



Nazwa i adres Jednostki Projektowej:

**ECOREN sp. z o.o.**  
**Trakt św. Wojciecha 237b, 80-017**  
**Gdańsk**  
**NIP 584-277-94-98, KRS 0000760096**

## PROJEKT TECHNICZNY

*W ramach zadania:*

*Opracowanie dokumentacji technicznej na dostawę i montaż instalacji  
fotowoltaicznej i pomp ciepła w obiektach użyteczności publicznej na terenie  
Gminy Bądkowo*

LOKALIZACJA:	<i>Włocławska 13, Bądkowo</i> <i>Województwo: kujawsko - pomorskie</i> <i>Powiat: Aleksandrów Kujawski</i> <i>Gmina: Bądkowo</i> <i>Obręb: Bądkowo, dz. nr 231/1</i>	
INWESTOR:	<i>Gmina Bądkowo</i> <i>ul. Włocławska 82, 87-704 Bądkowo</i>	
JEDNOSTKA PROJEKTOWA:	<i>ECOREN Sp. z o.o.</i> <i>Trakt św. Wojciecha 237b</i> <i>80-017 Gdańsk</i>	
ZAKRES OPRACOWANIA:	<i>Budowa mikroinstalacji fotowoltaicznej na potrzeby wewnętrzne Gimnazjum Bądkowo.</i>	
FUNKCJA:	<i>Imię Nazwisko:</i>	<i>Podpis:</i>
PROJEKTOWAŁ: (branża elektryczna)	<i>mgr inż. Kacper Redlicki</i> <i>upr. nr POM/0425/PWBE/21</i>	
OPRACOWAŁ:	<i>inż. Damian Kostuch</i>	
DATA OPRACOWANIA:	<i>listopad 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> .....	12
3.3.3. <i>Konstrukcja montażowa</i> .....	13
3.3.4. <i>Rozdzielnice elektryczne DC</i> .....	15
3.3.5. <i>Rozdzielnice elektryczne AC</i> .....	16
3.4. Przyłączenie instalacji do wewnętrznej sieci elektrycznej obiektów .....	16
3.5. Trasy kablowe DC .....	17
3.6. Trasy kablowe AC .....	18
3.7. Ochrona ppoż. ....	18
3.8. Ochrona przeciwporażeniowa .....	18
3.9. Ochrona odgromowa i uziemienie systemu .....	18
3.10. Pomiary i odbiory .....	19
3.11. Uwagi końcowe .....	19
4. Instalacja elektryczna – obliczenia .....	20
4.1. Strona DC .....	20
4.1.1. <i>Dobór wkładki bezpiecznikowej gPV</i> .....	20
4.1.2. <i>Dobór przewodów</i> .....	20
4.2. Strona AC .....	20
4.2.1. <i>Dobór zabezpieczeń</i> .....	20
4.2.2. <i>Dobór przewodów</i> .....	21
5. Obliczanie wydajności (uzysku energetycznego) .....	22
5.1. Analiza uzysku energetycznego i zacienienia .....	22
6. Zestawienie materiałów .....	23
6.1. Zestawienie materiałów konstrukcyjnych .....	23

6.2.	Zestawienie materiałów elektrycznych.....	23
6.3.	Zestawienie kabli .....	24
7.	Rysunki.....	25
7.1.	Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej – E1 .....	25
8.	Załączniki .....	26
8.1.	Kalkulacja uzysku energetycznego .....	26

## 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 Gimnazjum Bądkowo**” stanowiący niniejsze opracowanie, został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektant:                    **mgr inż. Kacper Redlicki**  
(branża elektryczna)        upr. nr POM/0425/PWBE/21

.....

Gdańsk, dnia 27 grudnia 2021 r.

sygn. akt. 302/POM/OKK/21

## DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (t. j. Dz. U. z 2019 r. poz. 1117 ze zm.) i art. 12 ust. 2, ust. 3 i ust. 4c pkt 3, art. 14 ust. 1 pkt 4c, art. 15a ust. 1 i ust. 22 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t. j. Dz. U. z 2020 r. poz. 1333 ze zm.) i art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (t. j. Dz. U. z 2021 r., poz. 735 ze zm.), po ustaleniu, że spełnione zostały warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym,

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

**Pan Kacper Adam Redlicki**  
magister inżynier elektrotechniki  
urodzony dnia 25.11.1992 r. w Elblągu

otrzymuje

**UPRAWNIENIA BUDOWLANE**  
numer ewidencyjny: POM/0425/PWBE/21

**do projektowania i kierowania robotami budowlanymi 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. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

**Pan Kacper Adam Redlicki upoważniony jest:**

Na podstawie art. 12 ust.1 pkt 1-5, art. 13 ust. 3 i 4, art. 15a ust. 1 i ust. 22 ustawy Prawo budowlane (t. j. Dz. U. z 2020 r., poz. 1333 ze zm.), w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych, bez ograniczeń do:

- a) projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i technicznych oraz sprawowania nadzoru autorskiego,
- b) kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi,
- c) kierowania wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzoru i kontroli technicznej wytwarzania tych elementów,
- d) wykonywania nadzoru inwestorskiego,
- e) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych,
- f) sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie specjalności niniejszych uprawnień,
- g) projektowania obiektu budowlanego i kierowania robotami budowlanymi związanymi z obiektem budowlanym, takim jak: sieci, instalacje i urządzenia elektryczne i elektroenergetyczne, w tym kolejowe, trolejbusowe i tramwajowe sieci trakcyjne, sieci trakcyjne metra, wraz z instalacjami i urządzeniami technicznymi zasilania, w tym kolejowej, trolejbusowej i tramwajowej sieci trakcyjnej, sieci trakcyjne metra oraz elektrycznego ogrzewania rozjazdów.

**Pouczenie**

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

Zgodnie z treścią art. 127a ustawy Kodeks postępowania administracyjnego (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 735 ze zm.):

§ 1. W trakcie biegu terminu do wniesienia odwołania strona może zrzec się prawa do wniesienia odwołania wobec organu administracji publicznej, który wydał decyzję.

§ 2. Z dniem doręczenia organowi administracji publicznej oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do wniesienia odwołania przez ostatnią ze stron postępowania, decyzja staje się ostateczna i prawomocna.

W przypadku złożenia przez stronę oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do odwołania od decyzji (określonego w § 2) stronie nie przysługuje prawo do odwołania się ani skargi do sądu administracyjnego.

**Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:**



**PRZEWODNICZĄCY**

Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

**dr inż. Marek Wesołowski**

**ZASTĘPCA PRZEWODNICZĄCEGO**

Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

**mgr inż. Maciej Malinowski**

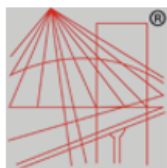
**CZŁONEK**

Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

**mgr inż. Marcin Burzyński**

**Otrzymują:**

- 1. Wnioskodawca
- 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-82R-JLB-WFA \*

Pan Kacper Adam Redlicki o numerze ewidencyjnym POM/IE/0040/22  
adres zamieszkania ul. Kolejowa 9/4, 83-300 Kartuzy  
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 2022-02-01 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:

- Umowy między Gminą Bądkowo a ECOREN Sp. z o.o. z dnia 7 października 2022 roku.
- Uzgodnień z Inwestorem;
- Inwentaryzacji stanu istniejącego na podstawie przeprowadzonej wizji lokalnej obiektu;
- Rachunków i rozliczeń energii elektrycznej z Operatorem;
- Dokumentacji archiwalnej.

## **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 kompleksu szkolno-przedszkolnego .

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 mikro instalacji fotowoltaicznej na dachach kompleksu szkolnego. Energia elektryczna wyprodukowana przez instalację, zużywana będzie na potrzeby własne urządzeń pracujących w obrębie obiektu. Moduły fotowoltaiczne zostaną zabudowane równolegle do krawędzi dachu. Za przekształcenie napięcia DC na napięcie sieciowe 400/230V, 50Hz odpowiadać będzie inwerter fotowoltaiczny.

Planuje się zabudowę 120 szt. modułów fotowoltaicznych o mocy znamionowej 410Wp 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 rozdzielni 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**

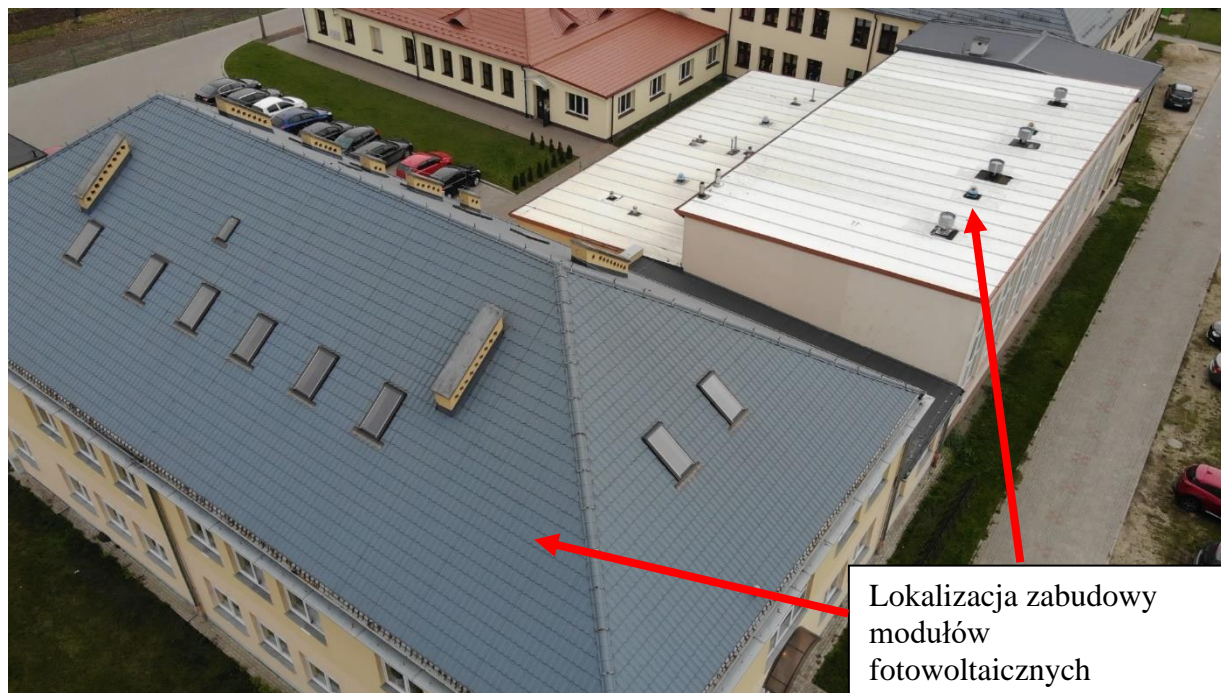
Planowana inwestycja ma charakter proekologiczny, jej celem jest pozyskiwanie energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych zmniejszając zapotrzebowanie obiektów na energię wytwarzaną ze źródeł konwencjonalnych (w szczególności pochodzącej ze spalania węgla).

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

Budynek gimnazjalny wykonany w technologii tradycyjnej, konstrukcja drewniana. Dach o kącie nachylenia  $37^\circ$ , pokryty blachodachówką. Budynek Sali gimnastycznej posiada dach o kącie nachylenia  $12^\circ$ , pokryty blachą rąbek. Budynki zostały wyposażone w instalację ochrony odgromowej. ZK Obiektu zainstalowane przy elewacji budynku zasilane jest bezpośrednio z pobliskiej linii napowietrznej. Budynek posiada dwa przyłącza elektroenergetyczne, istniejąca moc umowna wynosi 40kW.



Zabudowę modułów fotowoltaicznych zaprojektowano na dachu skośnym budynku Gimnazjum i na Sali sportowej.

#### 3.2. Ocena techniczna

Budynek gimnazjalny posiada RG, zasilaną przewodem YKY 4x25mm<sup>2</sup>, podrozdzielnia TP2 znajduje się na klatce schodowej II piętra zasilana jest przewodem YKY 5x10mm<sup>2</sup> z RG. Zabezpieczenie główne RG stanowi rozłącznik FR 303 63 A. Układ wewnętrzny sieci – TNC-S. Budynek wyposażony w awaryjny główny wyłącznik prądu, znajdujący w RG. Instalacje elektryczne oraz rozdzielnie obiektu w stanie bardzo dobrym, nie planuje się modernizacji istniejących instalacji elektrycznych.

#### 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 97 szt. modułów fotowoltaicznych, każdy o mocy 410Wp.

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 97 szt. modułów zbudowanych z krzemu monokrystalicznego o mocy 410Wp każdy, co daje łączną moc układu 39,77 kWp. 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.

***Parametry techniczne modułów PV***

Typ modułów	Monokrystaliczne
Moc modułu	min. 410 Wp
Technologia ogniw	PERC shingled
Sprawność	20,92 %
Tolerancja mocy	-0/+5,00
Wytrzymałość na obciążenie śniegiem	5400 Pa
Odporność na mgłę solną i amoniak	Tak
Certyfikaty	IEC 61215/ IEC 61730 /IEC 62716/IEC 61701
Gwarancja	25 lat
Wymiary (Długość x Szerokość)	1719x1140(+/-10mm)
Grubość ramki	35 mm

*Uwaga: Podane parametry mają za zadanie wyznaczyć standard jakości, dopuszcza się zastosowanie urządzeń równoważnych gwarantujących opisany standard. Możliwość potwierdzenia powyższych parametrów tylko poprzez:*

- Kartę katalogową modułu
- Oświadczenie producenta dot. Roku produkcji
- Oświadczenie producenta dot. Gwarancji produktowej

### 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*

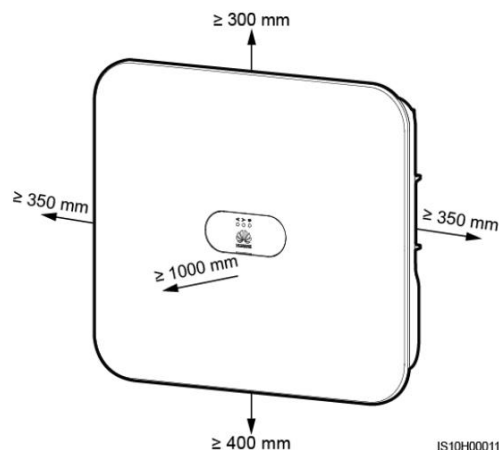
	Falownik nr 1	Falownik nr 2
Moc znamionowa AC	20 kW	20 kW
Sprawność maksymalna	Min. 98%	Min. 98%
Liczba MPPT	Min. 2	Min. 2
AC napięcie przemienne wyjściowe	400 V	400 V
Ilość faz	3	3
Częstotliwość	50 Hz	50 Hz
Rozłącznik obwodów DC	Tak	Tak
Zabezpieczenie przed pracą wyspową	Tak	Tak
Zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją	Tak	Tak
Stopień ochrony obudowy	IP65	IP65
Klasa ochronności	I	I
Moduł komunikacji	WiFi lub RS485 lub LAN	WiFi lub RS485 lub LAN

Montaż inwerterów zaprojektowano na poddaszu budynku. Inwertery zabezpieczony przed dostępem osób niepowołanych, całość terenu ogrodzona dostęp na poddasze tylko dla upoważnionych osób.



Miejsce montażu inwerterów fotowoltaicznych.

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.

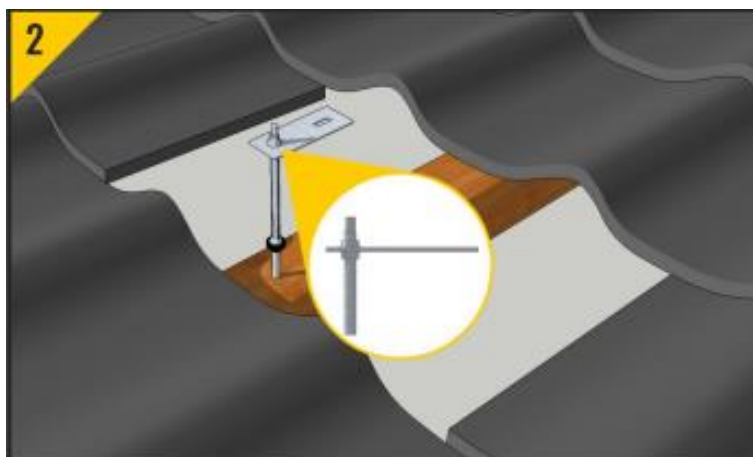


Poglądowy rysunek zachowania odstępów podczas montażu inwertera

### 3.3.3. Konstrukcja montażowa

- Budynek gimnazjalny

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.



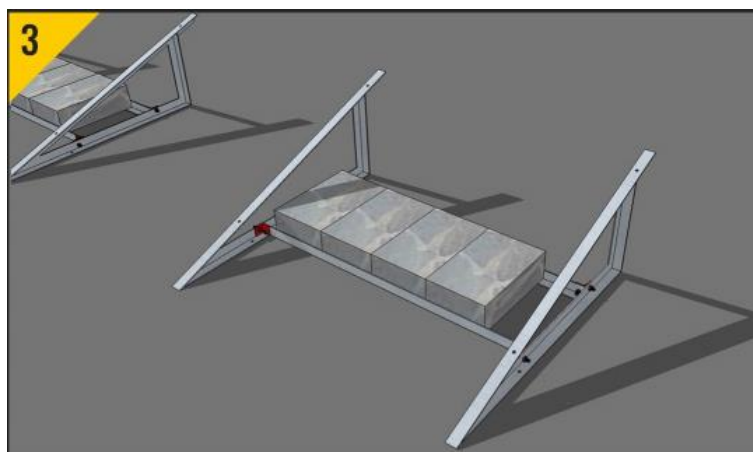
Do adaptera należy przymocować za pomocą śrub profil aluminiowy o przekroju 40x40mm z kanałem szybko-montażowym. Moduły fotowoltaiczne mocować do profili aluminiowych za pośrednictwem klem aluminiowych dociskających ramę modułów PV. Zgodnie z wytycznymi producenta: mocowanie klemami do profili montażowych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



Przykładowa konstrukcja montażowa modułów PV.

- Budynek hali gimnastycznej

Konstrukcja montażowa modułów fotowoltaicznych składać się będzie z trójkątów aluminiowych o kącie nachylenia 12°, 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.

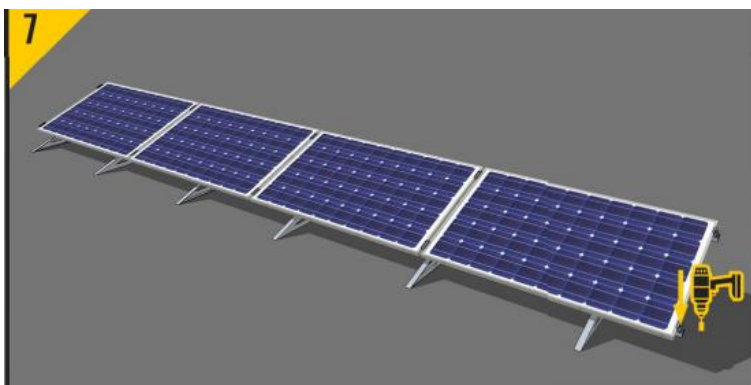


Tak przygotowane stelaże należy ułożyć zapewniając jedną płaszczyznę montażu modułów fotowoltaicznych. Powierzchnie w których konstrukcja dolega do powierzchni dachu zabezpieczyć przed przetarciem poprzez zastosowanie dodatkowej warstwy papy lub uszczelki/gumy EPDM.

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

### **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.

Budynek na którym zaplanowano montaż generatora PV pokryty jest blachą i wyposażony w instalację ochrony odgromowej wykonanej z zwodów poziomych 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.  $I_{max} = 30\text{ kA}$ .

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

Instalację należy przyłączyć do podrozdzielni TP2 znajdującej się na II piętrze budynku. Zabezpieczenia instalować w modernizowanej rozdzielni dostosowanej do przyłączenia instalacji fotowoltaicznej o mocy 40 kW. Punkt przyłączenia zabezpieczyć rozłącznikiem bezpiecznikowym z wkładkami topikowymi. Wybrano rozłącznik bezpiecznikowy z wkładkami topikowymi typu EFD 22 100A z wkładkami topikowymi 3x80A gG.



Miejsce przyłączenia instalacji w podrozdzielni TP2

### 3.5. Trasy kablowe DC

Połączenia między modułami fotowoltaicznymi z falownikiem wykonać należy przy użyciu kabli fotowoltaicznych z podwójną izolacją, klasa ochrony II, bez halogenowych, 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 6mm<sup>2</sup>. 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.

### **3.6. Trasy kablowe AC**

Energia elektryczna produkowana poprzez generator fotowoltaiczny przesyłana będzie z inwertera, przez rozdzielnię RPV-AC do rozdzielni II piętra budynku. Projektuje się wykonanie trasy kablowej wzdłuż istniejących tras kablowych biegnących z poddasza do podrozdzielni II piętra. Trasę kablową AC w budynku wykonać w rurach sztywnych PCW lub korytach kablowych z PCW.

### **3.7. Ochrona ppoż.**

Budynek wyposażony w WYŁ. P-PWP. W ramach budowy instalacji fotowoltaicznej projektuje się zabudowę rozłączników DC z wyzwalaczem napięciowym. Zabezpieczenie ppoż. instalacji zostanie zintegrowane z istniejącymi WYŁ. P-PWP, w tym celu należy wyprowadzić przewód sygnałowy niepalny HDGs 2x1,5mm<sup>2</sup> od istniejącego wyłącznika zasilania do rozłączników DC z wyzwalaczami. Przewody sygnałowe układać wewnątrz budynku natynkowo na uchwytych 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 DC montować w rozdzielniach modułowych RPV PPOŻ., typu RH IP65 1x12, 2x12 itp. Montaż zabezpieczeń zakończyć próbami zadziałania.

### **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.

### **3.8. Ochrona przeciwporażeniowa**

Ochrona przeciwporażeniowa przed dotykiem bezpośrednim zapewniona poprzez izolację przewodów oraz obudowy i skrzynki rozdzielcze. Połączenia między modułami fotowoltaicznymi a falownikiem wykonać należy przy użyciu kabli fotowoltaicznych z podwójną izolacją, klasa ochrony II. Moduły fotowoltaiczne oraz rozdzielnice elektryczne o II klasie ochronności.

Ochrona przeciwporażeniowa przed dotykiem pośrednim zapewniona poprzez połączenia uziemiające rozdzielni fotowoltaicznych i komponentów instalacji PV oraz samoczynne wyłączenia zasilania.

### **3.9. 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.

Obok inwertera oraz rozdzielnic RPV zamontować szynę wyrównawczą SW-PV. Do szyny wyrównawczej przewodem ochronnym uziemić ograniczniki przepięć DC, AC oraz inwerter. Szynę wyrównawczą połączyć do uziemienia obiektu. 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.

### **3.10. 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 mikro instalację do OSD składając stosowne formularze.

### **3.11. 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-półowy z wkładkami gPV CH10x35 15A.

#### 4.1.2. Dobór przewodów

Wymaganą średnicę przewodu obliczono za pomocą równania:

$$\% = \frac{P \cdot l}{U^2 \cdot A \cdot \gamma} = \frac{17 \cdot 410 \cdot 25}{(17 \cdot 38,8)^2 \cdot 6 \cdot 58} \cdot 100\% = 0,1\%$$

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.

### 4.2. Strona AC

#### 4.2.1. Dobór zabezpieczeń

Obliczenia doboru wyłącznika nadmiarowo-prądowego dla inwertera 20 kW

$$I_B = \frac{P_0}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot U_n} = \frac{20\ 000}{\sqrt{3} \cdot 0,94 \cdot 400} = 31,9\ A$$

Wybrano wyłącznik nadmiarowo-prądowy typu S303 In=40A, charakterystyka B.

#### Obliczanie doboru zabezpieczenia głównego PV:

$$I_B = \frac{P_0}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot U_n} = \frac{40\,000}{\sqrt{3} \cdot 0,94 \cdot 400} = 61,4\,A$$

$$I_B = 61,4\,A$$

Wybrano rozłącznik bezpiecznikowy z wkładkami topikowymi typu EFD 22 100A z wkładkami topikowymi 3x80A gG.

#### **4.2.2. Dobór przewodów**

Obliczanie dopuszczalnego spadku napięcia przy prądzie znamionowym (długość trasy  $l=10m$ ):

$$\% = 100 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{I_B \cdot l \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot A \cdot U_n}$$

$$100 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{61,4A \cdot 10m \cdot 0,94}{58 \cdot 16mm^2 \cdot 400V} = 0,27\%$$

gdzie:

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

Ze względu na powyższe warunki dobrano przekrój przewodu  $A=16mm^2$  ( $I_z = 98\,A$ ).

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

Projektant:

mgr inż. Kacper Redlicki  
upr. nr POM/0425/PWBE/21

.....

## **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.

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 48 modułów	Stal / aluminium	1
2.	Systemowa konstrukcja montażowa modułów fotowoltaicznych do dachów płaskich (montaż na balaście) kompletna konstrukcja na 49 modułów	Stal / aluminium	1

### 6.2. Zestawienie materiałów elektrycznych

Lp.	Nazwa	Producent	Model	Ilość [szt]
1.	Moduł fotowoltaiczny	-	410Wp	97
2.	Inwerter	-	20kW 3-fazowy	2
3.	Rozłącznik izolacyjny DC 32A	-	4P 32A	6
4.	Wyzwalacz wzrostowy do rozłączników DC	-	110V-415V AC	6
5.	Podstawy bezpiecznikowe rozłączalne 1000V DC PV	-	10x38 1000VDC	6
6.	Wkładka bezpiecznikowa CH10x38 15A 1000VDC gPV		10x38 15A 1000VDC gPV	12
7.	Ogranicznik przepięć DC typ 1+2	-	T1+2 PV	6
8.	Wyłącznik nadmiarowo-prądowy	-	S303 B40	2
9.	Ogranicznik przepięć AC typ 1+2	-	T1+2	1
10.	Rozdzielnia elektryczna modułowa DC	-	24 pól; IP 65	4
11.	Rozdzielnia elektryczna modułowa AC	-	24 pól; IP 65	1
12.	Rozłącznik bezpiecznikowy	ETI Polam	EFD 22	1
13.	Bezpieczniki topikowe	-	80A gG	3
14.	Złączki kabli fotowoltaicznych	-	MC4	24
15.	Szyna wyrównawcza SW-PV	-	-	1

### 6.3. Zestawienie kabli

Lp.	Typ kabla	Opis	Przekrój	Napięcie Uo/U	Długość
1.	Kabel fotowoltaiczny	Kabel Solarny	1x6mm <sup>2</sup>	1,0/1,5 kV	300 m
2.	Kabel YKYżo	Kabel, polwinit	5x10mm <sup>2</sup>	0,6/1kV	10 m
3.	Kabel YKYżo	Kabel, polwinit	5x16mm <sup>2</sup>	0,6/1kV	10 m
4.	Przewód LgY	Przewód, polwinit	1x16mm <sup>2</sup>	0,6/1 kV	20 m
5.	Rura giętka karbowana	Odporna na UV	-	-	40 m
6.	Listwa instalacyjna	Wewnętrzna	-	-	15 m

## **7. Rysunki**

### **7.1. Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej – E1**

## **8. Załączniki**

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