebieg prac montażowych	str. 12
7. Zestawienie elementów projektowanego systemu fotowoltaicznego	str. 13
8. Schemat instalacji	str. 14
9. Rozmieszczenie paneli na budynku	str. 15
10. Certyfikaty i uprawnienia	str. 16

Założenia projektowe

Celem projektu jest budowa generatora fotowoltaicznego o mocy 39,675 kW.

Instalacja składać się będzie ze 115 modułów fotowoltaicznych o wysokiej sprawności wynoszącej 19,7%. System współpracować będzie z siecią zewnętrzną co oznacza, że niedobory będą z sieci uzupełniane a nadwyżki produkcji sprzedawane do sieci. Przewidywany okres eksploatacji wynosi 30 lat. Elektrownia fotowoltaiczna zostanie rozłożona na dwóch budynkach. Na budynku Nr. 1 przewidziano montaż 2 falowników do których podpięte będzie 76 paneli, natomiast na budynku Nr. 2 będzie zamontowane 38 paneli podpiętych do 1 falownika.

Powierzchnia potrzebna do zabudowy instalacji wynika z wymiarów zastosowanych modułów fotowoltaicznych. Wymiary pojedynczego panela wynoszą 1762x994x35mm.

Opis urządzeń

1. Moduł fotowoltaiczny Longi Solar LR6-60OPH -345M o mocy 345W i sprawności 19,7%. Panele posiadają certyfikat CE oraz TUV.
2. Skrzynka przyłączeniowa PV zabezpieczać będzie niezależnie 2 łańcuchy modułów fotowoltaicznych, oraz będzie zawierać ogranicznik przepięć typu 1+2.
3. Skrzynka przyłączeniowa AC zawierać będzie rozłącznik izolacyjny o prądzie 40A, ochronnik przepięciowy typu 1+2, wyłącznik różnicowoprądowy 100mA typu A, oraz zabezpieczanie falownika 3F-32A.
4. System montażowy składać się będzie z wsporników montażowych umożliwiających montaż paneli pod kątem 25 stopni. Konstrukcja wsporcza projektowana jest jako balastowa z obciążeniami o wadze 25kg zgodnie z zaleceniami producenta konstrukcji. System montażowy będzie mocował każdy z paneli w minimum trzech punktach na dłuższym boku
5. kabel solarny o przekroju 3mm i napięciu znamionowym 1500V dedykowany specjalnie dla systemów fotowoltaicznych odpornych na promieniowanie UV.
6. Uziemienie konstrukcji wykonać kablem 10mm², uziemienie ochronników przepięciowych wykonać przewodem 16mm².
7. Falownik firmy Growatt 12000 wyposażony będzie w moduł Wi-Fi do zdalnego nadzoru jego pracy. Do każdego falownika podłączonych zostanie po 38 modułów, podzielonych na 2 stringi po 18 modułów.
8. Uwagi.
Przy montażu zwrócić szczególną uwagę na odległość instalacji fotowoltaicznej od instalacji odgromowej. Ze względów bezpieczeństwa odległość ta nie powinna być mniejsza niż 1m.
Zbadać również należy skuteczność ochrony odgromowej a wartość zmierzona uziemienia nie powinna być większa niż 10Ω.

1. Opis techniczny

1.1. Opis projektowanych rozwiązań

Projektowane moduły fotowoltaiczne zamontowane zostaną na dedykowanej konstrukcji montażowej. Połączone ze sobą moduły przyłączone zostaną do falownika za pomocą przewodu w podwójnej izolacji, odpornego na promieniowanie UV oraz zmienne warunki atmosferyczne, dedykowanego do zastosowań fotowoltaicznych. Falownik wpięty zostanie równolegle do istniejącej instalacji elektrycznej obiektu za pomocą kabla przeznaczonego do pracy z prądem przemiennym. Zarówno strona prądowa DC jak i AC zabezpieczone zostaną odpowiednią aparaturą. Energia elektryczna wyprodukowana w systemie wykorzystywana będzie na potrzeby własne.

1.2. Moduły fotowoltaiczne

Moduły fotowoltaiczne odpowiadają za produkcję energii elektrycznej bezpośrednio z promieniowania słonecznego, wykorzystując przy tym efekt fotowoltaiczny. W projektowanej instalacji zastosowane zostały moduły wyprodukowane przez firmę Longi (model Longi LR6-60OPH-345M 345W), które objęte są 25 letnią gwarancją na moc oraz 10 letnią gwarancją produktową.

PARAMETRY PROPONOWANEGO MODULU W WARUNKACH STC

Parametr	Symbol	Wartość
Moc maksymalna	Ppv	345Wp
Napięcie obwodu otwartego	Voc	38.3V
Prąd zwarciaowy	Isc	11.72A
Napięcie w punkcie mocy maksymalnej	Vmpp	31.6V
Nateżenie prądu w punkcie mocy maksymalnej	Imp	10.92A
Sprawność	Im	19.7%
Współczynnik temp. mocy	Pmax	-0.37%/°C
Współczynnik temp. napięcia obwodu otwartego	Voc	-0.286%/°C
Współczynnik temp. prądu zwarciaowego	Isc	0.057%/°C
Maksymalne napięcie systemu	Vmax. pv	1500V
Dopuszczalny maksymalny prąd wsteczny	Irev. max. pv	20A
Maksymalne obciążenie mechaniczne (śnieg)	MLs	5400Pa
Maksymalne obciążenie mechaniczne (wiatr)	MLw	2400Pa
Zakres temp. pracy modułu	Tmin. pv - Tmax. pv	od -40 do +85°C
Wymiary	W x SZ x G	1762mm x 994mm x 35mm
Współczynnik wypełnienia	FF	%
Waga		19.0kg

Moduł posiada podstawowe certyfikaty 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)

1.3. Falownik

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. W projektowanej instalacji zastosowany zostanie 3 szt. falowników producenta GROWATT. Falownik GROWATT 13000 TL 3 - S przeznaczony jest do współpracy z 3-fazową instalacją elektryczną i charakteryzuje się następującymi parametrami:

PARAMETRY WYJSCIOWE AC

Parametr	Symbol	Wartość
Moc znamionowa AC	Pac	12000W
Maksymalny prąd wyjściowy	Iac max.	19.0A
Napięcie sieciowe	Vac	230/400V
Zakres częstotliwości	f	45 - 55Hz

PARAMETRY WEJSCIOWE DC

Parametr	Symbol	Wartość
Maksymalna moc wejściowa	Pdc max.	W
Maksymalny prąd wejściowy MPPT 1	I _{dc mppt1} max.	20A
Maksymalny prąd wejściowy MPPT 2	I _{dc mppt2} max.	20A
Minimalne napięcie wejściowe	V _{dc} min.	160V
Napięcie rozpoczęcia pracy	V _{dc} start	160V
Znamionowe napięcie wejściowe	V _{dc}	600V
Maksymalne napięcie wejściowe	V _{dc} max.	1000V
Liczba MPPT	L _{mppt}	2
Liczba łańcuchów na MPPT	L _{string mppt}	3
Zakres napięć MPP	V _{mpp} min. - V _{mpp} max.	160 - 1000V

Falownik objęty jest 10-letnią gwarancją producenta i posiada podstawowe certyfikaty potwierdzające zgodności z normami w odniesieniu do parametrów i bezpieczeństwa:

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

1.4. 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. Baza do obliczeń bierze 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 39.675 kW. Z kolei moc AC instalacji fotowoltaicznej, równa mocy wyjściowej falownika, jest równa 42900 W.

b) Minimalna i maksymalna liczba modułów łączonych szeregowo i równolegle

- Zmiana napięcia na 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]

Zmiana napięcia na 1°C wynosi 0.110V. 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]

Obliczone napięcie jest równe 43.80V.

- 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]

Obliczone napięcie jest równe 26.65V.

- Minimalna liczba modułów w lancuchu

Po obliczeniu napięć w skrajnych temperaturach obliczono minimalną liczbę modułów, jaka można spiąć w lancuchu szeregowo:

$$LM_{STRING MIN.} = \frac{V_{DC START}}{V_{MPP+70}}$$

$LM_{STRING MIN.}$ - minimalna liczba modułów w łańcuchu [szt.]

$V_{MPP MIN.}$ - napięcie startowe falownika [V]

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

Minimalna liczba modułów, jaka można spiąć w pojedynczy lancuch wynosi 8szt.

- Maksymalna liczba modułów w lancuchu

Po obliczeniu napięć w skrajnych temperaturach obliczono minimalną liczbę modułów, jaka można spiąć w lancuchu szeregowo:

$$LM_{STRING MAX.} = \frac{V_{DC MAX.}}{V_{OC-25}}$$

$LM_{STRING MAX.}$ - maksymalna liczba modułów w łańcuchu

$V_{DC MAX.}$ - maksymalne napięcie wejściowe na falownik [V]

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

Maksymalna liczba modułów, jaka można spiąć w pojedynczy lancuch wynosi 22szt.

- Maksymalna liczba lancuchów modułów łączonych równolegle (jeżeli będą połączenia równoległe)

Maksymalna liczba lancuchów połączonych równoległe, obliczona została według równania:

$$LM_{RMAX} = \frac{I_{DC MAX.}}{I_{MPP}}$$

$LM_{R MAX.}$ - maksymalna liczba łańcuchów łączonych równolegle na falownik [szt.]

$I_{DC MAX.}$ - maksymalny prąd wejściowy na MPPT falownika [A]

I_{MPP} – natężenie prądu w punkcie mocy maksymalnej modułu [A]

Obliczona maksymalna liczba łańcuchów łączonych równolegle pod MPPT falownika wynosi 2.47szt.

1.5. Zabezpieczenia instalacji fotowoltaicznej

W projektowanej instalacji, w celu zabezpieczenia instalacji fotowoltaicznej przewidziano zastosowanie odpowiednio skonfigurowanej skrzynki przyłączeniowej. Skrzynka przył. inwertera AC, 25A 3-F zbudowana została w oparciu o natynkowa obudowę instalacyjną wykonaną z tworzywa sztucznego o stopniu ochrony (klasie szczelności) IP65.

1.6. Instalacja odgromowa, ograniczniki przepięć, uziemienie i połączenie wyrównawcze

a) Zewnętrzna instalacja odgromowa

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

W projektowanej instalacji, ze względu na brak zewnętrznej instalacji odgromowej na budynku, przewiduje się jej zamontowanie. Zakłada się, iż zagrożenie uderzenia piorunem jest wystarczająco wysokie. Wskaznik zagrożenia piorunowego przekracza wartość wymagana do stosowania zewnętrznej instalacji odgromowej. Instalacja fotowoltaiczna nie zwiększa ryzyka uderzenia pioruna w budynek!

b) Ochrona przeciwprzepięciowa

Wewnętrzna instalacja odgromowa – ograniczniki przepięć – przeznaczone są do ochrony instalacji fotowoltaicznych przed przejściowymi przepięciami wywołanymi na zewnątrz instalacji fotowoltaicznej np. indukowanym napięciem poprzez 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, ze względu na zachowane odstępstwa pomiędzy instalacją odgromową, a instalacją PV, przewiduje się zastosowanie ograniczników przepięć DC typu 2 przystosowanych do pracy z napięciem minimum 5285.40V i AC typu 2 przystosowanych do pracy z napięciem sieciowym, które powinny być połączone z główną szyną wyrównawczą przewodem o przekroju minimum 6 mm².

Projektowane ograniczniki przepięć DC typu 2 dobrane zostaną w taki sposób, aby napięcie obwodu otwartego nie przekraczało maksymalnego (jałowego) napięcia wejściowego na falownik:

$$V_{OC} \cdot 120\% \cdot LM \leq V_{SPD} < V_{DC MAX}$$

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

LM – dobrana liczba modułów do projektu [szt.]

V_{SPD} – napięcie znamionowe ogranicznika przepięć [V]

$V_{DC MAX.}$ - maksymalne napięcie wejściowe na falownik [V]

Zgodnie z powyższą zależnością, dla projektowanej instalacji dobrano ogranicznik przepięć o napięciu znamionowym pracy do 1000V.

c) Uziemienie i połączenie wyrównawcze

Instalacja fotowoltaiczna na budynku nie zwiększa ryzyka wystąpienia wyladowania 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 funkcje przeciwporażeniową, przeciwprzepięciową i odgromową. Oznacza to, że chroni to moduły fotowoltaiczne w sytuacjach uszkodzenia modułu czy w trakcie wyladowan atmosferycznych nieopodal instalacji.

Instalacja fotowoltaiczna montowana na budynkach posiadających uziemienie zewnętrzne powinna być wykonana w odpowiedniej odległości od niego (ok. 1 m, przy czym każdy przypadek powinien zostać niezależnie przeliczony). W takiej sytuacji instalacja fotowoltaiczna nie jest podłączona do uziemienia zewnętrznego i prąd związany z wyladowaniem będzie przejęty przez to uziemienie. W tym przypadku również niezbędne jest wykonanie uziemienia wewnętrznego - instalacji wyrównującej potencjał przewodem miedzianym. W projektowanej instalacji fotowoltaicznej przewiduje się zastosowanie przewodu, służącego do wyrównania potencjałów, o przekroju minimum 16 mm². Przewód ten połączy moduły fotowoltaiczne i elementy konstrukcji montażowej z główną szyną wyrównawczą.

1.8. 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 odłączone od sieci elektroenergetycznej. System fotowoltaiczny pozostaje odłączony do momentu powrotu parametrów do 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”.

1.9. Przewody fotowoltaiczne

Przewody fotowoltaiczne, to przewody przeznaczone do pracy z prądem stałym. Ich zadaniem jest odprowadzenie energii elektrycznej wytworzonej w modułach fotowoltaicznych do falownika. Z kolei kabel AC odpowiada za odprowadzenie energii elektrycznej z falownika do instalacji elektrycznej obiektu i sieci elektroenergetycznej. Zakłada się, że strata temperaturowa przewodów DC i kabli AC w systemie fotowoltaicznym powinna być mniejsza niż 1%.

- Przekrój 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)

Dobry przewód fotowoltaiczny powinien mieć przekrój minimum 6 mm².

- b) Strate mocy na przewodach AC obliczono zgodnie z równaniem:

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]

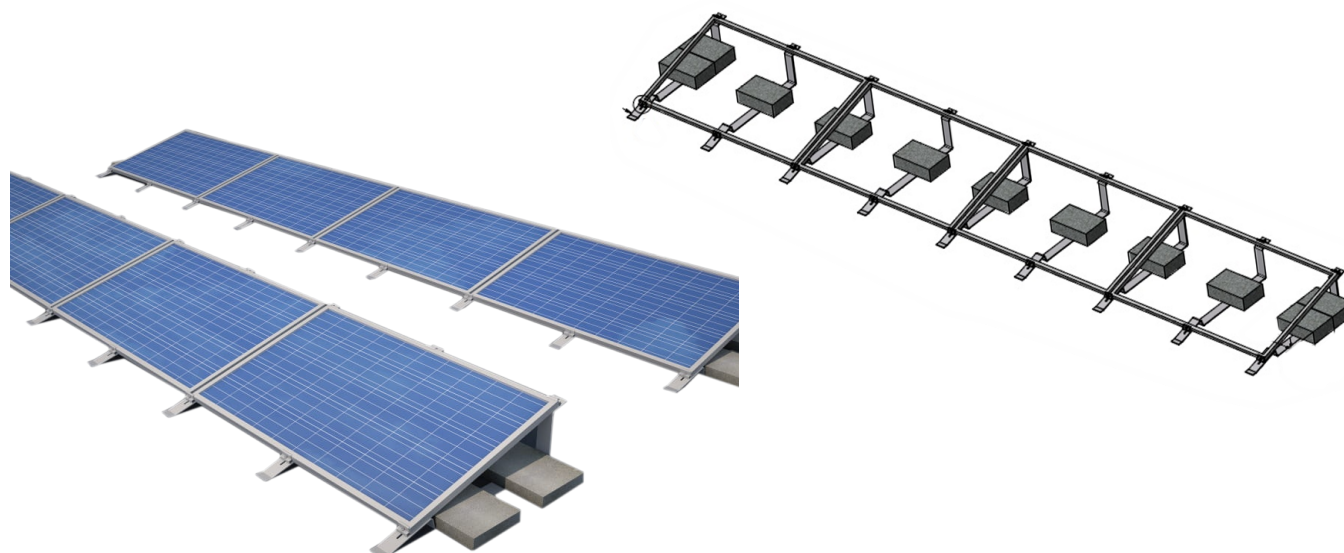
k – przewodność właściwa ($54 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$ dla miedzi)

Przewody kabla trójfazowego powinny mieć przekrój minimum 4 mm²

W projektowanym systemie fotowoltaicznym przewidziano zastosowanie przewodów DC o średnicy 6 mm² oraz AC o średnicy 6 mm² i 10 mm².

1.10. Konstrukcja montażowa

Dla projektowanych modułów fotowoltaicznych proponuje się zastosowanie konstrukcji montażowej balastowej z trzema punktami podparcia na dłuższym boku panela, oraz balastami od ciężarze 25 kg. Rozmieszczenie balastu zgodnie z rysunkiem. Kąt pochylenia paneli ustawić na 25 stopni.



Rys. 1. Wizualizacja systemu montażowego oraz sposobu mocowania modułów fotowoltaicznych

2. Uzysk energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej

Uzysk energii elektrycznej wyprodukowanej w projektowanej instalacji obliczono zgodnie z równaniem:

$$U = \frac{(N_{as} \cdot K) \cdot P_{PV} \cdot WW}{N_{at}}$$

U – uzysk energetyczny z instalacji PV [kWh/rok]

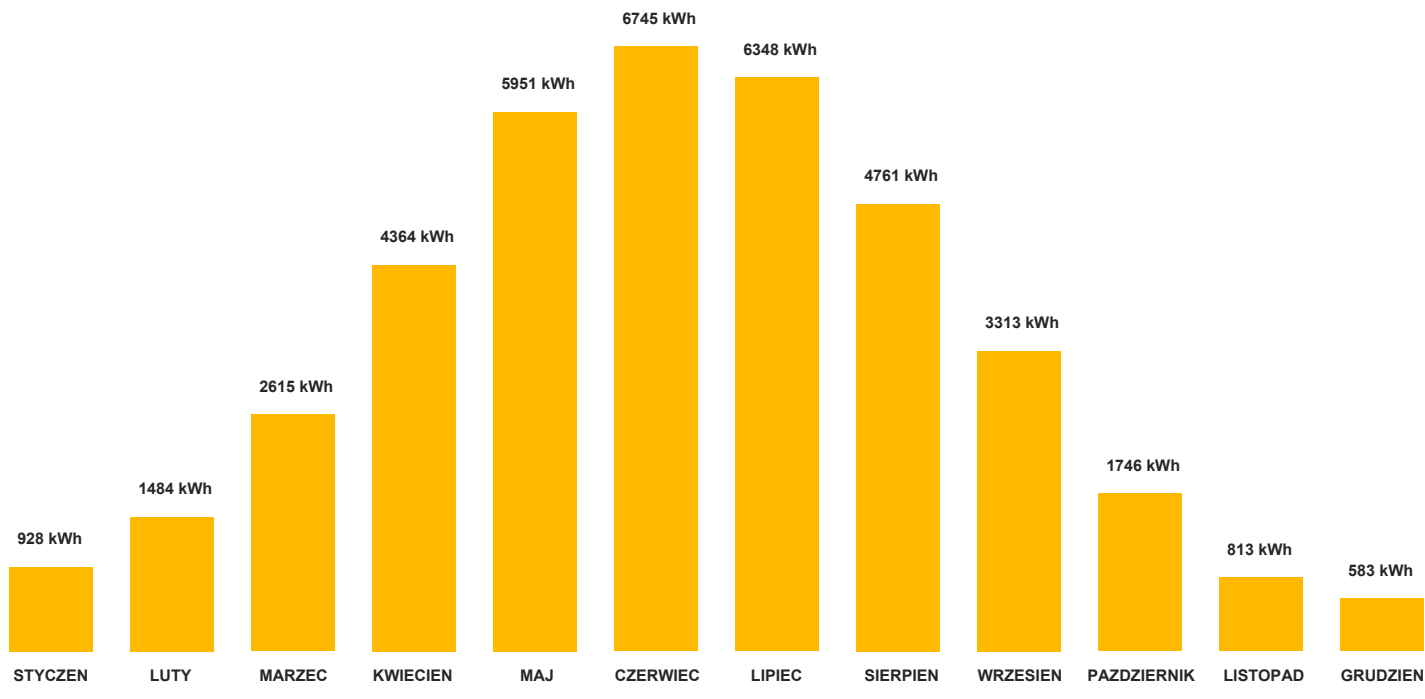
N_{as} – nasłonecznienie w pobliżu miejsca instalacji PV na powierzchnię horyzontalną [kWh/(m²*rok)]

K – współczynnik korygujący wartość nasłonecznienia w zależności od ustawienia modułów PV [%]

P_{PV} – moc instalacji fotowoltaicznej [kWp]

WW – współczynnik wydajności [%]

N_{at} – natężenie promieniowania słonecznego [kW/m²]



Laczna, prognozowana ilosc wyprodukowanej energii w ciagu roku: 39675 kWh

Uwaga! Wyświetlone uzyski energii są wartościami szacunkowymi. Zostały one obliczone za pomocą wzorów matematycznych, na podstawie określonych danych. Osiągnięcie w rzeczywistości uzysków energii równych podanej w tym miejscu wartości nie jest gwarantowane!

3. Efekt ekologiczny

Efekt ekologiczny, czyli ograniczenie emisji istotnych z punktu widzenia ochrony środowiska związków chemicznych, obliczono według wzoru:

Związek chemiczny	Wskaźnik emisji związku do atmosfery [kg/kWh]	Emisja związku do atmosfery [kg/kWh]
CO ₂	0.798	31660.65
SO ₂	0.001516	60.1473
NO _x	0.000954	37.8499
CO	0.000234	9.2839
Pył całkowity	0.000062	2.4599

4. Ochrona przeciwpozarowa

Instalacja fotowoltaiczna, podobnie jak inne urządzenia elektryczne, może ulec zapaleniu. Najczęstszymi przyczynami pożaru tych systemów są wyladnowania atmosferyczne, zwarcia wewnętrzne, niewłaściwie dobrane zabezpieczenia i przewodowanie lub ich brak, bądź słabe jakościowo komponenty instalacji. Jednak pożary w budynku częściej wybuchają z innych przyczyn, niezależnych od instalacji fotowoltaicznej.

Podstawowym krokiem przy gaszeniu pożaru przez strażaków jest odłączenie głównego zasilania w budynku lub wyłącznika przeciwpozarowego. Pozwala to na rozpoczęcie akcji gasniczej 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 lancuchów, 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 gasniczych 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. Możliwa jest również sytuacja, że moduły występują na innym budynku, niż objęty pożarem, z którym są połączone, co również może powodować niebezpieczeństwo porażenia prądem.

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.

5. Ochrona przeciwporażeniowa

Podstawa ochrony przeciwporażeniowej jest izolowanie części znajdujących się pod napięciem oraz ochrona w przypadku uszkodzenia izolacji. W instalacjach elektrycznych należy stosować układy z odrębnym przewodem ochronnym PE i neutralnym N (układ TN-S, TT, rzadziej TN-C-S z uziemionym rozdziałem przewodu ochronno-neutralnego PEN). Przepisy wymagają także stosowania uziemionych połączeń wyrównawczych pomiędzy elementami przewodzącymi instalacji elektrycznej.

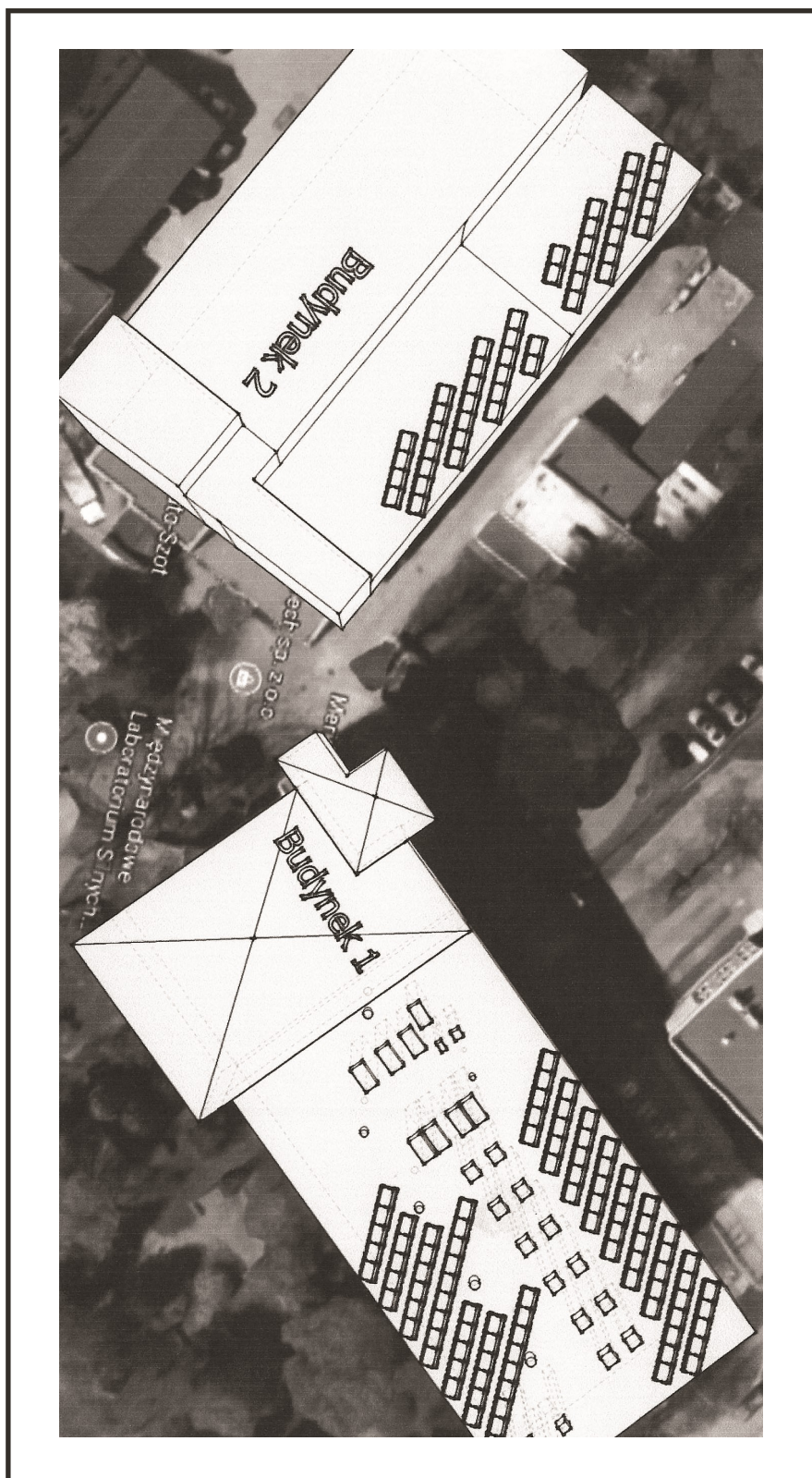
6. Planowany przebieg prac montażowych

- Montaż konstrukcji nośnej na dachu
- Montaż paneli fotowoltaicznych na dachu
- Uziemienie systemu fotowoltaicznego
- Montaż falownika i zabezpieczeń strony DC i AC
- Połączenie modułów z falownikiem
- Podłączenie instalacji do licznika energii elektrycznej
- Sprawdzenie pracy układu
- Wykonanie pomiarów na instalacji

7. Zestawienie elementów systemu fotowoltaicznego

Element systemu fotowoltaicznego	Producent jednostki	Liczba jednostek	Jednostka
Moduł fotowoltaiczny	Longi	115	[szt.]
Falownik	GROWATT	3	[szt.]
Skrzynka z zabezpieczeniami	KENO	3	[szt.]
Przewód fotowoltaiczny	ENERGYFLEX	1000	[metr]
Konstrukcja montażowa	ASAT	1	[kpl.]
Przewód uziemiający 16 mm ²	LAPP KABEL	320	[metr]
Kabel YKY 5x25 mm ²	LAPP KABEL	200	[metr]

Rozmieszczenie paneli na dachu



Certyfikaty i uprawnienia



Komisja Kwalifikacyjna Nr 517/123/02/16
 działająca zgodnie z przepisami rozporządzenia
 Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej
 z dnia 28 kwietnia 2003 r. w sprawie szczegó-
 wych zasad stwierdzania posiadania kwalifikacji
 przez osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń,
 instalacji i sieci (Dz. U. Nr 89, poz. 828 i Nr 129,
 poz. 1184 oraz z 2005 r. Nr 141, poz. 1189),
 na podstawie wyniku egzaminu złożonego
 w dniu 10 kwietnia 2019 r. i proto-
 kolu nr E1-2944/517/19 stwierdza, że
 Pan/Pani **Krzysztof**
Krugiel
 posiadający/a numer ewidencyjny PESEL
 74070209193 i legitymujący/a się dokumen-
 tem tożsamości dow. os. AUC 435840
 spełnia wymagania kwalifikacyjne do wykonywa-
 nia pracy na stanowisku EKSPLOATACJI
 w zakresie: obsługi, konserwacji, remon-
 tów, montażu, kontrolno-pomiarowym

dla następujących urządzeń, instalacji i sieci:
 GRUPA 1. Urządzenia, instalacje i sieci elektroenergetycz-
 ne wytwarzające, przetwarzające, przesyłające i zużywają-
 ce energię elektryczną:
 1) urządzenia prądowcze przyłączone do krajowej sieci
 elektroenergetycznej bez względu na wysokość napię-
 cia znamionowego;
 2) urządzenia, instalacje i sieci elektroenergetyczne
 o napięciu nie wyższym niż 1 kV;
 3) urządzenia, instalacje i sieci o napięciu znamionowym
 powyżej 1 kV;
 4) zespoły prądowcze o mocy powyżej 50 kW;
 5) urządzenia elektrotermiczne;
 7) sieci elektrycznego oświetlenia ulicznego;
 9) elektryczne urządzenia w wykonaniu przeciwwybucho-
 wym;
 10) aparatura kontrolno-pomiarowa oraz urządzenia
 i instalacje automatycznej regulacji, sterowania
 i zabezpieczeń urządzeń i instalacji wymienionych
 w pkt.: 1,2,3,4,5,7,9.

Komisja Kwalifikacyjna Nr 517/123/02/16
 działająca zgodnie z przepisami rozporządzenia
 Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej
 z dnia 28 kwietnia 2003 r. w sprawie szczegó-
 wych zasad stwierdzania posiadania kwalifikacji
 przez osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń,
 instalacji i sieci (Dz. U. Nr 89, poz. 828 i Nr 129,
 poz. 1184 oraz z 2005 r. Nr 141, poz. 1189),
 na podstawie wyniku egzaminu złożonego
 w dniu 10 kwietnia 2019 r. i proto-
 kolu nr D1-2945/517/19 stwierdza, że
 Pan/Pani **Krzysztof**
Krugiel
 posiadający/a numer ewidencyjny PESEL
 74070209193 i legitymujący/a się dokumen-
 tem tożsamości dow. os. AUC 435840
 spełnia wymagania kwalifikacyjne do wykonywa-
 nia pracy na stanowisku DOZORU
 w zakresie: obsługi, konserwacji, remon-
 tów, montażu, kontrolno-pomiarowym

dla następujących urządzeń, instalacji i sieci:
 GRUPA 1. Urządzenia, instalacje i sieci elektroenergetycz-
 ne wytwarzające, przetwarzające, przesyłające i zużywają-
 ce energię elektryczną:
 1) urządzenia prądowcze przyłączone do krajowej sieci
 elektroenergetycznej bez względu na wysokość napię-
 cia znamionowego;
 2) urządzenia, instalacje i sieci elektroenergetyczne
 o napięciu nie wyższym niż 1 kV;
 3) urządzenia, instalacje i sieci o napięciu znamionowym
 powyżej 1 kV;
 4) zespoły prądowcze o mocy powyżej 50 kW;
 5) urządzenia elektrotermiczne;
 7) sieci elektrycznego oświetlenia ulicznego;
 9) elektryczne urządzenia w wykonaniu przeciwwybucho-
 wym;
 10) aparatura kontrolno-pomiarowa oraz urządzenia
 i instalacje automatycznej regulacji, sterowania
 i zabezpieczeń urządzeń i instalacji wymienionych
 w pkt.: 1,2,3,4,5,7,9.