



## **System fotowoltaiczny**

Moc znamionowa równa **25,92 kWp**

nazwa projektu:

**Projekt budowlany instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku  
centrum sportowo-rekreacyjnego w Trzebielinie**

## **Zlokalizowany w**

Trzebielino  
ul. Wiejska 15

## **Inwestor**

Gmina Trzebielino  
ul. Sportowa 18, dz. nr 12/36  
77-235 - Trzebielino (pomorskie)

## **Projekt budowlany**

## **Projektant**

mgr inż. Zenon Płotka

ul. Pochyła 34/2A  
77-100 - Bytów (pomorskie)

Data:  
Bytów, 28.05.2021

## PRZEZNACZENIE DOKUMENTU

Dokument jest projektem zawierającym raport techniczny systemu fotowoltaicznego. W dokumencie zostaną określone: Przegląd całej instalacji, dane projektu, właściwości użytych materiałów (moduły fotowoltaiczne, falowniki), kryteria wyboru rozwiązań systemowych oraz kryteria projektowe głównych podzespołów. Ponadto przedstawia obliczenia parametrów i doboru wielkości systemu, przedmiar robot oraz rysunki (schemat obwodów i układ systemu).

Nowelizacja ustawy o odnawialnych źródłach energii wprowadza obowiązek uzgodnienia pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej urządzeń fotowoltaicznych o zainstalowanej mocy elektrycznej większej niż 6,5 kW oraz mikroinstalacji biogazu rolniczego. Ustawa odnosi się bezpośrednio do art. 6b ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej.

Zgodnie z zastrzeżeniem, tej ustawy, że do urządzeń fotowoltaicznych o mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 6,5 kW stosuje się obowiązek uzgodnienia projektu budowlanego z rzeczoznawcą do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej, zwany dalej „uzgodnieniem pod względem ochrony przeciwpożarowej” projektu tych urządzeń oraz zawiadomienia organów Państwowej Straży Pożarnej art. 56 ust. 1a

Projekt budowlany jest wykonany przez osobę uprawnioną, będącą członkiem Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa oraz posiadającą aktualne zaświadczenie wydawane przez samorządy zawodowe. Zaświadczenie musi być aktualne na dzień opracowania projektu. Ponadto Projektant posiada certyfikat UDT w zakresie instalacji fotowoltaicznych.

## UPRAWNIENIA





P O L S K A  
I Z B A  
INŻYNIERÓW  
BUDOWNICTWA

### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

POM-KBQ-7CW-U85 \*

Pan Zenon Płotka o numerze ewidencyjnym POM/IE/3893/01  
adres zamieszkania ul.Chopina 31, 77-100 Bytów Rzepnica  
jest członkiem Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2021-01-01 do 2021-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2021-01-12 roku przez:

Franciszek Rogowicz, Przewodniczący Rady Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 3 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1430) 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 kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

1.



## Plan urządzenia dla ekip ratowniczych

System fotowoltaiczny o mocy znamionowej 25,92 kW będzie zlokalizowany w miejscowości **Trzebielino (pomorskie) ul. Sportowa 18, dz. nr 12/36, 77-235 - Trzebielino (pomorskie)**

Instalacja na dachu.

Dach pokryty dachówką ceramiczną. Budynek klasy PM i odporności pożarowej C

Użytkownik:

Instalacja uruchomiona od dnia wybudowania.....

Legenda:

- 1 Inwerter (Falownik)
- 2 Moduły fotowoltaiczne
- 3 Rozdzielnica DC - Prąd stały
- 4 Rozdzielnica AC - Prąd przemienny
- 5 Przeciwpożarowy wyłącznik prądu PWP

Uruchomienie Przeciwpożarowego Wyłącznika Prądu w rozdzielnicie głównej na zewnątrz i wewnątrz budynku, spowoduje wyłączenie zasilania elektrycznego wszystkich obiektów znajdujących się w: **(Trzebielino pomorskie) ul. Wiejska 15**



Data:

Bytów, 28.05.2021

mgr inż. Zenon Płotka

# 1 - OPIS TECHNICZNY

System fotowoltaiczny o mocy znamionowej <sup>1</sup> 25,92 kW będzie zlokalizowany w Trzebielino (pomorskie) ul. Wiejska 15 i będzie podłączony do sieci dystrybucyjnej niskiego napięcia bezpośrednio do trójfazowej instalacji elektrycznej Niskie napięcie, Trójfazowy prąd przemienny 400,00V. Przyłączenie do sieci jest w obowiązku operatora sieci elektroenergetycznej.

## 1.1 Dane projektu

Dane projektu są przedstawione poniżej i odnoszą się do klienta, miejsca instalacji, danych dotyczących dostaw energii elektrycznej i obecności lub nieobecności obiektów zacieniających.

Inwestor	
Firma	Gmina Trzebielino
Adres	ul. Wiejska 15
Miasto	77-235 - Trzebielino (pomorskie)

Miejsce instalacji	
Lokalizacja	Trzebielino
Adres	ul.Sportowa 18, dz. nr 12/36
Szerokość	54,21s
Długość geograficzna	17,09s
Wysokość	4m
Temperatura maksymalna	20,85 sC
Temperatura minimalna	-1,26 sC
Globalne natężenie promieniowania słonecznego w płaszczyźnie poziomej	1 069,45 kWh/m <sub>s</sub>
Albedo (współczynnik odbicia)	20%

Instalacja fotowoltaiczna zostanie podłączona do instalacji użytkownika, obsługiwanego przez sieci energetyczne posiadające następujące cechy:

Dostawa energii elektrycznej	
Operator sieci	Energa-Operator S.A.
Rodzaj zasilania	Kablowe
Napięcie nominalne	400,00 V
Moc dostępna	26,00 kW

<sup>1</sup> Nominalna moc układu fotowoltaicznego jest wyrażona jako suma mocy znamionowej każdego modułu mierzonej w warunkach normalnych (STC).



Średnie roczne zużycie	35000,00 kWh
Kod klienta	2
Numer zamówienia	UG

## 1.2 Opis systemu fotowoltaicznego

System fotowoltaiczny o mocy nominalnej 25,92 kW będzie połączony z siecią dystrybucyjną oraz instalacją elektryczną na Niskie napięcie - Trójfazowy prąd przemienny o napięciu 400,00 V podlegający kompetencji Energa-Operator S.A.

Cechy układu są przedstawione poniżej, w szczególności Rysunek 1 przedstawia schemat elektryczny układu jednokreskowego.

Wyróżnia się w nim:

Generator fotowoltaiczny składający się z:

- 3 łańcuchów 18 moduły/modułów połączone szeregowo
- 1 łańcuchów 17 moduły/modułów połączone szeregowo
- Grupa konwersji utworzona przez 1 falownik Trójfazowy
- Grupa interfejsu
- Systemy pomiaru energii

### 1.2.1 GENERATOR FOTOWOLTAICZNY

Będzie się ona składać z:

- Modułów fotowoltaicznych połączonych szeregowo dla realizacji projektowanych łańcuchów
- Kable elektryczne do połączenia między modułami oraz między nimi a rozdzielnicami elektrycznymi

Poniżej znajduje się charakterystyka generatora fotowoltaicznego i pozostałych głównych elementów układu.

Parametry elektryczne generatora fotowoltaicznego	
Moc znamionowa	25,92 kWp
Ilość modułów fotowoltaicznych	71
Powierzchnia czynna modułów	137,74 m <sup>2</sup>
Ilość łańcuchów	4
Napięcie maksymalne @STC (Voc)	\Results.MaxVoltageSTCDC\ V
Napięcie przy mocy maksymalnej @STC (Vmpp)	707,4 V
Prąd zwarcowy @STC (Isc)	39,6 A
Prąd przy maksymalnej mocy @STC (Impp)	37,12 A

W przypadku omawianej instalacji, generator fotowoltaiczny ma inne ekspozycje (kąt nachylenia i kąt azymutu różnią się w zależności od uwzględnianego pola fotowoltaicznego), a mianowicie:

Ekspozycja generatora PV:

Pole 1:

Azymut : 180,815538724048 °  
Nachylenie : 30°

Pole 2:

Azymut : 181,591137262394 °  
Nachylenie : -30°

W celu uniknięcia strat elektrycznych w wyniku niedopasowania, pola PV o różnych ekspozycjach będą podłączone do odrębnych falowników lub, alternatywnie, do falowników z niezależnymi wejściami (niezależny MPPT).

Generator fotowoltaiczny o mocy znamionowej 25,92 kW korzysta z konfiguracji szeregowo-równoległej i będzie podzielony na 4 pasm modułów połączonych szeregowo. Poniżej znajduje się omówienie zestawu łańcuchów systemu.

W systemie są pasma o różnych charakterystykach:

Parametry elektryczne łańcuchów #1	
Liczba modułów fotowoltaicznych w serii	18
Producent	Wyłoniony w postępowaniu przetargowym
Model	365M
Moc znamionowa	6,57 kW
Napięcie jałowe (Voc)	865,8 V
Prąd zwarcia (Isc)	9,9 A
Prąd przy maksymalnej mocy (Impp)	9,28 A

Parametry elektryczne łańcuchów #2	
Liczba modułów fotowoltaicznych w serii	17
Producent	Wyłoniony w postępowaniu przetargowym
Model	365M
Moc znamionowa	6,205 kW
Napięcie jałowe (Voc)	817,7 V
Prąd zwarcia (Isc)	9,9 A
Prąd przy maksymalnej mocy (Impp)	9,28 A



Dane konstrukcyjne modułów:

Dane konstrukcyjne modułów	
Producent	Wyłoniony w postępowaniu przetargowym
Model	365M
Technologia	Si-Mono
Moc znamionowa	365,00 W
Tolerancja	1,37%
Napięcie jałowe (Voc)	48,10 V
Napięcie przy maksymalnej mocy (Vmpp)	39,30 V
Prąd zwarciov (Isc)	9,90 A
Prąd przy maksymalnej mocy (Impp)	9,28 A
Powierzchnia	1,94 m <sup>2</sup>
Wydajność	18,8%

### 1.2.2 Grupa konwersji przetwornica DC/AC (falownik)

Grupa przeliczeniowa systemu fotowoltaicznego składa się z 1 falownika Trójfazowy o łącznej mocy około 25,92 kW.

Główne cechy techniczne falownika podsumowano poniżej.

Szczegóły konstrukcyjne falownika	
Producent	Wg. specyfikacji
Model	Beztransfornatorowy 20kW
Moc znamionowa	20,00 kW
Moc maksymalna	30,00 kW
Maksimum wydajności	98,60%
Europejska wydajność	98,20%
Maksymalne napięcie z PV	1 100,00 V
Minimalne napięcie MPPT	480,00 V
Maksymalne napięcie MPPT	850,00 V
Maksymalny prąd wejściowy	52,00 A
Ilość MPPT	2
AC napięcie przemienne wyjściowe	400,00 V

Wyjście	Trójfazowy
Transformator separacyjny	Brak
Częstotliwość	50/60 Hz

### 1.2.3 ROZDZIELNICE ELEKTRYCZNE DC

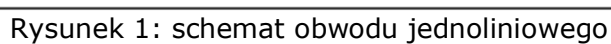
System fotowoltaiczny składa się z 4 rozdzielnic DC, poniżej wymienione są zaprojektowane rozdzielnice DC w systemie:

Rozdzielnica elektryczna DC	
Liczba wejść	1
Maksymalny prąd dla każdego wejścia	9,90 A
Maksymalne napięcie wejściowe	952,47 V
Maksymalny prąd wyjściowy	9,90 A
Urządzenie wejściowe	Żaden
Prąd znamionowy urządzenia wejściowego	0,00 A
Zabezpieczenie	9F10 PV
Zabezpieczenie prądu znamionowego	10,00 A
Dioda blokująca	Żaden
Prąd znamionowy diody blokującej	0,00 A
Urządzenie wyjściowe	PV-M32
Prąd znamionowy urządzenia wyjściowego	32,00 A
Odgromnik	1500V (technologia iskiernikowa)T1
Kategoria odgromnika	I
Napięcie odgromnika	1 500,00 V

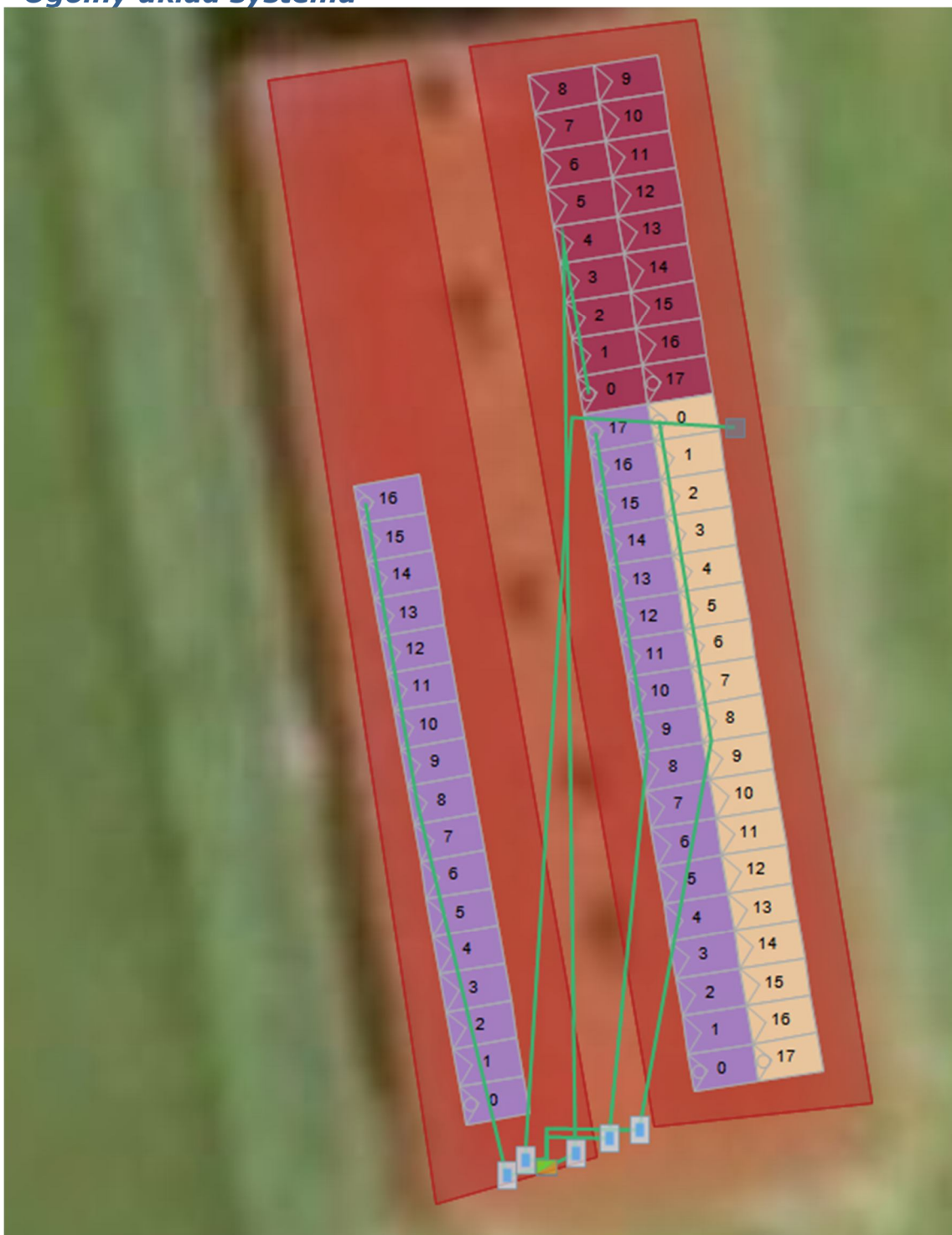
Rozdzielnica elektryczna DC	
Liczba wejść	1
Maksymalny prąd dla każdego wejścia	9,90 A
Maksymalne napięcie wejściowe	899,55 V
Maksymalny prąd wyjściowy	9,90 A
Urządzenie wejściowe	Żaden
Prąd znamionowy urządzenia wejściowego	0,00 A
Zabezpieczenie	9F10 PV
Zabezpieczenie prądu znamionowego	10,00 A
Dioda blokująca	Żaden
Prąd znamionowy diody blokującej	0,00 A
Urządzenie wyjściowe	PV-M32

Prąd znamionowy urządzenia wyjściowego	32,00 A
Odgromnik	1500G/51 (technologia iskiernikowa ), T1
Kategoria odgromnika	I
Napięcie odgromnika	1 500,00 V

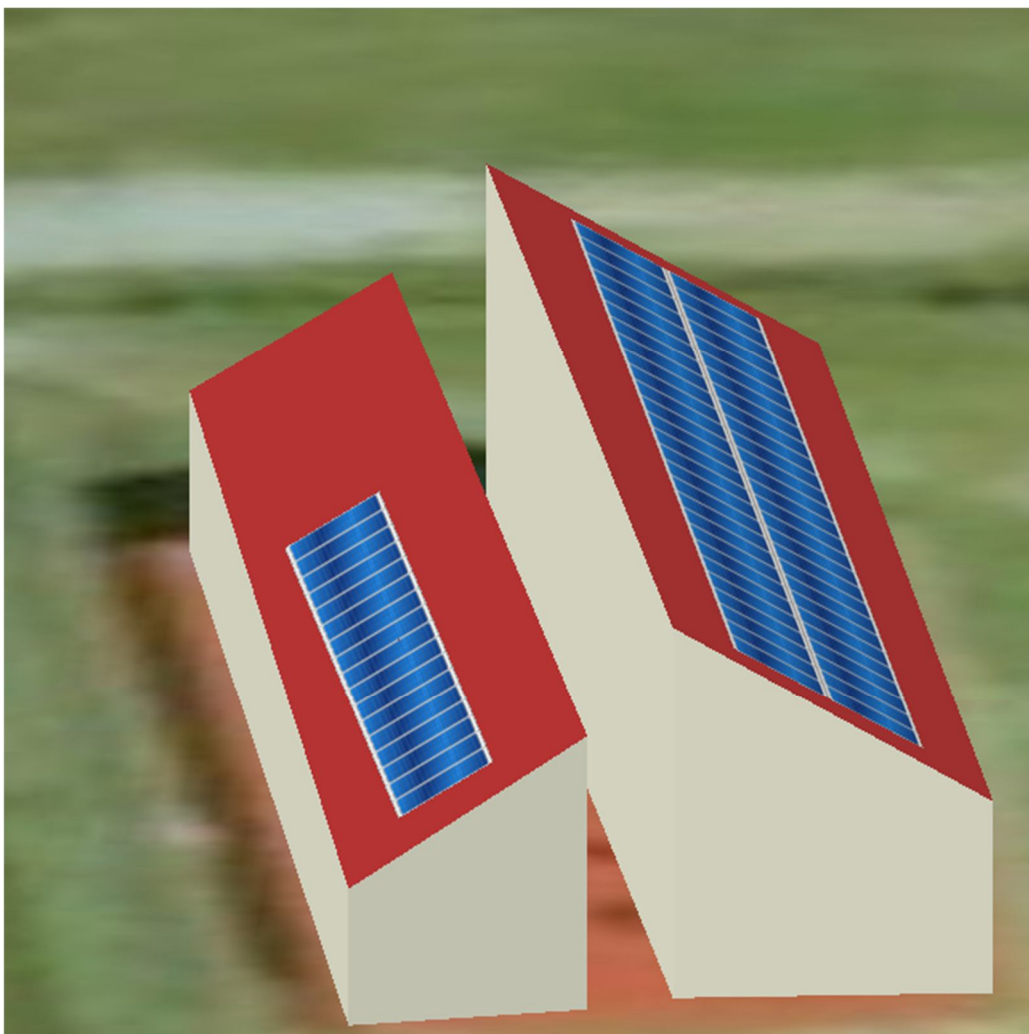
### 2.1 – Schemat obwodu jednoliniowego



## 2.2 - Ogólny układ systemu



Rysunek 2: Umieszczenie generatora fotowoltaicznego i grupy przetwornic



Rysunek 3: Realistyczny widok instalacji systemu

### 3. Wstępne kalkulacje

#### 3.1 - roczna technologiczność (wydajność)

##### Instalacja

Układ zostanie zainstalowany w lokalizacji: Trzebielino (pomorskie) ul. Sportowa 18.  
Poniższa tabela przedstawia podstawowe dane geograficzne miejsca instalacji.

Dane geograficzne miejsca	
Lokalizacja	Trzebielino
Szerokość	54,21°
Długość geograficzna	17,09°
Wysokość	0 metry
Temperatura maksymalna	20,85 °C
Temperatura minimalna	-1,26 °C
Wartości natężenia promieniowania słonecznego	1 069,45

W tej lokalizacji pozyskujemy następujące dzienne wartości natężenia promieniowania słonecznego na poziomej powierzchni, według źródła NASA-SSE.

Miesiąc	Rozproszone dzienne [kWh/m <sub>2</sub> ]	Bezpośrednie dzienne [kWh/m <sub>2</sub> ]	Globalne dzienne [kWh/m <sub>2</sub> ]
Styczeń	0,44	0,19	0,63
Luty	0,77	0,47	1,24
Marzec	1,46	1,08	2,54
Kwiecień	2,06	2,00	4,06
Maj	2,56	2,99	5,55
Czerwiec	2,75	2,86	5,61
Lipiec	2,68	2,63	5,31
Sierpień	2,23	2,29	4,52
Wrzesień	1,58	1,38	2,96
Październik	0,93	0,61	1,54
Listopad	0,51	0,22	0,73
Grudzień	0,36	0,16	0,52
<b>Rocznie</b>	<b>558,45</b>	<b>511,00</b>	<b>1 069,45</b>

Biorąc pod uwagę miesięczne średnie dzienne natężenie promieniowania słonecznego oraz liczbę dni, które składają się na dwanaście miesięcy w roku, można określić wartość rocznego globalnego natężenia promieniowania słonecznego na poziomej powierzchni dla lokalizacji



Trzebielino (pomorskie). Ta wartość jest równa 1 069,45 [kWh/m<sub>2</sub>].

### Zacienienie odległe

W systemie fotowoltaicznym zazwyczaj należy unikać zacienienia, ponieważ powoduje to straty energii, a tym samym energii produkowanej. Jednak w szczególnych przypadkach jest to dozwolone, jeżeli sytuacja jest właściwie oceniona.

W przypadku omawianej instalacji nie występuje zacienienie.

### Obliczanie technologiczności

Wydajność systemu została obliczona na podstawie danych, pochodzących ze źródeł danych klimatycznych NASA-SSE, w miejscu instalacji w stosunku do przeciętnego miesięcznego globalnego promieniowania słonecznego na powierzchni poziomej.

Procedura obliczania energii wytwarzanej przez układ bierze pod uwagę moc znamionową (25,92 kW), kąt nachylenia oraz azymut ( 30° , 180,815538724048° -30° , 181,591137262394° ) generator PV, straty na generatorze PV (straty rezystancyjne, straty z powodu różnicy temperatury modułów, refleksji bądź niedopasowania pomiędzy łańcuchami), wydajność falownika, jak również współczynnik odbicia ziemi z przodu modułów (20%) (albedo).

W związku z tym, energia wytwarzana przez układ corocznie ( $E_p, y$ ) jest obliczana w następujący sposób:

$$E_{p,y} = P_{nom} * Irr * (1-Losses) = \mathbf{25\ 377,78\ kWh}$$

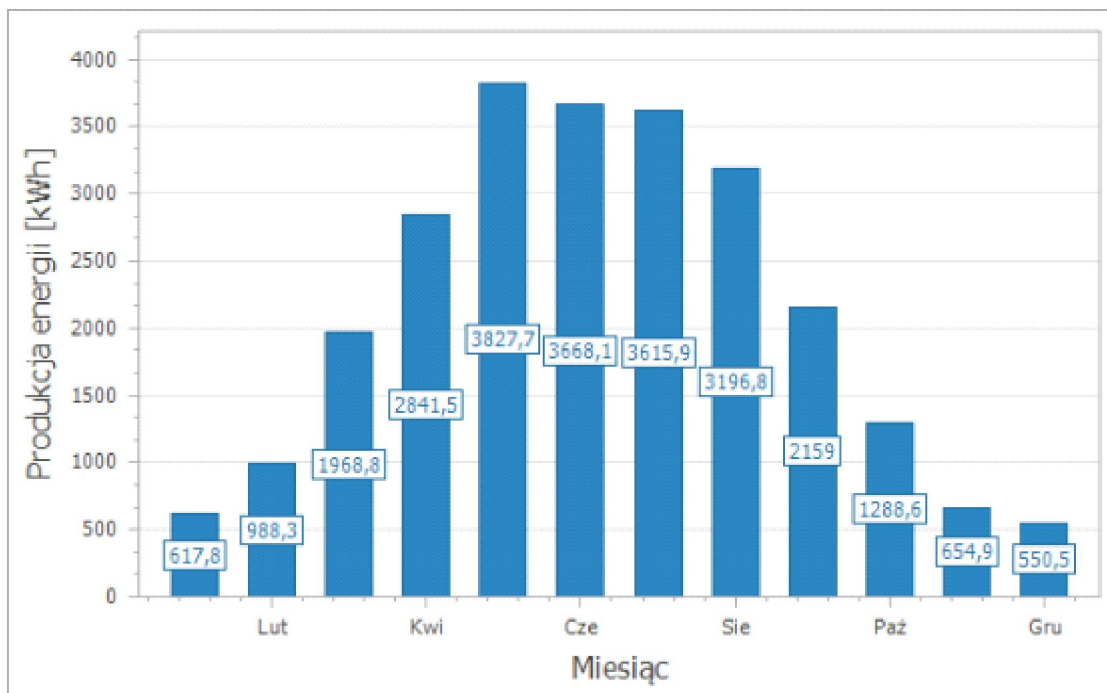
Gdzie:

- $P_{nom}$  = Moc znamionowa systemu: 25,92 kW
- $Irr$  = Roczne natężenie promieniowania słonecznego na powierzchni modułów: 1115,05 kWh/m<sub>2</sub>
- $Losses$  = Straty mocy: 12,18 %

Straty mocy są spowodowane różnymi czynnikami. Poniższa tabela zawiera owe czynniki strat oraz ich wartości przyjęte przez procedury obliczania systemu wydajności (technologiczności).

Straty	
Straty ciepła	3,00 %
Straty z niedopasowania	2,00 %
Straty rezystancyjne	4,00 %
Straty spowodowane konwersją DC/AC	1,80 %
Inne straty	2,00 %
Straty z zacienienia	0,00 %
<b>Straty całkowite</b>	<b>12,18 %</b>

Poniższy wykres przedstawia trend miesięcznej produkcji energii przewidywany w danym roku.



### 3.2 - Weryfikacja prawidłowego połączenia elektrycznego pomiędzy generatorem fotowoltaicznym a grupą przetwornic DC /AC.

W celu doboru falownika jest zazwyczaj konieczne, aby zweryfikować zgodność używanych falowników z polami fotowoltaicznymi.

Weryfikacja falowników odnosi się do sekcji prądu stałego systemu fotowoltaicznego i dotyczy:

- Weryfikacja napięcia stałego
- Weryfikacja prądu stałego
- Weryfikacja mocy

#### Weryfikacja napięcia stałego

Sprawdzenie napięcia stałego wykonywane jest w celu weryfikacji, czy zestaw napięć dostarczanych przez pole fotowoltaiczne jest zgodny z zakresem wahań napięcia wejściowego falownika.

Innymi słowy, niezbędne jest, aby wyliczyć minimalny i maksymalny poziom napięcia pola ogniw fotowoltaicznych i zweryfikować, że pierwszy jest większy od minimalnej dopuszczalnej dla napięcia wejściowego falownika, a drugi jest mniejszy od maksymalnego napięcia wejściowego dopuszczalnego przez falownik.

#### Weryfikacja prądu stałego

Weryfikacja prądu stałego wykonywana jest w celu sprawdzenia, czy prąd zwarcia pola PV @ STC jest mniejszy niż maksymalna dopuszczalna wartość prądu wejściowego falownika.

#### Weryfikacja mocy

Weryfikacji mocy jest wykonywana w celu sprawdzenia czy moc znamionowa grupy przetwornic DC / AC (suma mocy znamionowej falownika) jest większa niż 80,00% i mniejsza niż 120,00% mocy znamionowej systemu fotowoltaicznego (suma mocy znamionowej modułów fotowoltaicznych).

Poniższe tabele przedstawiają wynik tych weryfikacji.

#### Inverter:1

Limity napięcia	Mppt1 - Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 70°C (595,97 V) > Minimalne napięcie MPPT (480 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 70°C (562,86 V) > Minimalne napięcie MPPT (480 V)
Limity napięcia	Mppt1 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -10°C (794,07 V) < Maksymalne napięcie MPPT (850 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -10°C (749,95 V) < Maksymalne napięcie MPPT (850 V)
Limity napięcia	Mppt1 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -10°C (952,47 V) < Maksymalne napięcie falownika (1100 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -10°C (899,55 V) < Maksymalne napięcie falownika (1100 V)
Limity prądu	Mppt1 - Prąd zwarciaowy (19,8 A) < Maksymalny prąd falownika (26 A)
Limity prądu	Mppt2 - Prąd zwarciaowy (19,8 A) < Maksymalny prąd falownika (26 A)
Limity mocy	Współczynnik wielkości mocy (80 %) < (86%) < (120 %)

### 3.3 – Przewody elektryczne

Dobór przewodów elektrycznych obejmuje następujące obliczenia:

- Obliczanie spadku napięcia

#### Obliczanie spadku napięcia

Znając długość przewodu, typ kabla i maksymalny prąd w nim płynący, następuje obliczenie wartości procentowej spadku napięcia dla kabla na prąd stały - wg. zależności:

$$\Delta V_{\%} = 2 \cdot \frac{R}{V_{nom}} \cdot I_{nom} \cdot \frac{L}{1000}$$

gdzie:

$L$	długość przewodu w metrach
$I_{nom}$	prąd płynący w kablu @STC
$V_{nom}$	napięcie na kablu @STC
$R$	wartość rezystancji kabla na km długości, w temperaturze 80 °C

Należy zwrócić uwagę na długość kabla, typ kabla i prąd maksymalny. Obliczanie wartości procentowej spadku napięcia na kablu dla prądu przemiennego uzyskuje się z zależności:

Uwaga: długość przewodu, rodzaj kabla i maksymalny prąd, który płynie, obliczenie wartości procentowej spadku napięcia dla przewodu, jest uzyskane z relacji:

Dla linii jednofazowej:

$$\Delta V_{\%} = 2 \cdot \frac{\sqrt{R^2 + X^2}}{V_{AC}} \cdot I_{nom} \cdot \frac{L}{1000}$$

Dla linii trójfazowej:

$$\Delta V_{\%} = 1,73 \cdot \frac{\sqrt{R^2 + X^2}}{V_{AC}} \cdot I_{nom} \cdot \frac{L}{1000}$$

gdzie:

$L$	długość przewodu w metrach
$I_{nom}$	prąd płynący w kablu @STC
$V_{AC}$	napięcie sieci

$R, X$  rezystancja i reaktancja linii na km długości, w temperaturze 80 °C

Poniższe tabele przedstawiają wykaz kabli używanych w systemie.

Aby uzyskać więcej informacji, zapoznaj się z dokumentem "Zestaw kabli"

Tabela kabli					
Etykieta	Kod	Opis	Formacja	Spadek napięcia	Długość
C1		Z: Główny panel Do: Sieć elektryczna		0,74%	23,57 m
C2		Z: Inverter:1 Do: Główny panel		0,04%	0,79 m
C3		Z: EP-DC - Inverter:1:4 Do: Inverter:1		0,01%	1,07 m
C4		Z: Str:4 Do: EP-DC - Inverter:1:4		0,33%	21,48 m
C5		Przewód łączący moduły: Str:4		0,25%	15,88 m
C6		Z: EP-DC - Inverter:1:3 Do: Inverter:1		0,02%	3,4 m
C7		Z: Str:3 Do: EP-DC - Inverter:1:3		0,38%	25,92 m
C8		Przewód łączący moduły: Str:3		0,25%	16,86 m
C9		Z: EP-DC - Inverter:1:2 Do: Inverter:1		0,00%	0,82 m
C10		Z: Str:2 Do: EP-DC - Inverter:1:2		0,52%	35,73 m
C11		Przewód łączący moduły: Str:2		0,26%	17,53 m
C12		Z: EP-DC - Inverter:1:1 Do: Inverter:1		0,01%	2,4 m
C13		Z: Str:1 Do: EP-DC - Inverter:1:1		0,38%	26,09 m
C14		Przewód łączący moduły: Str:1		0,25%	16,82 m

Zestawienie kabli stosowanych w systemie					
Kod	Producent	Opis	Formacja	Przekrój	Długość
				0,00 mm <sup>2</sup>	325,27 m

### 3.4. Sposób łączenia i zabezpieczenia modułów PV

Po stronie DC panele fotowoltaiczne łączyć kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odpornymi na promieniowanie UV. Końcówki kabli należy łączyć złączkami MC4. Połączenie to zapewnia wodoszczelność i odporność na promieniowanie UV. Przewody łączące panele należy układać pod panelami fotowoltaicznymi i mocować do konstrukcji wsporczej za pomocą opasek zaciskowych. Na początku łańcucha paneli zastosować wkładki cylindryczne o charakterystyce gPV. Dopuszcza się stosowanie aparatów zabezpieczających gPV, które jednocześnie pełnią funkcję rozłącznika w instalacji fotowoltaicznej. Wkładki należy montować na obu biegunach łańcucha. Zabrania się stosowania modułowych wyłączników nadprądowych DC (prądy wsteczne) oraz wkładek topikowych o charakterystyce gR. Należy zastosować wkładki cylindryczne/nożowe o charakterystyce gPV, przystosowane do pracy w systemach fotowoltaicznych! Dobór wkładek przedstawiono w obliczeniach technicznych.

## ***Konstrukcja wsporcza***

System konstrukcji wsporczej umożliwia zamocowanie modułów fotowoltaicznych na dachu/gruncie. Należy zastosować konstrukcję systemową przeznaczoną do montażu na danym rodzaju pokrycia dachowego/gruntu.

### ***Trasy kablowe AC, DC***

Z uwagi na odmienne wymagania dotyczące poszczególnych fragmentów instalacji fotowoltaicznej występują różne typy kabli i przewodów elektrycznych,

Po stronie AC instalacja ma być wykonana w oparciu o kabel typu YDY (instalacje natynkowe i wtynkowe), o przekrojach wskazanych w obliczeniach technicznych. Po stronie AC kable mogą być zamocowane wewnątrz budynku lub poza nim np. (w wykopie) .

Instalacje wykonane w gruncie należy wykonywać kablami typu YKY o przekrojach wskazanych w obliczeniach technicznych.

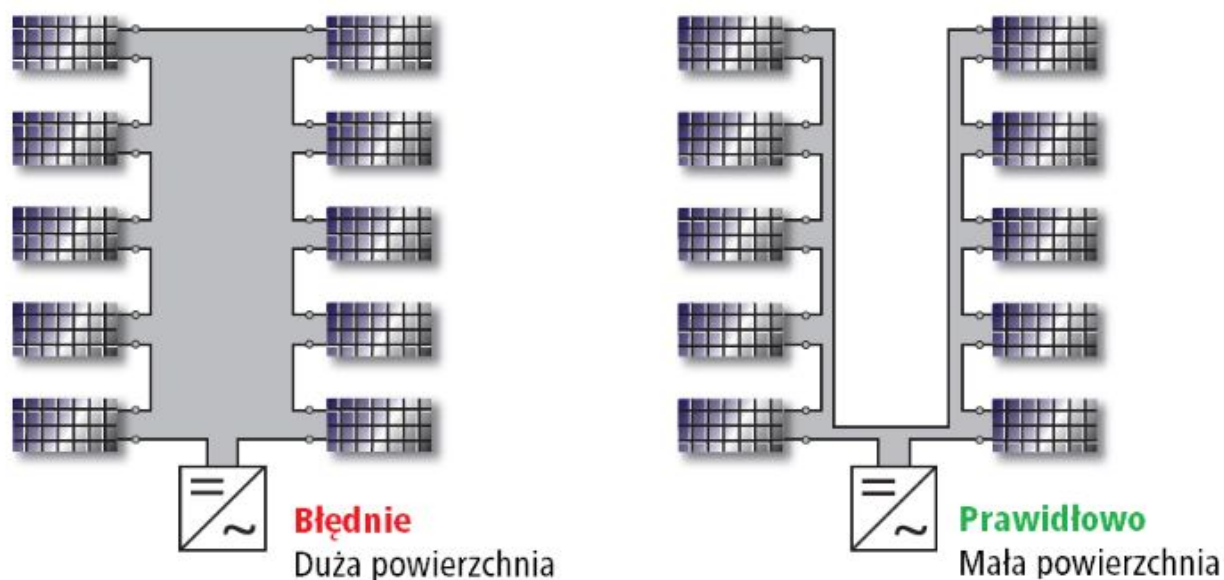
Projektowane przewody wewnątrz budynku należy układać na trasach kablowych wykonanych z listew elektroinstalacyjnych. Szerokość listew dobrana do ilości prowadzonych instalacji z zachowaniem min. 30% rezerwy w trasie. Trasy należy budować z prefabrykowanych odcinków. Do połączeń stosować fabryczny osprzęt połączeniowy, tj. kolana, trójniki, łuki, itp. Do mocowania tras należy stosować fabryczne wsporniki (ścienne i sufitowe), dobrane do miejsca montażu. Trasy należy budować w sposób umożliwiający „wkładanie” kabli, bez konieczności ich „przeciągania” (unikanie zamkniętych połączeń). Przewody w szachcie wentylacyjnym powiązać obwodami, opisać i prowadzić w peszlu. Okablowanie AC oraz DC poprowadzić możliwie najkrótszymi trasami.

### **Montaż kabli po stronie DC**

Po stronie DC na dachach, kable muszą pracować w znacznie wyższych temperaturach i są narażone są na wpływ warunków atmosferycznych, w tym długotrwałe działanie promieniowania UV. Przewody fotowoltaiczne są odporne na warunki atmosferyczne i pod modułami można je prowadzić bez dodatkowych osłon. Powinny zostać przymocowane do konstrukcji montażowej modułów, np. za pomocą opasek zaciskowych odpornych na promieniowanie UV i przystosowanych do użytku w skrajnym zakresie temperatur od -35 do +90°C.

Ze względu na niszczące działanie promieniowania UV, kable fotowoltaiczne w sposób ciągły nie mogą być wystawione na działanie warunków atmosferycznych.

Kable fotowoltaiczne łączące poszczególne moduły między sobą powinny być tak prowadzone, aby unikać tworzenia pętli przewodów, w których doszło by indukcji napięcia. Przewód dodatni (plusowy) należy prowadzić blisko ujemnego (minusowego), ewentualnym kosztem większego zużycia kabla.



Rysunek przedstawiający prawidłowe ułożenie przewodów i kabli PV.

Przewody (kable) DC, powinny zostać zabezpieczone przed drganiami, przesunięciami i tarcie o inne elementy konstrukcji. Brak takiego zabezpieczenia, w czasie wietrznej pogody może spowodować uszkodzenie izolacji lub przerwanie przewodu.

Złączki elektryczne nie powinny leżeć na dachu lub luźno zwisać pod konstrukcjami. Powinny zostać przymocowane do konstrukcji montażowej modułów, np. za pomocą dwóch opasek zaciskowych: odpornych na promieniowanie UV i przystosowanych do użytku w skrajnym zakresie temperatur od -35 do +90°C.

Przy wykonaniu przejść między rzędami modułów, kable należy zabezpieczyć dodatkowymi osłonami, np. przez prowadzenie ich w peszlach ochronnych odpornych na warunki atmosferyczne i promieniowanie UV. Kable DC łączące łańcuchy (wychodzące z zespołu modułów) i przebiegające poza modułami, należy umieścić w dodatkowej osłonie tj. rurce, peszlu lub kanałach odpornych na promieniowanie UV.

Norma PN-HD 60364-7-712 nakazuje, aby przewody po stronie DC powinny być dobierane i montowane tak, aby zminimalizować ryzyko powstania zwarcí, łącznie z doziemnymi. Można to osiągnąć, stosując przewody izolowane (jednożyłowe) instalowane w indywidualnie izolowanych rurkach lub kanałach technicznych. **Przewodów DC nie należy umieszczać bezpośrednio na powierzchni dachu.**

### **Tablice elektryczne**

„Wpięcie” projektowanej instalacji fotowoltaicznej zrealizować możliwie najbliżej za zasilania podstawowego z sieci elektroenergetycznej ( w rozdzielnicy głównej lub dedykowane rozdzielnicy RPV).

## ***Ochrona przeciwporażeniowa i przeciwpożarowa***

Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym została zapewniona przez:

- zachowanie odległości izolacyjnych,
- dla urządzeń nn 0,4 kV samoczynne wyłączenie zasilania,
- ochrona przed dotykiem bezpośrednim jest realizowana przez izolację podstawową,
- ochrona przy uszkodzeniu, przed dotykiem pośrednim jest realizowana przez wykorzystanie urządzeń II klasy ochronności oraz uziemione połączenia wyrównawcze.

Projekt przewiduje zastosowanie zabezpieczenia przeciwpożarowego w postaci istniejącego głównego wyłącznika prądu GWP ( znajduje się w złączu na zewnątrz budynku).

PWP należy opisać tekstem „Przeciwpożarowy Wyłącznik Prądu" i oznaczyć graficznie znakiem nr 219 wg normy PN-N-01256-4:1997 Znaki bezpieczeństwa. Techniczne środki przeciwpożarowe:

Instalacja uziemiająca i wyrównania potencjałów.

Instalacja uziemiająca poza zakresem opracowania - obiekt istniejący. Podkonstrukcję i obudowę paneli fotowoltaicznych należy podłączyć w 2 miejscach do głównej szyny uziemiającej budynku za pomocą linki LgYżo 1x6 mm<sup>2</sup> w celu zapewnienia wyrównania potencjałów.

## ***Ochrona przeciwprzepięciowa***

Systemy fotowoltaiczne należy zabezpieczyć przed przepięciami i sprzężeniami. Uderzenie pioruna wywołuje skutki w otoczeniu w promieniu ok. 1 km, powodując sprzężenia i przepięcia w instalacji elektrycznej. Ochrona przeciwprzepięciowa oznacza ochronę przed przepięciami pochodzącymi z sieci energetycznej, przed przepięciami i sprzężeniami wywołanymi uderzeniem pioruna w okolice instalacji i w instalację oraz innymi przepięciami powstałymi w instalacji fotowoltaicznej i sterującej. Projekt przewiduje zastosowanie ochrony przeciwprzepięciowej według Normy PN-EN 61173:2002. Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej. Dla zapewnienia ochrony przeciwprzepięciowej zostaną zastosowane ochronniki.

## ***Przeciwpożarowy wyłącznik prądu***

Budynek jest wyposażony w przeciwpożarowy wyłącznik prądu w rozdzielnicę główną . Ponadto istnieje możliwość wyłączenia obiektu z zasilania w złączu kablowym PWP ( znajduje się w złączu na zewnątrz budynku / na granicy posesji).

## ***Oznakowanie:***

Dla bezpieczeństwa osób zaleca się, aby budynek lub teren, na którym znajduje się system instalacji fotowoltaicznej, posiadał oznakowanie zgodne z normą PN-HD 60364-7-712:2016-05 - wersja polska, Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 7-712: Wymagania dotyczące



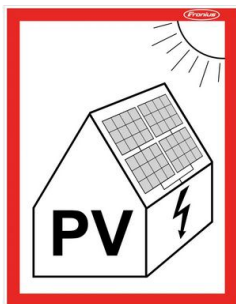
specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania, w następujących miejscach:

- w rozdzielni głównej budynku, obok głównego licznika energii (jeśli jest oddalony od rozdzielni głównej -ZK),
- obok głównego wyłącznika prądu i przeciwpożarowego wyłącznika prądu,
- w rozdzielnicy, w której przyłączona jest instalacja fotowoltaiczna do instalacji elektrycznej budynku.

Wyłącznik prądu - rozłącznik prądu w czasie pożaru powinien zapewnić:

- całkowite odcięcie zasilania Inwerterów,
- trwałe i bezpieczne rozłączenie modułów w trakcie awarii zasilania,
- automatyczne wyłączenie instalacji w przypadku pożaru -po zadziałaniu Głównego Wyłącznika Prądu.

Wzór oznaczeń:



Wzór znaku: Oznakowanie zgodne z normą PN-HD 60364-7-712:2016-05 - wersja polska



Wzór znaku „przeciwpożarowy wyłącznik prądu” według PN-N-01256-4:1997 *Znaki bezpieczeństwa. Techniczne środki przeciwpożarowe.*

**Informacja o przygotowaniu obiektu budowlanego i terenu do prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych, a w szczególności informacje o drogach pożarowych, zaopatrzeniu w wodę do zewnętrznego gaszenia pożaru oraz o sprzęcie służącym do tych działań**

Zaopatrzenie w wodę do zewnętrznego gaszenia pożaru dla obiektów pozostaje bez zmian. Zamontowane instalacji fotowoltaicznej nie ma wpływu na zmianę tych wymagań. Działania gaśnicze wykonywane przez straż pożarną powinno być prowadzone bezpiecznymi środkami gaśniczymi jak pianą średnią, proszkami gaśniczymi ABC,

dwutlenkiem węgla. Palących modułów PV nie należy gasić wodą, przy czym w sytuacji, gdy jest to niezbędne należy zachować odległość co najmniej 5m od modułów.

Droga pożarowa do obiektów bez zmian. Zamontowanie modułów PV na dachu lub na gruncie nie zmienia warunków i wymagań w zakresie dróg pożarowych. Istniejący układ drogowy powinien zapewnić dojazd pojazdów jednostek ochrony przeciwpożarowej i dojście do obiektów dla ekip ratowniczych.

**Informacje o doborze urządzeń przeciwpożarowych i innych urządzeń służących bezpieczeństwu pożarowemu, dostosowanym do wymagań wynikających z przepisów dotyczących ochrony przeciwpożarowej i przyjętych scenariuszy pożarowych, z podstawową charakterystyką tych urządzeń**

Obszary instalacji PV nie wymagają wyposażenia w urządzenia przeciwpożarowe: hydranty wewnętrzne, system sygnalizacji pożarowej, dźwiękowy system ostrzegawczy, instalacje gaśnicze, oddymianie, awaryjne lampy oświetlenia ewakuacyjnego. W budynku (w rozdzielnicy głównej) znajduje istniejący **przeciwpożarowy wyłącznik prądu**. Wyłącznik PWP ma być oznakowany znakiem bezpieczeństwa „przeciwpożarowy wyłącznik prądu”. Wzór znaku „przeciwpożarowy wyłącznik prądu” według PN-N-01256-4:1997 *Znaki bezpieczeństwa. Techniczne środki przeciwpożarowe*. Ponadto istnieje możliwość wyłączenia obiektu z zasilania w złączu kablowym znajdującym się na zewnątrz obiektu w miejscu oznaczonym na dokumencie „Plan urządzeń dla ekip ratowniczych”.

Urządzenia podlegające projektowaniu nie wymagają zabezpieczenia w instalacje i urządzenia przeciwpożarowe.

**Przepisy i materiały źródłowe**

[1] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane Dz. U. 1994 Nr 89 poz. 414 j.t.Dz.U.2018, poz.1202 ze zm).

[2] Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz. U. tekst jednolity 2018, poz.620 ze zm).

[3] Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz./U.2015, poz.478, ze zm. J.t.2018 poz.2389).

[4] PN-HD 60364-7-712:2016-05 - wersja polska, Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania. [13] DIN 18195:2000-08 Bauwerksabdichtung.

[5] PN-EN 62852:2015-05 - wersja angielska, Złącza DC stosowane w systemach fotowoltaicznych -- Wymagania bezpieczeństwa i badania. [15] PN-EN 61439-2:2011 - wersja polska, Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe -- Część 2: Rozdzielnice i sterownice do rozdziału energii elektrycznej.

[6] PN-EN 50618:2015-03 - wersja polska, Kable i przewody elektryczne do systemów fotowoltaicznych.

[7] PN-EN 50565-1:2014-11 - wersja polska, Przewody elektryczne Wytyczne stosowania przewodów na napięcie znamionowe nieprzekraczające 450/750 V (U0/ U) - Część 1: Wskazówki ogólne.

### **3.4 Uwagi końcowe:**

Wszystkie roboty powinny być wykonane przez firmę wyspecjalizowaną i prowadzone pod nadzorem osoby posiadającej wymagane przepisami uprawnienia budowlane.

Prace należy wykonywać zgodnie z zasadami wiedzy i sztuki budowlanej oraz przepisami bhp. Materiały użyte podczas budowy muszą być dopuszczone do stosowania w budownictwie i posiadać aprobaty lub deklaracje zgodności wymagane przepisami prawa budowlanego.

**UWAGA! Dopuszcza się zastosowanie materiałów/urządzeń/rozwiązań równoważnych, ale o parametrach nie gorszych niż przedstawione w projekcie.**

**Projektował: mgr inż. Zenon Płotka**

**Trzebielino , ul. Wiejska 15**  
**77-235 - Trzebielino (pomorskie)**

.....  
(telefon kontaktowy oraz e-mail)

**Trzebielino .....**  
(miejscowość, data)

**Komenda Powiatowa**  
**Państwowej Straży Pożarnej**  
**w Bytowie**

**ZAWIADOMIENIE**

Na podstawie art. 56 ust. 1 a ustawy – Prawo budowlane (Dz. U. z 2020 r., poz. 1333 ze zm.) zawiadamiam o zakończeniu robót budowlanych polegających na instalowaniu urządzeń fotowoltaicznych o mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 6,5 kW i zamiarze przystąpienia do użytkowania:

Instalacja fotowoltaiczna na dachu budynku centrum sportowo rekreacyjnego w Trzebielinie  
(nazwa obiektu – inwestycji)

**Trzebielino (pomorskie) ul. Wiejska 15**  
**77-235 - Trzebielino, (pomorskie)**

(adres, obręb ewidencyjny i numer działki)

**Dane o obiekcie zawarte w projekcie urządzenia:**

Obiekt na którym zamocowano panele fotowoltaiczne					
Rodzaj obiektu	Budynek mieszkalny ZL.... Hala (PM) Budynek gospodarczy (IN) Instalacja na gruncie	kwalifikacja pożarowa (ZL (I-V), PM, IN)	PM	Kubatura [m³]:	pow 1000m3.
Dane o instalacji fotowoltaicznej zawarte w projekcie technicznym					
Termin rozpoczęcia użytkowania instalacji	.....	moc urządzenia [kWp]	25,92 kWp	Informacja na temat oznaczenia obiektu (instalacji) znakiem bezpieczeństwa	Wg. normy
Opis wyposażenia w przeciwpożarowy wyłącznik prądu lub innych rozwiązań przeznaczonych do wykorzystania przez ekipy ratownicze w celu odłączenia zasilania elektrycznego:  Przeciwpożarowy wyłącznik prądu PWP na granicy posesji i wewnątrz obiektu, (W rozdzielnicę główną), Złącze kablowe na granicy posesji Inne:.....					
Lokalizacja modułów PV	Na dachu /na gruncie		Lokalizacja falownika/inwertera	Wewnątrz obiektu/ na zewnątrz obiektu	

.....  
(podpis wnioskodawcy)

Załączniki:

1. Projekt urządzeń fotowoltaicznych uzgodniony z Rzecznikiem ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych.
2. Plan urządzenia fotowoltaicznego dla ekip ratowniczych zawierający usytuowanie poszczególnych elementów instalacji w tym przeznaczonych do wykorzystania przez ekipy ratownicze w celu odłączenia