

## **SPIS TREŚCI**

<b>I. CZĘŚĆ ELEKTRYCZNA .....</b>	<b>2</b>
<b>1. Opis opracowania.....</b>	<b>2</b>
1.1. Przedmiot opracowania .....	2
1.2. Podstawa opracowania .....	2
1.3. Zakres opracowania.....	2
1.4. Założenia do projektu .....	2
<b>2. Opis rozwiązań projektowych.....</b>	<b>2</b>
2.1. Stan projektowany .....	2
2.2. Zasilanie w energię elektryczną .....	2
2.3. Ochrona przeciwporażeniowa .....	3
2.4. Ochrona przeciwprzepięciowa .....	3
2.5. Ochrona pożarowa.....	3
2.6. Dobór modułów fotowoltaicznych generatora fotowoltaicznego i inwertera .....	4
2.7. Zabudowa inwertera .....	8
2.8. Zabudowa modułów fotowoltaicznych.....	8
2.9. Zabezpieczenie przed wpływem energii do sieci.....	9
<b>3. Obliczenia .....</b>	<b>10</b>
3.1. Obliczenia uzysku energii .....	10
3.2. Dobór parametrów INV I .....	11
3.3. Dobór parametrów i zabezpieczeń dla INV II .....	13
<b>4. Informacja dotycząca bezpieczeństwa i ochrony zdrowia.....</b>	<b>16</b>
<b>5. Wykaz materiałów .....</b>	<b>18</b>
<b>6. Uwagi końcowe.....</b>	<b>19</b>
<b>7. Załączniki.....</b>	<b>20</b>
7.1. Oświadczenie projektanta branży elektrycznej.....	20
7.2. Kserokopia uprawnień projektanta branży elektrycznej .....	20
7.3. Zaświadczenie o przynależności do ŚOIIB projektanta .....	20
7.4. Zbiór wymagań dla modułów wytwarzania energii typu a, w tym mikroinstalacji .....	20
<b>8. Spis rysunków.....</b>	<b>21</b>
8.1. E1 – Orientacja.....	21
8.2. E2 – Plan sytuacyjny .....	21
8.3. E3 – Plan rozmieszczenia modułów fotowoltaicznych.....	21
8.4. E4 – Plan rozmieszczenia modułów fotowoltaicznych.....	21
8.5. E5 –Schemat ideowy zasilania .....	21
8.6. E6– Schemat złącza z pwp .....	21
8.7. E7 – Schemat złącza ZKPV1 .....	21
8.8. E8 – Schemat instalacji dc.....	21
8.9. E9 – Wygląd złącza ZKPV1.....	21
8.10. E10 – Wygląd złącza ZKPV2.....	21
<b>II. CZĘŚĆ KONSTRUKCYJNA.....</b>	<b>22</b>
<b>1. Ekspertyza stanu technicznego konstrukcji dachu i stropu w budynku szkoły .....</b>	<b>22</b>
<b>2. Załączniki.....</b>	<b>23</b>
2.1. Oświadczenie projektanta branży konstrukcyjnej .....	23
2.2. Kserokopia uprawnień projektanta branży konstrukcyjnej .....	23
2.3. Zaświadczenie o przynależności do ŚOIIB projektanta branży konstrukcyjnej .....	23

# **I. CZĘŚĆ ELEKTRYCZNA**

## **1. OPIS OPRACOWANIA**

### **1.1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA**

Przedmiotem opracowania jest projekt mikroinstalacji fotowoltaicznej w budynku zespołu Placówek Oświatowych im. Unii Europejskiej w Boronowie.

### **1.2. PODSTAWA OPRACOWANIA**

- Obowiązujące przepisy i normy
- Założenia inwestora dotyczące sposobu funkcjonowania budynku
- Zbiór wymagań dla modułów wytwarzania energii typu A, w tym mikroinstalacji

### **1.3. ZAKRES OPRACOWANIA**

- obliczenia zapotrzebowania na wytworzoną energię elektryczną
- dobór modułów fotowoltaicznych i inwerterów
- przeciwpożarowe wyłączniki prądu
- instalacje zasilania projektowanej instalacji fotowoltaicznej
- projekty złącz kablowych
- układy pomiarowe i monitorowania
- zabezpieczenia przeciwporażeniowe instalacji fotowoltaicznej
- zabezpieczenia przeciwprzepięciowej instalacji fotowoltaicznej

### **1.4. ZAŁOŻENIA DO PROJEKTU**

Celem opracowania jest zaprojektowanie nowoczesnej instalacji fotowoltaicznej spełniającej wymogi najnowszych norm i rozporządzeń zgodnych z normami Unii Europejskiej.

## **2. OPIS ROZWIĄZAŃ PROJEKTOWYCH**

### **2.1. STAN PROJEKTOWANY**

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany i wykonawczy2 instalacji fotowoltaicznych. Pierwsza (licznik nr 71233992) składająca się z 123 sztuk modułów fotowoltaicznych o łącznej mocy nieprzekraczającej 49,2kWp, której planowany uzysk energii elektrycznej wynosi 37 201,08 kWh. Druga (licznik nr 94618911) składająca się z 40 sztuk modułów fotowoltaicznych o łącznej mocy 16 kWp, której planowany uzysk energii elektrycznej wynosi 15 103,92 kWh. Instalacje fotowoltaiczne zostaną zabezpieczona przed wpływem energii do sieci elektroenergetycznej.

### **2.2. ZASILANIE W ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ**

Niniejsze opracowanie projektowe obejmuje podłączenie instalacji fotowoltaicznych istniejących instalacji elektrycznych obiektu. Ze względu na brak przeciwpożarowego wyłącznika prądu (PWP) w instalacji elektrycznej obiektu, projektuje się zabudowę złącza z tymże wyłącznikiem. Istniejące kable zasilające rozdzielnice wewnętrzne należy przełożyć z istniejących złącz ZK1 i ZK2 do projektowanego złącza z przeciwpożarowym wyłącznikiem prądu.

Miejsce zabudowy złącza, schemat podłączenia oraz jego wyposażenie przedstawiono na załączonej dokumentacji rysunkowej – rys. E-2, E-5, E-6.

Projektuje się zabudowę złącza ZKPV1, z którego następnie zasilane będą projektowane inwertery umieszczone w projektowanym złączu ZKPV2, poprzez poprowadzenie kabla YKY 5x35mm<sup>2</sup> do inwertera pierwszego (INV I) oraz YKY 5x25mm<sup>2</sup> do inwertera drugiego (INV II). Projektowane złącze należy podłączyć zgodnie ze schematem – rys. E-7.

W projektowanych złączach należy zabudować aparaturę modułową spełniającą europejskie normy, posiadającą niezbędne atesty i dopuszczenia do stosowania w energetyce i budownictwie.

### **2.3. OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA**

Ochrona podstawowa zostanie zapewniona przez izolację podstawową części czynnych oraz przez stosowanie osprzętu instalacyjnego, gdzie części czynne są umieszczone wewnątrz obwodów zapewniających stopień ochrony co najmniej IP2X. W pomieszczeniach wilgotnych należy stosować osprzęt zapewniający stopień ochrony co najmniej IP44.

Ochrona przy uszkodzeniu zostanie zapewniona przez samoczynne wyłączenie zasilania. Zaleca się zastosowanie wyłącznika różnicowoprądowego zgodnego z wymaganiami producenta inwertera.

### **2.4. OCHRONA PRZECIWPRIEPĘCIOWA**

Celem zabezpieczenia typowych urządzeń elektrycznych i elektronicznych projektuje się zastosowanie ochrony przeciwprzepięciowej.

Ochronę po stronie AC należy zrealizować poprzez zabudowę odpowiednich ochronników w złączu ZKPV1. Projektuje się zastosowanie ograniczników przepięć klasy I + II.

Ochronę po stronie DC należy zrealizować poprzez zabudowę odpowiednich ochronników w złączu ZKPV1 oraz w skrzynkach SKPV1 i SKPV2. Projektuje się zastosowanie ograniczników przepięć klasy I + II na napięcie 1250V DC dla INV1 oraz 1000V DC dla INV2.

W związku z projektowanymi do zabudowy zabezpieczeniami do połączeń elektrycznych obwodów uziemiających należy zastosować przewód zielono – żółty LgY o przekroju minimum 16mm<sup>2</sup>.

### **2.5. OCHRONA POŻAROWA**

Elementami projektowanej instalacji mającymi wpływ na ochronę przeciwpożarową obiektu jak również na bezpieczeństwo prowadzenia akcji gaszenia pożarów są:

- przeciwpożarowy wyłącznik prądu (PWP)
- istniejąca instalacja odgromowa budynku

Usytuowanie projektowanych przycisków PWP przy wejściach do budynku ze zbijaną szybką uruchamiającego przeciwpożarowy wyłącznik prądu spowoduje odcięcie dopływu prądu do instalacji. Do projektowanych przycisków PWP należy doprowadzić kabel HDGs 3x1,5mm<sup>2</sup>. Wszystkie przejścia przez ściany oddzielenia pożarowego należy uszczelnić certyfikowaną masą ognioodporną o takiej samej wytrzymałości ogniowej.

Budynek posiada istniejącą instalację odgromową. Skuteczna instalacja odgromowa zapewni ochronę pożarową obiektu w przypadku bezpośredniego oddziaływania prądu piorunowego.

## 2.6. DOBÓR MODUŁÓW FOTOWOLTAICZNYCH GENERATORA FOTOWOLTAICZNEGO I INWERTERA

Ze względu na ograniczenie powierzchni zabudowy przeznaczonej pod generator fotowoltaiczny oraz plan maksymalizacji wytworzenia i zużycia energii na własne potrzeby projektuje się zastosowanie modułów fotowoltaicznych o mocy 400Wp.

<b>BRUK - BET SOLAR BEM-400W</b>	
<b>PARAMETRY ELEKTRYCZNE STS</b>	
Moc znamionowa [Wp]	400
Prąd zwarciovowy [A]	10,31
Napięcie jałowe [V]	48,75
Prąd maksymalny [A]	9,81
Napięcie maksymalne [V]	40,86
Wydajność [%]	20,02
<b>PARAMETRY ELEKTRYCZNE NOMT</b>	
Moc znamionowa [Wp]	295,8
Prąd zwarciovowy [A]	9,46
Napięcie jałowe [V]	39,05
Prąd maksymalny [A]	9,04
Napięcie maksymalne [V]	32,71
<b>PARAMETRY TEMPERATUROWE</b>	
NOMT (800 W/m <sup>2</sup> , 1m/s, AM 1.5, 20 °C)	42±2 °C
Temperaturowy współczynnik natężenia	0,027 %/C
Temperaturowy współczynnik napięcia	-0,30 %/C
Temperaturowy współczynnik mocy	-0,36 %/C
<b>BUDOWA</b>	
Szyba frontowa	Hartowana 3,2 mm
Enkapsulant	Folia EVA
Warstwa tylna	Wielowarstwowy poliester
Rama	Anodowane aluminium
Typ ogniw	Monokrystaliczne 5 BB N-TYPE
Wymiary ogniw [mm]	158,75x158,75
Liczba ogniw [szt.]	72 (6x12)
Klasa odporności gniazdka	IP67, 3 diody By-pass
Okablowanie	1100mm, 4mm <sup>2</sup>
Konektory	MC4 kompatybilne
<b>PARAMETRY MECHANICZNE</b>	
Długość [mm]	1990
Szerokość [mm]	1005
Grubość [mm]	40
Waga [kg]	22
<b>PARAMETRY STOSOWANIA</b>	
Tolerancja mocy	0/+4,99 Wp
Klasa stosowania	A
Klasa bezpieczeństwa	II
Maksymalne napięcie systemu	1000/1500 VDC
Temperatura robocza	-40/+85 °C
Zabezpieczenie wsteczne prądu	20A
<b>CERTYFIKATY</b>	
Maksymalne obciążenie	8000 Pa (815 kg/m <sup>2</sup> )
Maksymalne ssanie wiatru	5400 Pa (550 kg/m <sup>2</sup> )
Odporność na sól	IEC 61701

Odporność na amoniak	IEC 62716
Kula gradowa	$\varphi=55\text{mm}$ , $V=33,9\text{ m/s}$
Odporność na efekt PID	IEC EN 60804

Generator o mocy 49,2kWp (licznik nr 71233992) zbudowany będzie z modułów łączonych szeregowo w 8 obwodów – pierwszy składający się z 15 sztuk, drugi z 16 sztuk, trzeci z 16 sztuk, czwarty z 15 sztuk, piąty z 14 sztuk, szósty z 15 sztuk, siódmy z 16 sztuk, ósmy z 16 sztuk, łącznie 123 sztuki modułów fotowoltaicznych.

Generator o mocy 16kWp (licznik nr 94618911) zbudowany będzie z modułów łączonych szeregowo w 3 obwody – pierwszy składający się z 10 sztuk, drugi z 15 sztuk, trzeci z 15 sztuk, łącznie 40 sztuk modułów fotowoltaicznych.

OPIS POŁĄCZEŃ MODUŁÓW PV	
INV I	
MPPT1	PV62, PV63, PV64, PV76, PV77, PV78, PV90, PV91, PV92, PV93, PV105, PV106, PV107, PV108, PV109
MPPT2/1	PV65, PV66, PV67, PV68, PV79, PV80, PV81, PV82, PV94, PV95, PV96, PV97, PV110, PV110, PV111, PV112, PV113
MPPT2/2	PV69, PV70, PV71, PV72, PV83, PV84, PV85, PV86, PV98, PV99, PV100, PV101, PV114, PV115, PV116, PV117
MPPT3	PV73, PV74, PV75, PV87, PV88, PV89, PV102, PV103, PV104, PV118, PV119, PV120, PV121, PV122, PV123
MPPT4	PV1, PV2, PV3, PV4, PV5, PV20, PV21, PV22, PV36, PV37, PV38, PV50, PV51, PV52
MPPT5	PV6, PV7, PV8, PV9, PV10, PV23, PV24, PV25, PV26, PV39, PV40, PV41, PV53, PV54, PV55
MPPT6/1	PV11, PV12, PV13, PV14, PV27, PV28, PV29, PV30, PV42, PV43, PV44, PV45, PV56, PV57, PV58, PV59
MPPT6/2	PV15, PV16, PV17, PV18, PV19, PV31, PV32, PV33, PV34, PV35, PV46, PV47, PV48, PV49, PV60, PV61
INV II	
MPPT1	PV124, PV125, PV126, PV127, PV128, PV129, PV130, PV131, PV132, PV133
MPPT2/1	PV134, PV135, PV136, PV137, PV138, PV142, PV143, PV144, PV145, PV146, PV152, PV153, PV154, PV, PV155, PV156
MPPT2/2	PV139, PV140, PV141, PV147, PV148, PV149, PV150, PV, PV151, PV157, PV158, PV159, PV160, PV161, PV162, PV163

Projektuje się INV I - inwerter trójfazowy o minimalnej mocy znamionowej 50 kW po stronie AC o co najmniej 6 trackerach MPPT oraz INV II - inwerter trójfazowy o minimalnej mocy znamionowej 15 kW po stronie AC o co najmniej 2 trackerach MPPT. Ze względu na brak możliwości zawarcia przez inwestora umowy na sprzedaż energii elektrycznej do publicznej sieci energetycznej wymagane jest by inwertery posiadały możliwość regulacji mocy czynnej oraz były wyposażone w moduły sterowania mocy (opcjonalne) zapobiegające oddawaniu energii do sieci oraz sterowniki zewnętrzne układu monitorowania sieci np. Fronius Smart Meter 50 kA-3. W celu monitorowania systemu fotowoltaicznego inwertery powinny posiadać układ komunikacyjny Wi-Fi, Ethernet oraz RS 485. System monitorowania umożliwia w ten sposób monitorowanie pracy systemu i archiwizowanie danych o pracy systemu poprzez wybrany interfejs komunikacyjny Wi-Fi lub Ethernet.

<b>INV I - GROWATT 50KTL3 LV</b>	
<b>WEJŚCIE (DC)</b>	
Maksymalna moc paneli fotowoltaicznych	65000W
Maksymalne napięcie prądu stałego	1100V
Napięcie startu	250V
Zakres napięcia	200V-1000V
Napięcie nominalne	585V
Zakres napięć dla pełnego obciążenia	500V-850V
Maksymalny prąd na ciąg	25A
Ilość MPPT/ilość ciągów na MPP	6/2
<b>WYJŚCIE (AC)</b>	
Moc wyjściowa	50000W
Maksymalna moc wyjściowa	55500V
Maksymalne natężenie prądu	80,5A
Napięcie nominalne prądu przemiennego; zakres pracy	230V/400V; 320-478V
Częstotliwość prądu przemiennego; zakres pracy	50Hz/60Hz $\pm$ 5Hz
Regulowane przesunięcie współczynnika mocy	0,8 wiodący...0,8 indukcyjny
THDI	<3%
Połączenie AC	3W+N+PE
<b>WYDAJNOŚĆ</b>	
Maksymalna sprawność	99%
Sprawność europejska	98,5%
Sprawność MPPT	99,9%
<b>OCHRONA</b>	
Zabezpieczenie przed odwróconą polaryzacją	Tak
Rozłącznik DC	Tak
Ochrona przeciwprzepięciowa DC	Klasa II
Monitoring zwarcia doziemnego	Tak
Zabezpieczenie przeciwzwarcie	Tak
Ochrona przeciwprzepięciowa AC	Klasa II
Monitoring każdego ciągu	Tak
<b>ŁĄCZNOŚĆ</b>	
Wyświetlacz	LED/WIFI+APP
Interfejsy: USB/R485/GPRS	tak/tak/opc
<b>DANE OGÓLNE</b>	
Wysokość	600 mm
Szerokość	860 mm
Głębokość	300 mm

Masa	82 kg
Temperaturowy zakres pracy	-25°C...+60°C
Poziom hałasu	≤55 dB(A)
Wysokość bez ujemnego efektu na pracę	4000m
Moc pobierana w nocy	<1 W
Topologia	Beztransformatorkowa
Chłodzenie	Naturalne
Stopień ochrony IP	IP65
Wilgotność względna	0~100%
Posiadane certyfikaty i spełniane normy	CQC, CE, VDE 0126-1-1, UTE C 15-712, VDE-AR-N4105, EN50438, DRRG, CEI 0-16, BDEW, IEC 62116, IEC61727, IEC 60068, IEC 61683, AS 4777

<b>INV II - GROWATT 15000TL3-S</b>	
<b>WEJŚCIE (DC)</b>	
Maksymalna moc paneli fotowoltaicznych	18000W
Maksymalne napięcie prądu stałego	1000V
Napięcie startu	160V
Zakres napięcia	160V-1000V
Napięcie nominalne	600V
Zakres napięć dla pełnego obciążenia	520V-850V
Maksymalne natężenie prądu	20A/20A
Ilość MPPT/ilość ciągów na MPP	2/2+1
<b>WYJŚCIE (AC)</b>	
Moc wyjściowa	15000W
Maksymalna moc wyjściowa	16500V
Maksymalne natężenie prądu	23,8A
Napięcie nominalne prądu przemiennego; zakres pracy	230V/400V; 320-478V
Częstotliwość prądu przemiennego; zakres pracy	50Hz/60Hz ± 5Hz
Regulowane przesunięcie współczynnika mocy	0,8 wiodący...0,8 indukcyjny
THDI	<3%
Połączenie AC	3W+N+PE
<b>WYDAJNOŚĆ</b>	
Maksymalna sprawność	98,4%
Sprawność europejska	98%
Sprawność MPPT	99,5%
<b>OCHRONA</b>	
Zabezpieczenie przed odwróconą polaryzacją	Tak
Rozłącznik DC dla każdego MPPT	Tak
Ochrona przed zbyt wysokim prądem	Tak
Ochrona przed zbyt wysokim napięciem-warystor	Tak
Monitoring zwarcia doziemnego	Tak
Monitoring parametrów sieci	Tak
Zintegrowany system monitorowania przebiecia prądu	tak
<b>ŁĄCZNOŚĆ</b>	
Wyświetlacz	LCD
Interfejsy: RS232/RS485/RF/Ethernet/Wifi	tak/tak/opc/opc/opc
Połączenie DC/AC	H4/zacisk śrubowy

DANE OGÓLNE	
Wysokość	448 mm
Szerokość	480 mm
Głębokość	200 mm
Masa	23,5 kg
Temperaturowy zakres pracy	-25 °C...+60°C
Poziom hałasu	≤35dB(A)
Wysokość bez ujemnego efektu na pracę	3000m
Moc pobierana w nocy	<0,5 W
Topologia	Beztransformatorowa
Chłodzenie	Naturalne
Stopień ochrony IP	IP65
Wilgotność względna	0~100%
Posiadane certyfikaty i spełniane normy	CQC, EC 109-1/2, VDE 0126-1-1, Greece, UTE C 15-712, VDE-AR-N4105, G83, EN50438, CEI 0-21, AS4777, IEC 61727, IEC 62116, CQC

## 2.7. ZABUDOWA INWERTERA

Inwertery zabudowane zostaną w projektowanym złączu ZKPV2 zgodnie z dokumentacją rysunkową. Zabudowę inwerterów należy wykonać zgodnie z instrukcją montażu producenta. Montaż i rodzaj montażu muszą być odpowiednie do ciężaru i wymiarów inwerterów, natomiast miejsce montażu musi być stabilne, zawsze łatwo dostępne oraz musi zapewniać odpowiednią wentylację i chłodzenie.

Projektowane kable solarne 1x4mm<sup>2</sup> należy wyprowadzić z projektowanych inwerterów i doprowadzić do projektowanego złącza ZKPV1, następnie odpowiednio do projektowanych skrzynek SKPV1 i SKPV2, gdzie znajdować się będą ograniczniki przepięć instalacji fotowoltaicznych zgodnie z dokumentacją rysunkową – rys. E8.

Projektowane kable należy prowadzić w odpowiednich rurach ochronnych. Pod powierzchnią ziemi, na całej długości należy oznaczyć je niebieską folią ostrzegawczą. Wejścia kabli do budynku oraz wszelkie skrzyżowania i zbliżenia do innych instalacji należy zabezpieczyć za pomocą rury ochronnej. Kable należy układać na podsypce piaskowej na głębokości co najmniej 70cm od poziomu gruntu. Przepusty kablowe należy zabezpieczyć przed przeciekaniem. Wszystkie przejścia przez ściany oddzielenia pożarowego należy uszczelnić certyfikowaną masą ognioodporną o takiej samej wytrzymałości ogniowej.

## 2.8. ZABUDOWA MODUŁÓW FOTOWOLTAICZNYCH

Instalacja obejmuje zabudowę łącznie 163 sztuk modułów fotowoltaicznych zgodnie z dokumentacją rysunkową – rys. E3, E4. Moduły będą zabudowane na systemowej konstrukcji aluminiowej z wykorzystaniem elementów dodatkowych, konstrukcyjnych ze stali nierdzewnej. Do połączeń elektrycznych obwodów DC należy zastosować kable solarne o przekroju minimum 4mm<sup>2</sup> ze złączkami w standardzie MC4 lub kompatybilnymi na napięcie pracy minimum 1100V.

Moduły należy zabudować zachowując odstęp 1m od istniejącej instalacji odgromowej.

Konstrukcje aluminiową, ramy modułów fotowoltaicznych urządzenia zabezpieczeń przeciwprzepięciowych należy uziemić zgodnie z dokumentacją rysunkową oraz zaleceniami



producenta modułów fotowoltaicznych. Do połączeń elektrycznych obwodów uziemiających należy zastosować przewód zielono-żółty o przekroju 16mm<sup>2</sup>.

## **2.9. ZABEZPIECZENIE PRZED WYPŁYWEM ENERGII DO SIECI**

Aktualne warunki prawne i wytyczne dotyczące przyłączenia do sieci przez OSD, określają iż jednostka publiczna nie ma możliwości podpisania umowy sprzedaży wytworzonej energii elektrycznej i wprowadzania jej do sieci energetycznej. Nadmiarowa energia pojawi się w przypadku, gdy aktualna moc wytwarzana przez inwerter przewyższy moc włączonych odbiorników energii w obwodach do których jest podłączona instalacja. W związku z powyższym projektuje się wyposażenie instalacji w układ monitorowania sieci, ograniczający moc wytwarzaną w instalacji oraz zapobiegający wprowadzaniu energii elektrycznej do publicznej sieci energetycznej. Układ ten będzie wykonany z wykorzystaniem Fronius Smart Meter 50 kA-3 lub innym o identycznych parametrach. Projektowane urządzenie należy podłączyć zgodnie z dokumentacją rysunkową – rys. E6 oraz wytycznymi producenta. W przypadku produkcji energii elektrycznej przez instalację fotowoltaiczną na poziomie przewyższającym własne zapotrzebowanie urządzenia mogą ograniczyć moc czynną inwertera.

### 3. OBLICZENIA

#### 3.1. OBLICZENIA UZYSKU ENERGII

Szacunkowe obliczenia zostały wykonane dla uśrednionych danych za pomocą Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS). Rzeczywiste osiągi mogą odbiegać od założonych.

#### INV II (licznik 94618911)

<b>Moduły fotowoltaiczne – 10szt. o mocy nominalnej 400Wp</b>	
Moc instalacji fotowoltaicznej	<b>4 kWp</b>
Szacowana roczna produkcja energii	<b>3 775,98 kWh</b>
Szacowane całkowite straty	<b>25,11 %</b>

<b>Moduły fotowoltaiczne – 30szt. o mocy nominalnej 400Wp</b>	
Moc instalacji fotowoltaicznej	<b>12 kWp</b>
Szacowana roczna produkcja energii	<b>11 327,94 kWh</b>
Szacowane całkowite straty	<b>25,11 %</b>

Szacowana całkowita roczna produkcja energii	<b>15 103,92 kWh</b>
--	----------------------

#### INV I (licznik nr71233992)

<b>Moduły fotowoltaiczne – 62szt. o mocy nominalnej 400Wp</b>	
Moc instalacji fotowoltaicznej	<b>24,8 kWp</b>
Szacowana roczna produkcja energii	<b>18 485,54 kWh</b>
Szacowane całkowite straty	<b>26,68 %</b>

<b>Moduły fotowoltaiczne – 61szt. o mocy nominalnej 400Wp</b>	
Moc instalacji fotowoltaicznej	<b>24,4 kWp</b>
Szacowana roczna produkcja energii	<b>18 715,54 kWh</b>
Szacowane całkowite straty	<b>26,15 %</b>

Szacowana całkowita roczna produkcja energii	<b>37 201,08 kWh</b>
--	----------------------

### 3.2. DOBÓR PARAMETRÓW INV I

#### 1. Maksymalna wartość prądu w stringu

$$I_{SC}(T_{max}) = I_{SC} \left[ 1 + (T_{max} - 25) \frac{\alpha_T}{100} \right]$$

$$I_{SC}(T_{max}) \leq I_{DC \max}$$

gdzie:

$I_{SC}(T_{max})$  - natężenie modułu w temperaturze  $T_{max} = 70^\circ\text{C}$

$I_{SC}$  - natężenie prądu modułu w warunkach STC [A]

$\alpha_T$  - temperaturowy współczynnik natężenia [ $\%/^\circ\text{C}$ ]

$I_{DC \max}$  - maksymalny prąd wejściowy inwertera [A]

$$I_{SC}(T_r) = 10,31 \left[ 1 + (70 - 25) \frac{0,027}{100} \right] \cong 10,45\text{A}$$

$$10,45\text{A} \leq 25\text{A}$$

**PARAMETR SPEŁNIONY**

#### 2. Maksymalna liczba modułów ze względu na maksymalną wartość napięcia w stringu

$$U_{OC}(T_{min}) = U_{OC} \left[ 1 + (T_{min} - 25) \cdot \frac{\beta_T}{100} \right]$$

$$n_{max} \leq \frac{U_{dc \max}}{U_{oc}(T_{min})}$$

gdzie:

$U_{OC}(T_{min})$  - napięcie obwodu otwartego przy minimalnej temperaturze pracy [V]

$U_{OC}$  - napięcie obwodu otwartego [V]

$\beta_T$  - temperaturowy współczynnik napięcia [ $\%/^\circ\text{C}$ ]

$T_{min}$  - zakładana minimalna temperatura pracy modułu  $-25^\circ\text{C}$

$n_{max}$  - maksymalna liczba modułów w stringu

$U_{dc \max}$  - maksymalne napięcie prądu stałego inwertera [V]

$$U_{OC}(T_{min}) = 48,75 \left[ 1 + (-25 - 25) \cdot \frac{-0,30}{100} \right] \cong 56,06\text{ V}$$

$$n_{max} \leq \frac{1100}{56,06} \cong 19,62$$

Należy przyjąć maksymalnie **19 modułów**, w niniejszym projekcie maksymalna wartość modułów w stringu wynosi 16.

**PARAMETR SPEŁNIONY**

### 3. Minimalna liczba modułów w stringu ze względu na dopuszczalne napięcie startowe inwertera

$$U_{OC}(T_{max}) = U_{OC} \left[ 1 + (T_{max} - 25) \cdot \frac{\beta_T}{100} \right]$$

$$n_{min} \geq \frac{U_{dc\_start}}{U_{OC}(T_{max})}$$

gdzie:

$U_{OC}(T_{max})$  - napięcie obwodu otwartego przy maksymalnej temperaturze pracy [V]

$U_{OC}$  - napięcie obwodu otwartego [V]

$\beta_T$  - temperaturowy współczynnik napięcia [%/°C]

$T_{max}$  - zakładana maksymalna temperatura pracy modułu 70°C

$n_{min}$  - minimalna liczba modułów w stringu

$U_{dc\_start}$  - napięcie startu [V]

$$U_{OC}(T_{max}) = 48,75 \left[ 1 + (70 - 25) \cdot \frac{-0,30}{100} \right] \cong 42,17 \text{ V}$$

$$n_{min} \geq \frac{250}{42,17} \cong 5,93$$

Należy przyjąć minimalnie **6 modułów**

### 4. Dopuszczalna liczba modułów w stringu ze względu na MPPT falownika

$$U_{MPP}(T_{max}) = U_{MPP}(STC) \left[ 1 - (T_{max} - 25) \cdot \frac{\beta_T}{100} \right]$$

$$n_{min} \cdot U_{MPP}(T_{max}) \geq U_{dc\_min}$$

gdzie:

$U_{MPP}(T_{max})$  - napięcie w punkcie MPP w temperaturze  $T_{max}$  [V]

$U_{MPP}(STC)$  - napięcie maksymalne [V]

$\beta_T$  - temperaturowy współczynnik napięcia [%/°C]

$T_{max}$  - zakładana maksymalna temperatura pracy modułu 70°C

$n_{min}$  - minimalna liczba modułów w stringu

$U_{dc\_min}$  - minimalne napięcie wejściowe [V]

$$U_{MPP}(T_{max}) = 40,86 \left[ 1 + (70 - 25) \cdot \frac{-0,30}{100} \right] \cong 35,34 \text{ V}$$

$$n_{min} \cdot U_{MPP}(T_{max}) \geq 200$$

$$n_{min} \geq \frac{200}{35,34} \cong 5,65$$

Należy przyjąć minimalnie **6 modułów**, w niniejszym projekcie minimalna wartość modułów w stringu wynosi 14.

#### PARAMETR SPEŁNIONY

#### 5. Maksymalna ilość modułów ze względu na moc generatora i dopuszczalną moc docierającą do falownika

$$\frac{P_{\text{GEN}}}{P_{\text{INV}}} = (0,8 \div 1,2)$$

gdzie:

$P_{\text{GEN}}$  – moc generatora [W]

$P_{\text{INV}}$  – moc inwertera [W]

$$\frac{123 \cdot 400}{50\,000} = 0,98$$

$$0,8 < 0,98 < 1,2$$

#### PARAMETR SPEŁNIONY

### 3.3. DOBÓR PARAMETRÓW I ZABEZPIECZEŃ DLA INV II

#### 1. Maksymalna wartość prądu w stringu

$$I_{\text{SC}}(T_{\text{max}}) = I_{\text{SC}} \left[ 1 + (T_{\text{max}} - 25) \frac{\alpha_T}{100} \right]$$

$$I_{\text{SC}}(T_{\text{max}}) \leq I_{\text{DC max}}$$

gdzie:

$I_{\text{SC}}(T_{\text{max}})$  - natężenie modułu w temperaturze  $T_{\text{max}} = 70^\circ\text{C}$

$I_{\text{SC}}$  - natężenie prądu modułu w warunkach STC [A]

$\alpha_T$  - temperaturowy współczynnik natężenia [%/°C]

$I_{\text{DC max}}$  - maksymalny prąd wejściowy inwertera [A]

$$I_{\text{SC}}(T_r) = 10,31 \left[ 1 + (70 - 25) \frac{0,027}{100} \right] \cong 10,45\text{A}$$

$$10,45\text{A} \leq 20\text{A}$$

#### PARAMETR SPEŁNIONY

## 2. Maksymalna liczba modułów ze względu na maksymalną wartość napięcia w stringu

$$U_{OC}(T_{min}) = U_{OC} \left[ 1 + (T_{min} - 25) \cdot \frac{\beta_T}{100} \right]$$
$$n_{max} \leq \frac{U_{dc_{max}}}{U_{OC}(T_{min})}$$

gdzie:

$U_{OC}(T_{min})$  - napięcie obwodu otwartego przy minimalnej temperaturze pracy [V]

$U_{OC}$  - napięcie obwodu otwartego [V]

$\beta_T$  - temperaturowy współczynnik napięcia [%/°C]

$T_{min}$  - zakładana minimalna temperatura pracy modułu -25°C

$n_{max}$  - maksymalna liczba modułów w stringu

$U_{dc_{max}}$  - maksymalne napięcie prądu stałego inwertera [V]

$$U_{OC}(T_{min}) = 48,75 \left[ 1 + (-25 - 25) \cdot \frac{-0,30}{100} \right] \cong 56,06 \text{ V}$$
$$n_{max} \leq \frac{1000}{56,06} \cong 17,83$$

Należy przyjąć maksymalnie **17 modułów**, w niniejszym projekcie maksymalna wartość modułów w stringu wynosi 15.

### PARAMETR SPEŁNIONY

## 3. Minimalna liczba modułów w stringu ze względu na dopuszczalne napięcie startowe inwertera

$$U_{OC}(T_{max}) = U_{OC} \left[ 1 + (T_{max} - 25) \cdot \frac{\beta_T}{100} \right]$$
$$n_{min} \geq \frac{U_{dc_{start}}}{U_{OC}(T_{max})}$$

gdzie:

$U_{OC}(T_{max})$  - napięcie obwodu otwartego przy maksymalnej temperaturze pracy [V]

$U_{OC}$  - napięcie obwodu otwartego [V]

$\beta_T$  - temperaturowy współczynnik napięcia [%/°C]

$T_{max}$  - zakładana maksymalna temperatura pracy modułu 70°C

$n_{min}$  - minimalna liczba modułów w stringu

$U_{dc_{start}}$  - napięcie startu [V]

$$U_{OC}(T_{max}) = 48,75 \left[ 1 + (70 - 25) \cdot \frac{-0,30}{100} \right] \cong 42,17 \text{ V}$$
$$n_{min} \geq \frac{160}{42,17} \cong 3,79$$

Należy przyjąć minimalnie **4 modułów**

#### 4. Dopuszczalna liczba modułów w stringu ze względu na MPPT falownika

$$U_{MPP(T_{max})} = U_{MPP(STC)} \left[ 1 - (T_{max} - 25) \cdot \frac{\beta_T}{100} \right]$$

$$n_{min} \cdot U_{MPP(T_{max})} \geq U_{dcmin}$$

gdzie:

$U_{MPP(T_{max})}$  - napięcie w punkcie MPP w temperaturze  $T_{max}$  [V]

$U_{MPP(STC)}$  - napięcie maksymalne [V]

$\beta_T$  - temperaturowy współczynnik napięcia [%/°C]

$T_{max}$  - zakładana maksymalna temperatura pracy modułu 70°C

$n_{min}$  - minimalna liczba modułów w stringu

$U_{dcmin}$  - minimalne napięcie wejściowe [V]

$$U_{MPP(T_{max})} = 40,86 \left[ 1 + (70 - 25) \cdot \frac{-0,30}{100} \right] \cong 35,34 \text{ V}$$

$$n_{min} \cdot U_{MPP(T_{max})} \geq 160$$

$$n_{min} \geq \frac{160}{35,34} \cong 4,53$$

Należy przyjąć minimalnie **5 modułów**, w niniejszym projekcie minimalna wartość modułów w stringu wynosi 10.

**PARAMETR SPEŁNIONY**

#### 5. Maksymalna ilość modułów ze względu na moc generatora i dopuszczalną moc docierającą do falownika

$$\frac{P_{GEN}}{P_{INV}} = (0,8 \div 1,2)$$

gdzie:

$P_{GEN}$  - moc generatora [W]

$P_{INV}$  - moc inwertera [W]

$$\frac{40 \cdot 400}{15\,000} = 1,06$$

$$0,8 < 1,06 < 1,2$$

**PARAMETR SPEŁNIONY**

#### **4. INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA**

Temat: **Projekt mikroinstalacji fotowoltaicznej w budynku Zespołu Placówek Oświatowych im. Unii Europejskiej w Boronowie**

Inwestor: **Gmina Boronów  
ul. Dolna 2  
42-283 Boronów**

Adres inwestycji: **ul. Poznańska 2, 42-283 Boronów**

Opracował: **mgr inż. Sebastian Kulik  
42-700 Lubliniec ul. Oleska 85**

#### **CZEŚĆ OPISOWA:**

##### **1) Zakres robót:**

- wykonanie zabudowy modułów fotowoltaicznych na dachu budynku
- wykonanie połączeń elektrycznych modułów fotowoltaicznych z inwerterem
- wykonanie zabudowy inwertera wraz z osprzętem elektrycznym

##### **2) Wykaz istniejących obiektów budowlanych**

- obiekt istniejący modernizowany - budynek Zespołu Placówek Oświatowych im. Unii Europejskiej w Boronowie

##### **3) Elementy mogące stwarzać zagrożenie**

- prace na wysokości
- prace elektryczne
- wykonywanie pomiarów po uruchomieniu instalacji elektrycznej

##### **4) Przewidywane zagrożenia podczas realizacji**

- porażenie prądem elektrycznym podczas przygotowania miejsca pracy w pobliżu czynnych urządzeń energetycznych, podczas wykonywania pomiarów i podłączania instalacji itp.
- upadek z wysokości podczas robót z użyciem rusztowań, drabin, podnośników itp. związanych z zabudową modułów fotowoltaicznych oraz przygotowaniem tras kablowych i instalacji elektrycznej
- użycie sprzętu mechanicznego

##### **5) Sposób prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji:**

- przed przystąpieniem do robót kierujący pracownikami powinien przeprowadzić instruktaż BHP wskazując miejsca zagrożenia oraz sposoby zabezpieczenia przed wypadkiem, przeprowadzić szkolenie ukierunkowane na bezpieczeństwo prowadzenia robót przy urządzeniach elektroenergetycznych oraz robót przy użyciu wykorzystywanego sprzętu



mechanicznego, zapewnić obsługę z odpowiednimi kwalifikacjami i wymaganymi aktualnymi badaniami lekarskimi

**6) Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom:**

- przed przystąpieniem do robót kierownik budowy winien dopilnować wdrożenia ustaleń planu BIOZ a w szczególności:
  - wyznaczenia granic budowy i oznakowania stref zabezpieczających przed dostępem osób postronnych,
  - wyznaczenia stref komunikacyjnych i składowych,
  - umieszczenia na budowie tablicy informacyjnej o planie BIOZ,
  - przeprowadzenia instruktażu pracowników w zakresie wykonywanych przez nich robót z uwzględnieniem wynikających z nich zagrożeń,
  - wyposażenia pracowników w sprzęt ochrony osobistej,
  - sprawowania ciągłego nadzoru nad prowadzonymi robotami,
  - prowadzenia dokumentacji budowy

## 5. WYKAZ MATERIAŁÓW

Lp.	Nazwa	Jednostka	Ilość całkowita
1	Panel fotowoltaiczny 400W	szt.	163
2	Inwerter 50kW	szt.	1
3	Inwerter 15kW	szt.	1
4	Konstrukcja wsporcza pod system paneli	1	kpl
5	Złącze kablowe na inwertry wraz z wyposażeniem wg projektu	1	kppl
6	Złącze kablowe wraz z wyposażeniem wg projektu	1	kpl
7	Złącze kablowe PWP z wyposażeniem wg projektu	1	kpl
8	Przycisk PWP	szt.	2
9	Kabel FTP 4x2x0,5 kat. 6	mb	20
10	Przewód ochronny LgY 1x16mm <sup>2</sup> zielono - żółty do uziemienia inwerterów	1	kpl
11	Kabel YKY 5x35mm <sup>2</sup>	mb	30
12	Okablowanie modułów fotowoltaicznych	1	kpl
13	Kabel HDGs 3x1,5mm <sup>2</sup>	mb	200
14	Rura osłonowa karbowana 25mm	mb	70
15	Rura osłonowa karbowana 40	mb	40
16	Rura osłonowa gładka UV 40mm	mb	100
17	Rura osłonowa karbowana 75mm	mb	20
18	Rura osłonowa gładka UV 75mm	mb	70
19	Uchwyty montażowe do rury osłonowej	1	kpl
20	Złącze do połączenia modułów fotowoltaicznych z instalacją odgromową	szt.	28
21	Przewód DFeZn 8mm	mb	80
22	Folia kablowa niebieska	mb	50
23	Złącze uniwersalne krzyżowe	szt.	23
24	Skrzynka IP65 wraz z wyposażeniem	szt.	2
25	Kabel YKY 5x25mm <sup>2</sup>	mb	15

Ilości przedstawione w powyższym zestawieniu są jedynie szacunkiem, rzeczywiste zużycie materiałów może odbiegać od przedstawionego zestawienia w zależności od użytej technologii wykonania, przyjętych tras prowadzenia oprzewodowania itp.

## 6. UWAGI KOŃCOWE

- **Zaproponowane materiały do realizacji projektu, ich typy i nawy stanowią jedynie przykład i standard rozwiązania.** Dopuszcza się ich zastąpienie przez inne o parametrach nie gorszych niż wyżej zaproponowane
- **Zgodnie z Art. 56. Pr. bud. po zakończeniu budowy należy powiadomić Państwową Straż Pożarną** w celu sprawdzenia zgodności wykonania obiektu budowlanego z projektem budowlanym
- Wykonawcę realizującego budowę wg niniejszego opracowania obowiązuje w jego zakresie przestrzeganie przepisów BHP w odniesieniu do wszystkich szczegółów, które nie mogły być omówione w projekcie.
- Wszystkie prace należy wykonywać pod nadzorem osób przeszkolonych i uprawnionych.
- Oddanie instalacji i urządzeń do eksploatacji powinno być poprzedzone wykonaniem rozruchu próbnego. Ze wszystkich prób i pomiarów należy sporządzić protokoły.
- Prace należy wykonywać zgodnie z opisem, dokumentacją rysunkową oraz uwagami zawartymi w niniejszym opracowaniu jak również w dokumentacjach technicznych zastosowanych urządzeń i materiałów
- Przy wykonywaniu prac budowlano – montażowych należy stosować wyroby dopuszczone do obrotu i stosowania w budownictwie. Za dopuszczone do obrotu i stosowania w budownictwie uznaje się wyroby, dla których zgodnie z odrębnymi przepisami wydano:
  - certyfikat na znak bezpieczeństwa wykazujący, że zapewniono zgodność z kryteriami technicznymi określonymi na podstawie polskich norm, aprobat technicznych oraz właściwych przepisów i dokumentów technicznych
  - deklarację zgodności lub certyfikat zgodności z polską normą lub aprobatą techniczną jeżeli nie są objęte certyfikacją na znak bezpieczeństwa
- w czasie realizacji wszystkie sporne sprawy należy rozpatrzyć w porozumieniu z autorem niniejszego opracowania i inwestorem
- w przypadku powołań normatywnych nie datowanych obowiązuje zawsze najnowsze wydanie cytowanej normy

## **7. ZALĄCZNIKI**

### **7.1. OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA BRANŻY ELEKTRYCZNEJ**

### **7.2. KSEROKOPIA UPRAWNIEŃ PROJEKTANTA BRANŻY ELEKTRYCZNEJ**

### **7.3. ZAŚWIADCZENIE O PRZYNALEŻNOŚCI DO ŚOIIB PROJEKTANTA**

### **7.4. ZBIÓR WYMAGAŃ DLA MODUŁÓW WYTWARZANIA ENERGII TYPU A, W TYM MIKROINSTALACJI**

## **8. SPIS RYSUNKÓW**

- 8.1. E1 – ORIENTACJA**
- 8.2. E2 – PLAN SYTUACYJNY**
- 8.3. E3 – PLAN ROZMIESZCZENIA MODUŁÓW FOTOWOLTAICZNYCH**
- 8.4. E4 – PLAN ROZMIESZCZENIA MODUŁÓW FOTOWOLTAICZNYCH**
- 8.5. E5 – SCHEMAT IDEOWY ZASILANIA**
- 8.6. E6 – SCHEMAT ZŁĄCZA Z PWP**
- 8.7. E7 – SCHEMAT ZŁĄCZA ZKPV1**
- 8.8. E8 – SCHEMAT INSTALACJI DC**
- 8.9. E9 – WYGLĄD ZŁĄCZA ZPKV1**
- 8.10. E10 – WYGLĄD ZŁĄCZA ZKPV2**

## **II. CZĘŚĆ KONSTRUKCYJNA**

### **1. EKSPERTYZA STANU TECHNICZNEGO KONSTRUKCJI DACHU I STROPU W BUDYNKU SZKOŁY**

#### **1) Cel opracowania**

Celem niniejszego opracowania jest sprawdzenie stanu technicznego elementów konstrukcji dachu i stropu w budynku szkoły składającej się z kilku segmentów o różnej wysokości budynków i różnej konstrukcji dachu i stropu w celu określenia możliwości zamontowania instalacji fotowoltaicznej na dachach budynków.

#### **2) Wizja lokalna i inwentaryzacja, dostępne projekty budowlane i projekty powykonawcze**

Wizję lokalną przedmiotowego obiektu budowlanego przeprowadzono miesiącu marzec 2020 r.,. Po wizji lokalnej i pomiarach bezpośrednich stwierdza się, że konstrukcja dachu (więźba dachowa) jest w stanie dobrym, przekroje więźby dachowej o wystarczających przekrojach do przeniesienia obciążeń po montażu instalacji fotowoltaicznej. Stwierdzono również, że więźba dachowa w poprzednich latach została odciążona poprzez wymianę pokrycia dachowego z dachówki ceramicznej na blacho dachówkę. Otrzymano informację od zarządcy obiektu, że nie posiadają projektów budowlanych i projektów powykonawczych obiektu.

#### **3) Wnioski i zalecenia**

Mając na uwadze powyższe dane stwierdza się, że jest możliwość montażu instalacji fotowoltaicznej bezpośrednio do konstrukcji więźby dachowej.

## **2. ZALĄCZNIKI**

### **2.1. OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA BRANŻY KONSTRUKCYJNEJ**

### **2.2. KSEROKOPIA UPRAWNIEŃ PROJEKTANTA BRANŻY KONSTRUKCYJNEJ**

### **2.3. ZAŚWIADCZENIE O PRZYNALEŻNOŚCI DO ŚOIIB PROJEKTANTA BRANŻY KONSTRUKCYJNEJ**