

## PROJEKT TECHNICZNY

*W ramach zadania:*

***POPRAWA EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ, BEZPIECZEŃSTWA  
I ZAGOSPODAROWANIA KOMPLEKSU SZKOLNO-SPORTOWEGO  
W KRYPNIE KOŚCIELNYM***

LOKALIZACJA:	<i>Kompleks szkolno-sportowy w Krypnie Kościelnym Krypno Kościelne 48, 19-111 Krypno Kościelne  Województwo: podlaskie Powiat: moniecki Gmina: Krypno Obręb 0007 Krypno Kościelne, dz. nr 100  Kategoria obiektu IX – budynki kultury, nauki i oświaty</i>	
INWESTOR:	<i>Gmina Krypno Krypno Kościelne 23B, 19-111 Krypno Kościelne</i>	
JEDNOSTKA PROJEKTOWA:	<i>ECOREN Sp. z o.o. Trakt św. Wojciecha 237b 80-017 Gdańsk</i>	
ZAKRES OPRACOWANIA:	<i>Budowa mikroinstalacji fotowoltaicznej na potrzeby wewnętrzne obiektu Szkoły w Krypnie</i>	
FUNKCJA:	<i>Imię Nazwisko:</i>	<i>Podpis:</i>
PROJEKTOWAŁ: (branża elektryczna)	<i>mgr inż. Marcin Malinowski upr. nr POM/0208/POOE/10</i>	
OPRACOWAŁ:	<i>inż. Damian Kostuch</i>	
DATA OPRACOWANIA:	<i>marzec 2022 r.</i>	

## Spis treści

OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA .....	3
1. Podstawa techniczna .....	7
1.1. Podstawa opracowania .....	7
1.2. Przepisy i normy .....	7
2. Opis ogólny .....	9
2.1. Istniejący stan zagospodarowania działki .....	9
2.2. Opis inwestycji .....	9
2.3. Opinia geotechniczna .....	9
2.4. Charakterystyka ekologiczna .....	9
3. Opis techniczny .....	10
3.1. Stan istniejący .....	10
3.2. Ocena techniczna .....	10
3.3. Projektowane rozwiązanie .....	10
3.3.1. <i>Moduły fotowoltaiczne</i> .....	11
3.3.2. <i>Inwertery</i> .....	11
3.3.3. <i>Konstrukcja montażowa</i> .....	12
3.3.4. <i>Rozdzielnice elektryczne DC</i> .....	14
3.3.5. <i>Rozdzielnice elektryczne AC</i> .....	15
3.3.6. <i>Przyłączenie instalacji do wewnętrznej sieci elektrycznej obiektów</i> .....	15
3.3.7. <i>Trasy kablowe DC</i> .....	15
3.3.8. <i>Trasy kablowe AC</i> .....	16
3.4. Ochrona ppoż. ....	17
3.5. Ochrona przeciwporażeniowa .....	17
3.6. Ochrona odgromowa i uziemienie systemu .....	17
3.7. Pomiar i odbiory .....	18
4. Instalacja elektryczna – obliczenia .....	19
4.1. Strona DC .....	19
4.1.1. <i>Dobór wkładki bezpiecznikowej gPV</i> .....	19
4.1.2. <i>Dobór przewodów</i> .....	19
4.1.3. <i>Dopasowanie inwertera</i> .....	19
4.2. Strona AC .....	20
4.2.1. <i>Dobór zabezpieczeń</i> .....	20
4.2.2. <i>Dobór przewodów</i> .....	20
5. Obliczanie wydajności (uzysku energetycznego) .....	21
5.1. Analiza uzysku energetycznego i zacienienia .....	21
6. Zestawienie materiałów .....	22
6.1. Zestawienie materiałów konstrukcyjnych .....	22

6.2.	Zestawienie materiałów elektrycznych.....	22
6.3.	Zestawienie kabli .....	22
7.	Rysunki.....	23
7.1.	Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej o mocy 30 kW – E1 .....	23
8.	Załączniki .....	24
8.1.	Kalkulacja uzysku energetycznego .....	24

## OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA

Stosownie do zapisu art. 34, ust. 3d pkt.3 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (tekst jednolity Dz. U. z 2020 r. poz. 1333 z późniejszymi zmianami) oświadczam, że Projekt Techniczny: **„Budowa mikroinstalacji fotowoltaicznej na potrzeby wewnętrzne obiektu Szkoły w Krypnie”** stanowiący niniejsze opracowanie, został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektant: **mgr inż. Marcin Malinowski**  
(branża elektryczna) nr upr.: POM/0208/POOE/10

.....

Gdańsk, dnia 30 grudnia 2010 r.

syg. akt 225/POM/OKK/10

## DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów /Dz.U. z 2001 r. Nr 5 poz. 42, ze zm./, art. 12 ust. 3, art.13 ust.1 pkt 1, art. 14 ust. 1 pkt 5 ustawy z dnia 07 lipca 1994 r. Prawo budowlane /tekst jednolity Dz. U. z 2006 r. Nr 156, poz. 1118 ze zm./, § 6 pkt 1 i 2, § 11 ust.1 pkt 1, § 15, § 24 ust. 1 pkt 1, rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie /Dz. U. z 2006 r. Nr 83 poz. 578, ze zm./ oraz art. 104 Kodeksu postępowania administracyjnego /t.j. Dz.U. z 2000 r. Nr 98, poz.1071 ze zm./

**Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna**  
**Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa**  
stwierdza, że:

Pan **MARCIN ADAM MALINOWSKI**  
magister inżynier  
urodzony dnia 11.08.1971 r. w Gdyni

uzyskał  
**UPRAWNIENIA BUDOWLANE**  
numer ewidencyjny: POM/0208/POOE/10

do projektowania bez ograniczeń w specjalności  
instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych  
i elektroenergetycznych

## UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Szczegółowy zakres prac projektowych objętych uprawnieniami budowlanymi został określony na drugiej stronie decyzji i stanowi jej integralną część.

**Pan Marcin Adam Malinowski upoważniony jest do:**

**I.** Na podstawie art. 12 ust.1 pkt 1, art. 13 ust. 4 ustawy Prawo budowlane, w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych, bez ograniczeń do:

- a) projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego,
- b) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.

**II.** Na podstawie § 15 i 24 ust. 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie /Dz. U. z 2006 r. Nr 83 poz. 578, ze zm./ uprawnienia niniejsze uprawniają do :

- 1) sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie specjalności niniejszych uprawnień,
- 2) projektowania obiektu budowlanego związanego z obiektem budowlanym, takim jak: sieci, instalacje i urządzenia elektryczne i elektroenergetyczne, w tym kolejowe, trolejbusowe i tramwajowe sieci trakcyjne wraz z urządzeniami do zasilania i sterowania (§ 24 ust. 1).

**Pouczenie**

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

**Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:**



**PRZEWODNICZĄCY**  
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej  
*[Signature]*  
**dr inż. Leszek Niedostatkiewicz**

**WICEPRZEWODNICZĄCY**  
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej  
*[Signature]*

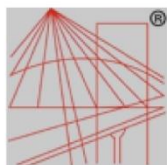
**mgr inż. Zbigniew Drewnowski**

**CZŁONEK**  
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej  
*[Signature]*

**dr inż. Marek Wesółowski**

**Otrzymują:**

- 1. Pan Marcin Adam Malinowski  
80-768 Gdańsk, ul. Wierzbowa 1/2 m. 5
- 2. Okręgowa Rada Izby
- 3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
- 4. a/a



P O L S K A  
I Z B A  
I N Ż Y N I E R Ó W  
B U D O W N I C T W A

### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

POM-GLP-IUT-IAC \*

Pan Marcin Adam Malinowski o numerze ewidencyjnym POM/IE/0068/11  
adres zamieszkania ul. Wolności 49/2, 81-327 Gdynia  
jest członkiem Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2022-02-01 do 2023-01-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2022-01-25 roku przez:

Franciszek Rogowicz, Przewodniczący Rady Pomorskiej 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](http://www.piib.org.pl) lub



# 1. Podstawa techniczna

## 1.1. Podstawa opracowania

Projekt opracowano na podstawie:

- Umowa nr 5/2022 zawarta w dniu 10 stycznia 2022 roku w Krypie Kościelnym;
- Uzgodnień z Inwestorem;
- Inwentaryzacji stanu istniejącego na podstawie przeprowadzonej wizji lokalnej obiektu;
- Rachunków i rozliczeń energii elektrycznej z Operatorem;
- Dokumentacji archiwalnej.
- Projektu modernizacyjnego Instalacji elektrycznych „Poprawa efektywności energetycznej, bezpieczeństwa i zagospodarowania kompleksu szkolno-sportowego w Krypie Kościelnym” Jednostka projektowa Ecoren

## 1.2. Przepisy i normy

Podstawowe wymagania formalne dotyczące zakresu opracowania zawarte są w aktach:

a) Normy, przepisy i dokumenty techniczne

- PN-HD 60364-7-712:2016-05E Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.
- PN-EN 62446-1:2016-08 Systemy fotowoltaiczne (PV). Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania -- Część 1: Systemy podłączone do sieci - Dokumentacja, odbiory i nadzór.
- PN-EN 62305-1 Ochrona odgromowa. Zasady ogólne,
- PN-EN 62305-2 Ochrona odgromowa. Zarządzanie ryzykiem,
- PN-EN 62305-3 Ochrona odgromowa. Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia,
- PN-EN 1990:2004 – Podstawy projektowania konstrukcji
- PN-EN 1991-1-1:2004 – Oddziaływania na konstrukcje -- Część 1-1: Oddziaływania ogólne -- Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach
- PN-EN 1995-1-1:2010 - Projektowanie konstrukcji drewnianych -- Część 1-1: Postanowienia ogólne -- Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków
- PN-EN 1991-1-3:2005 – Oddziaływania na konstrukcje -- Część 1-3: Oddziaływania ogólne -- Obciążenie śniegiem



- PN-EN 1991-1-4:2008 – Oddziaływania na konstrukcje -- Część 1-4: Oddziaływania ogólne -- Oddziaływania wiatru
- Bezpieczeństwo przeciwpożarowe instalacji PV – wytyczne w zakresie projektowania i wykonania – Stowarzyszenie Branży Fotowoltaicznej Polska PV
- Karty katalogowe urządzeń certyfikowane przez akredytowane jednostki badawcze.

b) Prawo Budowlane

- Ustawa z dnia 07.07.1994 – Prawo budowlane (Dz.U. z 2019 r. poz. 1186 z późniejszymi zmianami),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 06.02.2003 w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz.U.1991 nr 81 poz. 351 z późniejszymi zmianami),

c) Prawo Energetyczne

- Ustawa z dnia 10.04.1997 – Prawo energetyczne (Dz.U. z 2019 r. poz. 755 z późniejszymi zmianami).

d) Ustawa o ochronie przeciwpożarowej z dnia 24 sierpnia 1991 r. (Dz.U. z 2019 r. poz. 1372 z późniejszymi zmianami)

## **2. Opis ogólny**

### **2.1. Istniejący stan zagospodarowania działki**

Na terenie działki zabudowa budynkami szkoły, hali sportowej oraz zabudową towarzyszącą.

Uzbrojenie terenu – działki uzbrojone, na terenie kompleksu znajduje się istniejąca infrastruktura drogowa, sieci wod-kan. oraz instalacje elektro-energetyczne i teletechniczne. Nie przewiduje się zmian w istniejącej infrastrukturze technicznej terenu.

Ukształtowanie terenu – teren działki bez istotnych wzniesień lub spadów. Nie przewiduje się zmian w ukształtowaniu terenu.

Teren zielony – Na terenie działki znajduje się nieliczne zadrzewienie oraz zakrzewienie. Nie przewiduje się zmian zadrzewienia lub zakrzewienia terenu, nie przewiduje się wycinki istniejącego drzewostanu.

### **2.2. Opis inwestycji**

Inwestycja polega na budowie mikroinstalacji fotowoltaicznej na dachu budynku szkoły. Energia elektryczna wyprodukowana przez instalację, zużywana będzie na potrzeby własne urządzeń pracujących w obrębie szkoły w tym na potrzeby zasilenia pompy ciepła. Moduły fotowoltaiczne zostaną zabudowane równolegle do połaci dachowej dachu skośnego Szkoły oraz na konstrukcji nośnej zwiększającej nachylenie modułów o 15°. Za przekształcenie napięcia DC na napięcie sieciowe 400/230V, 50Hz odpowiadać będzie inwerter fotowoltaiczny.

Planuje się zabudowę 74 szt. modułów fotowoltaicznych o mocy znamionowej 405Wp każdy, przy czym możliwe jest zastosowanie modułów o innych parametrach przy jednoczesnej redukcji ich ilości wynikające np. z postępu technologicznego produkcji płytek krzemowych. Instalację fotowoltaiczną należy przyłączyć do rozdzielnic elektrycznej obiektu.

### **2.3. Opinia geotechniczna**

W ramach inwestycji nie przewiduje się zabudowy nowych obiektów budowlanych. Nie przewiduje się zmiany kubatury bądź innych charakterystycznych parametrów istniejących obiektów. Opinia geotechniczna nie jest wymagana

### **2.4. Charakterystyka ekologiczna**

Planowana inwestycja ma charakter proekologiczny, jej celem jest pozyskiwanie energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych zmniejszając zapotrzebowanie obiektów na energię wytwarzaną ze źródeł konwencjonalnych (w szczególności pochodzącej ze spalania węgla).

Zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. 2019 poz. 1839) inwestycja nie podlega ocenie oddziaływania na środowisko.

### 3. Opis techniczny

#### 3.1. Stan istniejący

Istniejące Instalacje elektryczne w kompleksie szkolno-sportowym zasilane są z trzech przyłączy elektroenergetycznych, oddzielnych dla szkoły, hali i przedszkola. Przyłącze dla przedszkola pozostaje bez zmian. Dla szkoły i hali wystąpiono o nowe warunki przyłączenia do PGE Dystrybucja S.A.

„Budynek szkolny zostanie zasilony ze złącza kablowo-pomiarowego linią kablową YKY 4x95 mm<sup>2</sup> do złącza kablowego ZK-S zainstalowanego przy elewacji budynku. Projektowane zabezpieczenie linii kablowej w złączu kablowo-pomiarowym: gG 160 A. W złączu ZK-S zostanie zainstalowany ogranicznik przepięć i przeciwpożarowy wyłącznik prądu Q.PWP-S (rozłącznik z cewką wzrostową). Dodatkowo z ZK-S zostanie wyprowadzone zasilanie cewek przeciwpożarowych wyłączników prądu. W rozdzielnicy RG-S zostanie zrealizowany rozdział przewodu PEN na PE i N (przejście z układu TN-C sieci zasilającej na układ TN-S instalacji odbiorczych). Szynę PEN w rozdzielnicy należy uziemić poprzez przyłączenie do głównej szyny uziemiającej GSW.”



Zabudowę modułów fotowoltaicznych zaprojektowano na dachu skośnym budynku Szkoły oraz dostępnej niezagospodarowanej części dachu płaskiego.

#### 3.2. Ocena techniczna

Instalacje elektryczne obiektu zostaną zmodernizowane, projektuje się dostosowanie linii zasilającej oraz rozdzielnicy RMSZ do przyłączenia instalacji PV.

#### 3.3. Projektowane rozwiązanie

Celem inwestycji jest produkcja energii elektrycznej z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii oraz redukcja emisji CO<sub>2</sub>. Generatorem energii elektrycznej są półprzewodnikowe krzemowe ogniwa fotowoltaiczne, które połączone szeregowo oraz równolegle tworzą moduły fotowoltaiczne. Zadaniem modułów fotowoltaicznych jest konwersja energii promieniowania słonecznego na stały prąd elektryczny (DC). Przedmiotowa instalacja składać się będzie z 74 szt. modułów fotowoltaicznych, każdy o mocy 405Wp. Moduły zostaną połączone szeregowo w łańcuchy a następnie przyłączone do inwerterów fotowoltaicznych. Inwertery przetwarzają napięcie stałe na przemienne AC 230/400V

o częstotliwości 50Hz automatycznie synchronizując je z napięciem sieci energetycznej dystrybutora. Głównym zadaniem generatora jest zaspokajanie potrzeb własnych obiektu na energię elektryczną przynosząc Inwestorowi oszczędności finansowe

### **3.3.1. Moduły fotowoltaiczne**

Generator fotowoltaiczny składać się będzie z 74 szt. modułów zbudowanych z krzemu monokrystalicznego o mocy 405Wp każdy, co daje łączną moc układu 29,97kWp. Dopuszcza się zmianę mocy modułów przy jednoczesnej redukcji ich ilości z zachowaniem mocy całkowitej instalacji oraz określonego poziomu produkcji energii elektrycznej. Parametry techniczne paneli zawarto w poniższej tabeli. Podane parametry mają za zadanie wyznaczyć standard jakości, dopuszcza się zastosowanie urządzeń równoważnych gwarantujących opisany standard.

#### ***Parametry techniczne modułów PV***

Technologia	Monokrystaliczna innowacyjna np. PERC shingled itp.
Moc znamionowa	405 Wp
Sprawność	20,5 %
Napięcie MPP	Ok. 38,7 V
Prąd MPP	Ok. 10,40 A
Napięcie jałowe	Ok. 46,0 V
Prąd zwarcia	Ok. 11,00 A
Gwarancja liniowa na moc	80% po 25 latach
Wytrzymałość na obciążenie śniegiem	5400 Pa

### **3.3.2. Inwertery**

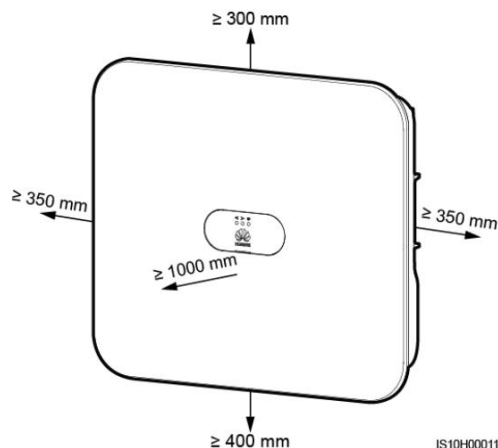
System przetwarzania prądu stałego na przemienny oparto na inwerterach (falownikach) fotowoltaicznych beztransformatorowych, 3-fazowych z wbudowaną blokadą pracy wyspowej. Minimalne parametry techniczne inwerterów zawarto w poniższej tabeli:

#### ***Minimalne parametry techniczne inwertera***

Moc znamionowa AC	30 kW
Napięcie wejściowe DC	1000 V
Liczba MPPT/liczba wejść	3/2
AC napięcie przemiennie wyjściowe	230/400 V
Ilość faz	Trójfazowe
Częstotliwość	50 Hz
Rozłącznik obwodów DC	Tak
Zabezpieczenie przed pracą wyspową	Tak
Minimalne napięcie wejściowe	200 V
Stopień ochrony	IP65
Klasa ochronności	I

Montaż inwertera zaprojektowano na poddaszu budynku. Inwerter zabezpieczony przed dostępem osób niepowołanych, całość terenu ogrodzona dostęp na poddasze tylko upoważnionych osób. Instalację urządzenia wykonać zgodnie z instrukcjami i zaleceniami producenta, stosując uchwyty montażowe dołączone do urządzeń oraz zachowując odległości

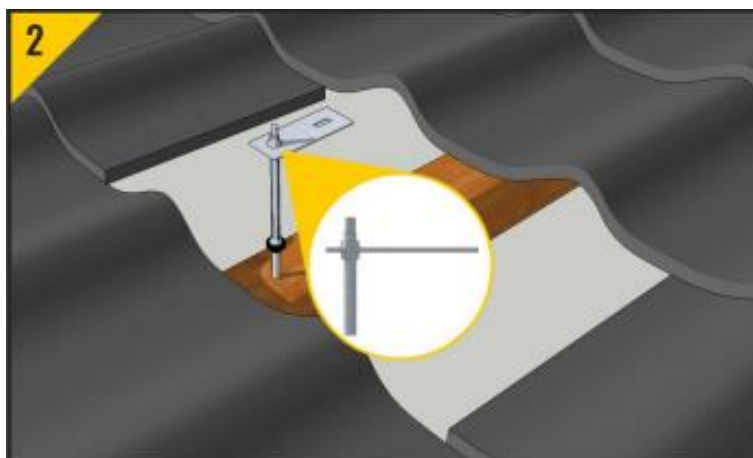
separacyjne pomiędzy istniejącymi elementami wyposażenia pomieszczeń technicznych oraz zapewniając swobodną wentylację urządzenia.



Poglądowy rysunek zachowania odstępów podczas montażu inwertera

### 3.3.3. Konstrukcja montażowa

Na dachu skośnym konstrukcja montażowa składać się będzie z śrub dwugwintowych stalowych mocowanych do krokwi dachowych. W celu montażu śrub należy zlokalizować krokiew, nawiercić ją a następnie wkręcić śrubę tak, aby uszczelka mocno przylegała do blachodachówki zabezpieczając dach przed przeciekaniem. Do drugiego końca śruby należy przykręcić adapter i wypoziomować płaszczyznę montażu modułów.

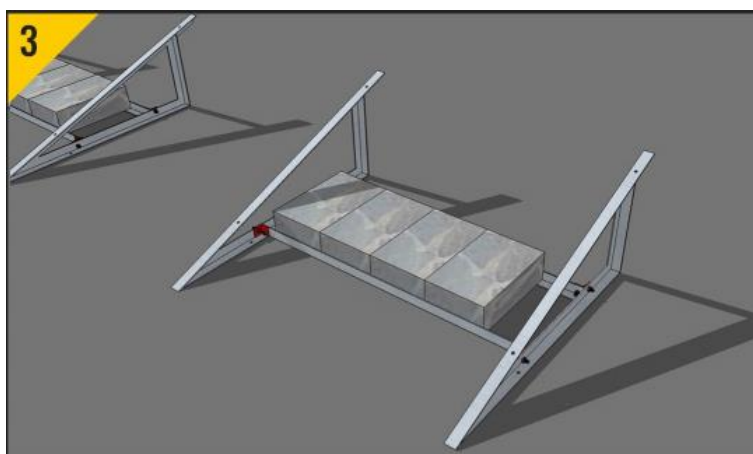


Do adaptera należy przymocować za pomocą śrub profil aluminiowy o przekroju 40x40mm z kanałem szybko-montażowym. Moduły fotowoltaiczne mocować do profili aluminiowych za pośrednictwem klem aluminiowych dociskających ramę modułów PV. Zgodnie z wytycznymi producenta: mocowanie klemami do profili montażowych na dłuższej krawędzi modułów, stosować minimum 4 punkty montażowe na moduł.



Przykładowa konstrukcja montażowa modułów PV.

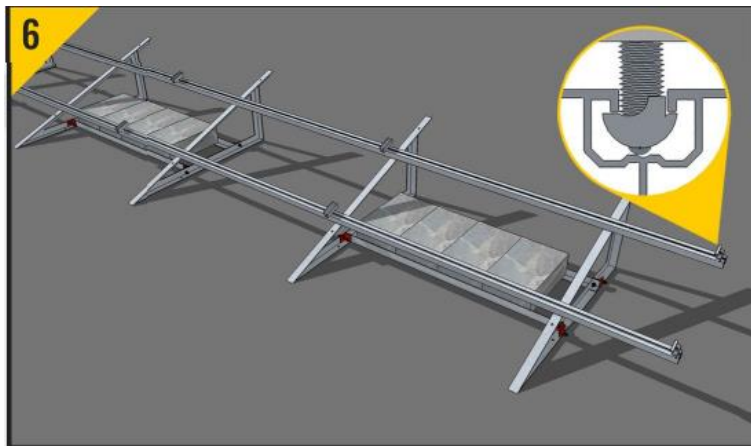
Konstrukcja montażowa modułów fotowoltaicznych w części z dachem płaskim składać się będzie z trójkątów aluminiowych o kącie nachylenia 15°, balastu, profili aluminiowych, klem mocujących oraz śrub i nakrętek. W pierwszej kolejności należy rozplanować ułożenie trójkątów które to następnie należy połączyć ze sobą połączeniami śrubowymi z kątownikami aluminiowymi. Co drugą parę trójkątów (lub zgodnie z zaleceniami producenta systemu) obciążyć balastem w postaci bloczków betonowych.



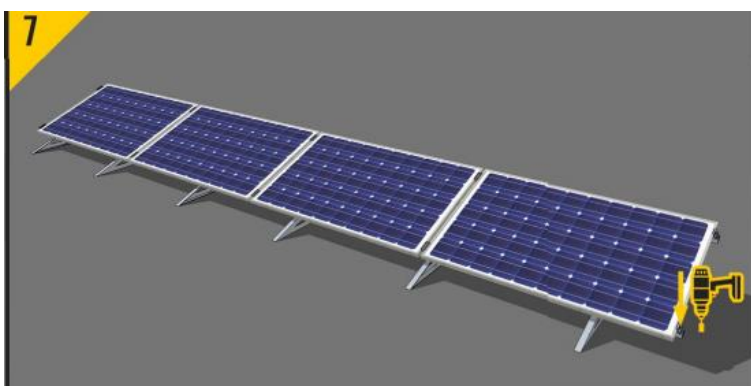
Tak przygotowane stelaże należy ułożyć zapewniając jedną płaszczyznę montażu modułów fotowoltaicznych. Powierzchnie w których konstrukcja dolega do powierzchni dachu zabezpieczyć przed przetarciem poprzez zastosowanie dodatkowej warstwy papy lub uszczelki/gumy EPDM.

Do przeciwprostokątnej trójkątów przykręcić profile aluminiowe wykorzystując płytki kanał montażowy. Głęboki kanał montażowy wykorzystać do wprowadzenia wpustów przesuwnych i przykręcenia klem montujących panele fotowoltaiczne.





Podczas montażu konstrukcji nośnej modułów PV należy zachować równe odległości punktów mocujących od krawędzi modułów oraz symetrię. Panele fotowoltaiczne mocować co najmniej 4 klemami, na dłuższych krawędziach modułów. W trakcie montażu należy przestrzegać wytycznych oraz instrukcji producentów modułów fotowoltaicznych oraz konstrukcji nośnej.



Przykładowa konstrukcja montażowa modułów PV

Stosować gotowe systemy konstrukcyjne, montaż zgodnie z zaleceniami producenta konstrukcji oraz modułów PV.

#### ***3.3.4. Rozdzielnice elektryczne DC***

Obok inwertera należy zabudować rozdzielnicę DC wyposażoną w zabezpieczenia elektryczne strony stałoprądowej generatora PV. Zabezpieczenia generatora fotowoltaicznego należy zainstalować w modułowej rozdzielnicy elektrycznej IP65 np. typu RH 1x12, 2x12, 3x12 itp.. Rozdzielnicę należy zlokalizować w pobliżu inwertera fotowoltaicznego.

#### ***Ochrona przetężeniowa DC***

Każdy łańcuch fotowoltaiczny należy zabezpieczyć przed zwarcie stosując podstawy rozłączalne dedykowane dla fotowoltaiki min. 1000V DC z wkładką topikową gPV CH10x38 15A. Stosować podstawy rozłączalne dwu polowe 2P zabezpieczające wkładką topikową biegun dodatni oraz ujemny.

#### ***Ochrona przeciwprzepięciowa DC***

Instalacja PV ze względu na zajmowaną powierzchnię oraz usytuowanie na otwartej przestrzeni zagrożona jest bezpośrednim uderzeniem pioruna. W związku z powyższym

wymagane jest zastosowanie odpowiedniej ochrony przeciwprzepięciowej. Szczegółowe zasady doboru ochrony przeciwprzepięciowej przedstawiono w normie PN-EN 62305-2 oraz PN-HD 60364-7-712.

Budynki na których zaplanowano montaż generatora PV pokryte blachą oraz papą i wyposażone w instalację ochrony odgromowej wykonanej z zwodów poziomych FeZn  $\varnothing 8$  prowadzonych po obrysie dachu, przewodów odprowadzających oraz uziomu. Ze względu na ograniczoną powierzchnię połaci dachowych nie istnieje możliwość zachowania odstępów separacyjnych pomiędzy instalacją ochrony odgromowej a modułami fotowoltaicznymi i ich konstrukcją montażową.

W celu zabezpieczenia generatora PV fotowoltaicznej przed wpływem wyładowań atmosferycznych przewiduje się instalację ograniczników przepięć typu 1+2 gwarantujących poziom napięcia ochronnego  $\leq 4\text{kV}$  oraz ochronę przed prądem wyładowczym 5kA/biegun. Elementy konstrukcyjne należy połączyć z zwodami instalacji ochrony odgromowej przewodem LgY 16mm<sup>2</sup>.

### ***3.3.5. Rozdzielnice elektryczne AC***

Obok inwertera należy zabudować rozdzielnicę AC wyposażoną w zabezpieczenia elektryczne strony stałoprądowej generatora PV. Zabezpieczenia generatora fotowoltaicznego należy zainstalować w modułowej rozdzielnicy elektrycznej IP65 np. typu RH 1x12, 2x12, 3x12 itp.. Rozdzielnicę należy zlokalizować w pobliżu inwertera fotowoltaicznego.

### ***Ochrona nadprądowa AC***

W celu zapewnienia ochrony przetężeniowej instalacji, obwód zasilający inwerter należy zabezpieczyć wyłącznikiem nadmiarowo-prądowym typu S303, charakterystyka B.

### ***Ochrona przepięciowa AC***

Generator PV ze względu na zajmowaną powierzchnię oraz usytuowanie na otwartej przestrzeni zagrożony jest bezpośrednim uderzeniem pioruna. Ponadto elementy składowe generatora fotowoltaicznego zagrożone są przepięciami indukowanymi oraz przepięciami z sieci elektroenergetycznej.

Ochronę przepięciową zapewnić poprzez ogranicznik przepięć typu 1+2 o stopniu ochrony min. 1,5 kV, prąd wyładowczy min.  $I_n=12,5\text{ kA}$ , maksymalny prąd wyładowczy min.  $I_{max} = 30\text{ kA}$ .

### ***3.3.6. Przyłączenie instalacji do wewnętrznej sieci elektrycznej obiektów***

Instalację należy przyłączyć do podrozdzielni RMSZ Szkoły. Zabezpieczenia instalować w modernizowanej rozdzielni dostosowanej do przyłączenia instalacji fotowoltaicznej o mocy 30 kW. Punkt przyłączenia zabezpieczyć wyłącznikiem nadmiarowo-prądowym typu S303, charakterystyka B.

### ***3.3.7. Trasy kablowe DC***

Połączenia między modułami fotowoltaicznymi z falownikiem wykonać należy przy użyciu kabli fotowoltaicznych z podwójną izolacją, klasa ochrony II, bezhalogenowych, odpornych na działanie warunków atmosferycznych, zmiennych temperatur oraz promieniowania UV. Materiał żyły – miedź ocynowana, napięcie pracy 0,6/1kVDC. Praca w temperaturze -40°C do 90°C. Przekrój przewodu dobrano odpowiednio do obciążenia –



przekrój przewodu równy  $6\text{mm}^2$ . Kable nierozprzestrzeniające płomieni zgodnie z EN 60332-1. Połączenia kabli wykonać ze złączek MC4 odpornych na zmienne warunki atmosferyczne i temperatury.

Trasy kablowe prowadzone na dachu pod modułami prowadzić wzdłuż rzędów modułów, mocując kable do konstrukcji wsporczej instalacji lub ramek modułów przy pomocy opasek zaciskowych. Trasy kablowe prowadzone od pola modułu po dachu prowadzić w rurach giętkich pod dachówką. Trasy prowadzone po elewacji należy wykonać z rur sztywnych odpornych na UV. Mocowanie tras kablowych wykonywać co ok 50cm, sposób montażu nie może zagrażać szczelności przegród budynku.

Aby uniknąć występowania indukowanego pola elektrycznego powstającego na skutek przepływu prądu stałego w obwodzie, po stronie modułów fotowoltaicznych należy prowadzić wzdłuż blisko siebie przewody o biegunie dodatnim i ujemnym.

### 3.3.8. Trasy kablowe AC

Energia elektryczna produkowana poprzez generator fotowoltaiczny przesyłana będzie z inwertera, przez rozdzielnię RPV-AC do rozdzielni RMSZ budynku Szkoły. Projektuje się wykonanie trasy kablowej po elewacji w narożu budynku pomiędzy szkołą a przedszkolem lub za rynną w miejscu nie zaburzającej estetyki budynku.



Trasę kablową AC w budynku wykonać w rurach sztywnych PCW lub korytach kablowych z PCW.

### 3.4. Ochrona ppoż.

Budynek zostanie wyposażony w WYŁ. PPOŻ. zasilania. W ramach budowy instalacji fotowoltaicznej projektuje się zabudowę rozłączników DC z wyłącznikiem napięciowym. Zabezpieczenie ppoż. instalacji zostanie zintegrowane z istniejącymi WYŁ. PPOŻ., w tym celu należy wyprowadzić przewód sygnałowy niepalny HDGs 2x1,5mm<sup>2</sup> od istniejących WYŁ. PPOŻ. do rozłączników DC z wyłącznikami. Przewody sygnałowe układać wewnątrz budynku natynkowo na uchwytach CNBOP, mocowanie uchwyty co ok. 50cm.

Zadziałanie wyłączników ppoż. skutkuje odłączeniem zasilania AC inwerterów fotowoltaicznych, zadziałaniem zabezpieczeń ppoż. DC i zatrzymaniem pracy generatora PV. Rozłączniki ppoż. DC montować w rozdzielniach modułowych RPV PPOŻ., typu RH IP65 1x12, 2x12 itp. Montaż zabezpieczeń zakończyć próbami zadziałania WYŁ. PPOŻ.

#### Przygotowanie obiektu i terenu do prowadzenia działań ratowniczo - gaśniczych

Generator fotowoltaiczny nie wpływa na zmianę warunków ochrony przeciwpożarowej budynku w odniesieniu do zaopatrzenia w wodę do zewnętrznego gaszenia pożaru jak i w odniesieniu do dogi pożarowej.

### 3.5. Ochrona przeciwporażeniowa

Ochrona przeciwporażeniowa przed dotykiem bezpośrednim zapewniona poprzez izolację przewodów oraz obudowy i skrzynki rozdzielcze.

Ochrona przeciwporażeniowa przed dotykiem pośrednim zapewniona poprzez połączenia wyrównawcze rozdzielni fotowoltaicznych i komponentów instalacji PV oraz samoczynne wyłączenia zasilania. Inwertery wyposażone w zabezpieczenie różnicowoprądowe RCMU.

### 3.6. Ochrona odgromowa i uziemienie systemu

Uziemienie systemu PV ma za zadanie chronić ludzi przed porażeniem oraz instalację przed następstwami wystąpienia przepięcia lub wyładowania atmosferycznego. Uziemienie modułów fotowoltaicznych wykonać poprzez 4 punkty mocujące – klemy aluminiowe – zapewniające odpowiedni kontakt pomiędzy ramką modułu a konstrukcją nośną. Ze względu na ograniczoną powierzchnię połączeń pachowych, nie istnieje możliwość zachowania odstępów izolacyjnych  $S \geq 50\text{cm}$  pomiędzy metalowymi elementami generatora PV a elementami ochrony odgromowej budynku. W związku z powyższym konstrukcję nośną modułów należy połączyć połączeniem wyrównawczym przewodem LgY 16mm<sup>2</sup> z zwodami instalacji ochrony odgromowej. Dla każdego pola modułów wykonywać min. 2 połączenia wyrównawcze odległość między połączeniami max. 10m.

Obok inwertera oraz rozdzielnic RPV zamontować szynę wyrównawczą PE. Do szyny wyrównawczej przewodem ochronnym uziemić ograniczniki przepięć DC, AC oraz inwerter. Szynę wyrównawczą uziemić do istniejącej instalacji ochronnej budynku. Wymagana rezystancja uziemienia  $R \leq 10\Omega$ . Połączenia uziemiające wykonane przewodem o przekroju min. 16mm<sup>2</sup>.

Nie stwierdzono konieczności rozbudowy istniejącej instalacji ochrony odgromowej ze względu na montaż generatora fotowoltaicznego. Z uwagi na ograniczoną przestrzeń na dachu może wystąpić konieczność przesunięcia zwodów odgromowych z miejsc przewidzianych do montażu modułów. Prace zakończyć pomiarami rezystancji uziemień, w przypadku negatywnej oceny pomiarów należy rozbudować uziemienie np. przez uziom szpilkowy pograżany.

### **3.7. Pomiary i odbiory**

Prace elektroinstalacyjne należy zakańczać stosownymi pomiarami takimi jak: pomiar rezystancji izolacji przewodów, pomiar rezystancji uziemień, pomiar samoczynnego wyłączenia zasilania. W ramach odbiorów należy zgłosić mikroinstalację do OSD składając stosowne formularze.

### **3.8. Uwagi końcowe**

Wszelkie prace oraz roboty budowlane należy wykonywać zgodnie ze sztuką budowlaną, wymaganiami bezpieczeństwa i higieny pracy, polskimi normami i przepisami oraz wytycznymi i zaleceniami producentów stosowanych materiałów. Zastosowane w projekcie materiały, rozwiązania techniczne i urządzenia winny spełniać normy bezpieczeństwa ppoż. i bhp, posiadać stosowne atesty i aprobaty.

Materiały i urządzenia stosowane do realizacji inwestycji wymagają akceptacji Inwestora.

Przed przystąpieniem do robót wymiary zweryfikować w terenie.

Wszelkie zastrzeżone nazwy i znaki towarowe należą do ich prawnych właścicieli i zostały wykorzystane wyłącznie w celach informacyjnych. Użycie nazw własnych materiałów budowlanych i elektroinstalacyjnych ma za zadanie wyznaczenie standardów jakości komponentów instalacji. Wszelkie zapisy powołujące się na wyroby konkretnych producentów należy rozumieć jako materiał „taki lub równoważny” zachowujący te same parametry jakościowe i techniczne.

Uwagi i opisy zamieszczone w części rysunkowej stanowią integralną część projektu. Przed przystąpieniem do realizacji, wymiary zweryfikować w terenie.

## 4. Instalacja elektryczna – obliczenia

### 4.1. Strona DC

#### 4.1.1. Dobór wkładki bezpiecznikowej gPV

$$1,35 \cdot I_{MOD MAX OCPR} < (N - 1) \cdot I_{SC}$$

$$1,1 \cdot I_{SC} \leq I_n \leq I_{MOD MAX OCPR}$$

Dla równoległego montażu  $\leq 2$  łańcuchów fotowoltaicznych ochrona przeciwzwarceniowa nie jest wymagana. W celach konserwacyjno-eksploatacyjnych dobrano rozłącznik bezpiecznikowy 2-polowy z wkładkami gPV CH10x35 15A.

#### 4.1.2. Dobór przewodów

Wymaganą średnicę przewodu obliczono za pomocą równania:

$$\% = \frac{P \cdot l}{U^2 \cdot A \cdot \gamma} = \frac{20 \cdot 405 \cdot 100}{(20 \cdot 35)^2 \cdot 6 \cdot 58} \cdot 100\% = 0,48\%$$

gdzie:

- A - przekrój przewodu [mm<sup>2</sup>]
- P - moc obwodu [W]
- l - długość obwodu [m]
- U - napięcie obwodu [V]
- $\gamma$  - przewodność właściwa, dla miedzi 58m/Ω·mm<sup>2</sup>
- % - dopuszczalna strata na przewodach

Dobrano przewód solarny o przekroju 6 mm<sup>2</sup>.

Przewód solarny miedziany, ocynowany w podwójnej izolacji o napięciu nominalnym 1,0/1,5 kV, zakresie pracy w temperaturach -40 do 120°C.

#### 4.1.3. Dopasowanie inwertera

Inwerter: 30 kW	
Limity napięcia	Minimalne napięcie w temperaturze modułów 70°C (322 V) > Minimalne napięcie MPPT (200 V)
Limity napięcia	Maksymalne napięcie w temperaturze modułu 15° C (803 V) < Maksymalne napięcie MPPT (1000 V)
Limity napięcia	Napięcie jałowe w temperaturze modułu -10° C (1000 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
Limity prądu	Prąd zwarcia (22 A) < Maksymalny prąd falownika (25 A)
Limity prądu	Współczynnik wielkości mocy (80 %) < (100 %) < (120 %)

## 4.2. Strona AC

### 4.2.1. Dobór zabezpieczeń

Obliczenia doboru wyłącznika nadmiarowo-prądowego dla inwertera 30 kW

$$I_B = \frac{P_0}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot U_n} = \frac{30\,000}{\sqrt{3} \cdot 0,94 \cdot 400} = 46,07\,A$$

Wybrano wyłącznik nadmiarowo-prądowy typu S303 In=50A, charakterystyka B.

### 4.2.2. Dobór przewodów

Obliczanie doboru kabla zasilającego inwerter ze względu na prąd obciążenia:

$$I_B = 46,07\,A$$

Ze względu na powyższe warunki dobrano przekrój przewodu  $A=16\text{mm}^2$  ( $I_z = 69\,A$ ).

Obliczanie dopuszczalnego spadku napięcia przy prądzie znamionowym (długość trasy  $l=18\text{m}$ ):

$$\% = 100 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{I_B \cdot l \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot A \cdot U_n}$$
$$100 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{46,07 \cdot 18 \cdot 0,94}{58 \cdot 16 \cdot 400} = 0,36\%$$

gdzie:

- $I_B$  - prąd obciążenia [A]
- $l$  - długość przewodu [m]
- $U_n$  - napięcie międzyfazowe [V]
- $\%$  - dopuszczalna strata na przewodach [%]
- $\gamma$  - konduktywność [ $\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$ ]

Dla zasilenia inwertera dobrano przewód:

YKYżo 5x16mm<sup>2</sup> 0,6/1kV (do zastosowań zewnętrznych)

Projektant:

**mgr inż. Marcin Malinowski**  
nr upr.: POM/0208/POOE/10

.....

## **5. Obliczanie wydajności (uzysku energetycznego)**

### **5.1. Analiza uzysku energetycznego i zacienienia**

W systemie fotowoltaicznym zazwyczaj należy unikać zacienienia, ponieważ powoduje to zmniejszenie dostępnej energii słonecznej, a w tym samym produkowanej energii elektrycznej. Dopuszczalne zacienienie modułów nie powinno przekraczać 3-4% na rok. W szczególnych przypadkach jest to dozwolone, zwykle w systemach z zastosowaniem mikroinwerterów lub optymalizatorów mocy.

W analizowanym przypadku stwierdzono występowanie znacznego zacienienia na skutek istniejącej infrastruktury technicznej na dachu (maszty nadawcze, kominy). Ze względu na wystarczającą powierzchnię pozostałej niezacienionej powierzchni dachu, nie występuje konieczność zastosowania mikroinwerterów lub optymalizatorów mocy.

Użytkownik systemu zobowiązany jest do kontrolowania otoczenia mogącego zacieniać moduły PV (np. pielęgnacja okolicznego drzewostanu, montaż dodatkowych urządzeń np. anten w sposób nie wpływający na pracę modułów PV).

Prognozowany roczny uzysk energetyczny wyznaczono na podstawie symulacji pracy instalacji przeprowadzonej w programie PV\*SOL premium stanowiącej załącznik do projektu.

## 6. Zestawienie materiałów

### 6.1. Zestawienie materiałów konstrukcyjnych

Lp.	Nazwa	Materiał	Ilość [kpl.]
1.	Systemowa konstrukcja montażowa modułów fotowoltaicznych do dachów drewnianych (montaż na śrubie dwugwintowej) kompletna konstrukcja na 50 modułów	Stal / aluminium	1
2.	Systemowa konstrukcja montażowa modułów fotowoltaicznych do dachów płaskich balastowa kompletna konstrukcja na 24 moduły	Stal / aluminium	1

### 6.2. Zestawienie materiałów elektrycznych

Lp.	Nazwa	Producent	Model	Ilość [szt]
1.	Moduł fotowoltaiczny	-	405Wp	74
2.	Inwerter	-	30kW 3-fazowy	1
3.	Rozłącznik izolacyjny DC 32A	-	4P 32A	5
4.	Wyzwalacz wzrostowy do rozłączników DC	-	110V-415V AC	5
5.	Podstawy bezpiecznikowe rozłączalne 1000V DC PV	-	10x38 1000VDC	5
6.	Wkładka bezpiecznikowa CH10x38 15A 1000VDC gPV		10x38 15A 1000VDC gPV	10
7.	Ogranicznik przepięć DC typ 1+2	-	T1+2 PV	5
8.	Wyłącznik nadmiarowo-prądowy	-	S303 B50	2
9.	Ogranicznik przepięć AC typ 1+2	-	T1+2	1
10.	Rozdzielnia elektryczna modułowa	-	36 pól	2
11.	Rozdzielnia elektryczna modułowa	-	12 pól	1
12.	Złącze kabli fotowoltaicznych	-	MC4	15
13.	Szyna wyrównawcza SW-PV	-	-	1

### 6.3. Zestawienie kabli

Lp.	Typ kabla	Opis	Przekrój	Napięcie U <sub>0</sub> /U	Długość
1.	Kabel fotowoltaiczny	Kabel Solarny	1x6mm <sup>2</sup>	1,0/1,5 kV	700 m
2.	Kabel YKYżo	Kabel, polwinil	5x16mm <sup>2</sup>	0,6/1kV	20 m
3.	Przewód LgYżo	Przewód, polwinil	1x16mm <sup>2</sup>	0,6/1 kV	50 m
4.	Rura giętka karbowana	Odporna na UV	-	-	50 m
5.	Listwa instalacyjna	Wewnętrzna	-	-	20 m

## **7. Rysunki**

### **7.1. Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej o mocy 30 kW – E1**



## **8. Załączniki**

### **8.1. Kalkulacja uzysku energetycznego**