

## OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

### I. WIEJSKIE CENTRUM LOKALNEJ AKTYWNOŚCI W M. KOWALE KSIĘŻE

#### 1. INSTALACJE ELEKTRYCZNE

##### 1.1. Zakres opracowania.

Zakresem opracowania jest projekt techniczny instalacji:

- fotowoltaicznej
  - wyrównawczej instalacji fotowoltaicznej,
- dla budynku: Wiejskie Centrum Lokalnej Aktywności,  
Kowale Księżę 38a, 62-700 Turek, dz. nr ewid. 194/3

##### 1.2. Charakterystyka techniczna zasilania budynku.

Napięcie zasilania	$U_n=400/230$ [V]
Rodzaj zasilania	kablowe
System ochrony od porażień	uziemiające ochronne
Układ sieci mV 50Hz 230/400V	„TN-S”
System ochrony od porażień	samoczynne wyłączenie zasilania
Środki ochrony przeciwporażeniowej	izolacja ochronna,
samoczynne szybkie wyłączenie zasilania wyłącznikami różnicowoprądowymi oraz wyłącznikami instalacyjnymi o charakterystyce czasowo-prądowej typu B i C,	
Środki ochrony przeciwprzebiegiowej	ochronniki typu B i C w rozdzielnicach.

##### 1.3. Rozdzielnia elektryczna

Rozdzielnicę elektryczną dla projektowanej instalacji fotowoltaicznej budynku należy wykonać zgodnie z normą PN-EN 61439. Rozdzielnicę AC zasilć kablem YKY 5x2,5mm<sup>2</sup> z istniejącej rozdzielni. W rozdzielni AC instalacji fotowoltaicznej należy zabudować wyłącznik nadmiarowo-prądowy 3-fazowy z zabezpieczeniem C10A oraz wyłącznik różnicowy dla obwodu fotowoltaicznego 25A 30mA. Dla instalacji fotowoltaicznej projektuje się rozdzielnicę DC

##### 1.4. Obliczenia.

Spadek napięcia wlvz-tu zasilającego z paneli fotowoltaicznych do rozdzielni przy założeniu linii kablowej YKY 5x2,5mm<sup>2</sup> przy długości 20mb.

$$\Delta U_{wlvz} = \frac{P_s * L * 100\%}{\gamma * S * U_n^2} = \frac{4050 * 20 * 100\%}{53 * 4 * 160000} = \frac{805}{3392} = 0,23\%$$

Sprawdzenie dobranego kabla przyłączeniowego na przeciążalność i obciążenie długotrwałe:

$$I_b = \frac{P_s}{1,73 * U_n * \cos\Phi} = \frac{4050}{688} = 5,89A$$

$$I_z = \frac{1,6 * 5,89[A]}{1,45} = 6,50A$$

Zabezpieczenia przed prądem przeciążeniowym spełniają następujące warunki:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad \text{oraz} \quad I_2 \leq 1,45 \leq I_z$$

$I_b$  – prąd obliczeniowy w obwodzie elektrycznym

$I_z$  - obciążalność długotrwała przewodów

$I_n$  – prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego

$I_2$  – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego

$I_2$  przyjęto dla bezpieczników –  $1,6 \cdot I_n$ , a dla wyłączników instalacyjnych  $1,45 \cdot I_n$ .

Sprawdzenia dokonano dla wszystkich obwodów. Wymagania, co do koordynacji przewodów z zabezpieczeniami są spełnione dla wszystkich projektowanych obwodów.

Sprawdzenie zabezpieczenia obwodów przed prądami zwarciovymi.

Zabezpieczenia i przekroje przewodów zostały tak dobrane, aby przerwanie prądu zwarciovego w każdym obwodzie elektrycznym następowało zanim wystąpi niebezpieczeństwo uszkodzeń cieplnych i mechanicznych w przewodach i połączeniach.

Czasy wyłączenia zabezpieczeń przy zwarciu są mniejsze od czasów powodujących nagrzewanie przewodów i kabli do temperatury granicznej określonej wzorem:

$$\sqrt{t} = k \cdot \frac{S}{I}$$

Gdzie:

$t$  – czas w sekundach.

$S$  – przekrój przewodów w  $\text{mm}^2$

$I$  – wartość skuteczna prądu zwarciovego w [A]

$k$  – współczynnik zależny od rodzaju przewodu i jego izolacji,

Według obliczeń czas potrzebny do rozgrzania przewodu do temperatury granicznie dopuszczalnej przy maksymalnym prądzie zwarciovym dla obwodów jest taki, że zabezpieczenia zadziałają zanim nastąpi nadmierne przegrzanie przewodów. Wartość czasów zadziałania zabezpieczeń odczytano z charakterystyk czasowo – prądowych. Sprawdzenia dokonano dla wszystkich obwodów. Wymagania, co do zabezpieczeń przed prądami zwarciovymi dla przewodów są spełnione.

Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej:

Sprawdzenia dokonano biorąc pod uwagę zalecenia normy PN-IEC 60364-4-41. Ochrona przed dotykiem pośrednim – dodatkowa w sieci TN będzie zapewniona, jeżeli zostanie spełniony warunek:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

Gdzie:

$Z_s$  - impedancja pętli zwarciovowej obejmują źródło zasilania, przewód ochronny między punktem zwarcia, a źródłem zasilania;

$I_a$  – prąd powodujący samoczynne zadziałanie urządzenia wyłączającego w czasie  $<0,4\text{s}$  dla pomieszczeń ogólnych i  $<0,2\text{s}$  w pomieszczeniach szczególnie narażonych na porażenie prądem.

$U_0$  – napięcie znamionowe względem ziemi.

Skuteczność ochrony jest spełniona dla wszystkich obwodów.

Zabezpieczenia obwodów wyłącznikami instalacyjnymi:

Zgodnie z kartą katalogową zabezpieczenia o charakterystyce „B” zadziałają z czasem  $0,4\text{s}$  przy krotności 5 prądu znamionowego, a charakterystyce „C” przy krotności 10.

Dla wyłącznika instalacyjnego C10A -  $I_a = 10 \cdot 10 = 100\text{A}$

$$Z_s \leq \frac{U_0}{I_a} \quad Z_s \leq \frac{230[V]}{100[A]} \quad Z_s \leq 2,3\Omega$$

Aby skuteczność ochrony była spełniona dla wyłączników instalacyjnych C10A impedancja pętli zwarciowej nie może być większa od obliczonych. Skuteczność ochrony jest spełniona dla obwodu i dla całej instalacji.

Ponadto w projekcie zastosowano urządzenia różnicowoprądowe o znamionowym prądzie wyzwalającym 30mA dla zabezpieczenia poszczególnych obwodów.

$$Z_s \leq \frac{U_0}{I_a} \quad Z_s \leq \frac{230[V]}{0,03[A]} \quad Z_s \leq 7,6k\Omega$$

Poprawne zadziałanie zabezpieczenia jest zapewnione, jeżeli impedancja obwodu zwarciowego nie przekroczy 7,6kΩ dla obwodu gniazdowego lub oświetleniowego. Oznacza to że, zabezpieczenie zadziała skutecznie przy dotyku bezpośrednim części czynnych urządzenia. Zgodnie z obliczeniami skuteczność ochrony jest spełniona dla wszystkich obwodów.

## 2. INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA

### 2.1. Przedmiot opracowania.

Przedmiotem opracowania jest projekt sieciowej instalacji fotowoltaicznej (PV), służącej do produkcji energii elektrycznej z promieniowania słonecznego, ukierunkowanej na wykorzystanie energii elektrycznej na własne potrzeby budynku Wiejskie Centrum Lokalnej Aktywności, Kowale Księża 38a, 62-700 Turek, dz. nr ewid. 194/3. Projektowana instalacja fotowoltaiczna o mocy 4,05 kWp będzie stanowiła źródło energii elektrycznej na własne potrzeby budynku.

### 2.2. Zakres opracowania.

Opracowanie swoim zakresem obejmuje:

- Montaż modułów (paneli) fotowoltaicznych o mocy min. 450Wp/szt.,
- Montaż inwertera (falownika), 3,0kW
- Wykonanie instalacji po stronie stałonapięciowej DC systemu fotowoltaicznego,
- Wykonanie okablowania strony AC systemu fotowoltaicznego z doprowadzeniem kabli do miejsca przyłączenia, do sieci elektroenergetycznej.

### 2.3. Stan istniejący.

Instalacja fotowoltaiczna (PV) zostanie ulokowana na dachach skośnych budynku, umiejscowiona będzie po stronie południowej. Moduły fotowoltaiczne (PV) zostaną zamocowane na dachu budynku z wykorzystaniem mocowań i konstrukcji systemowych. **Projekt nie ingeruje w istniejący układ zasilania i opomiarowania obiektu.**

### 2.4. Opis rozwiązań projektowych.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna składać się będzie z 9 szt. modułów monokrystalicznych o mocy 450W każdy, pracujących w układzie „on-grid”. Moc instalacji fotowoltaicznej wynosi łącznie 4,05 kWp, strona AC.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna jest instalacją typu „on-grid” przyłączoną do sieci elektroenergetycznej.

Wyprodukowana energia elektryczna prądu stałego zostanie zamieniona w inwertera (falownika) DC/AC na energię prądu przemiennego trójfazowego o napięciu 0,4 [kV]. Energia elektryczna produkowana przez instalację fotowoltaiczną będzie wykorzystywana na potrzeby własne obiektu oraz oddawana do sieci.

**Oprogramowanie sterownika nie jest przedmiotem niniejszej dokumentacji i musi być dostosowane do założonego algorytmu działania systemu.**

## 2.5. Dane techniczne instalacji fotowoltaicznej

<b>DANE TECHNICZNE INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ (PV) O MOCY 4,05 kWp</b>			
L.p.	Warunki techniczne instalacji PV	Parametry techniczne	Ilość
1	Lokalizacja i powierzchnia zabudowy modułów fotowoltaicznych (m <sup>2</sup> )	dach południowy	19,56
2	Rodzaj zainstalowanych modułów PV o mocy nominalnej (Wp) ilość (szt.)	450	9
3	Rodzaj zainstalowanych inwerterów o mocy wyjściowej (kW) ilość (szt.)	3.0	1
4	Moc nominalna instalacji PV (kWp)	4,05	
5	Łączny uzysk roczny - zgodnie z symulacją uzysku energetycznego instalacji PV (kWh)	4130	

## 2.6. Bilans energetyczny roczny zużycia energii do energii wyprodukowanej.

Roczne zużycie wynosi 1406kWh

Projekt zawiera instalację fotowoltaiczną 4,05kW ponieważ:

- wyprodukuje 4130kWh w ciągu roku.
  - bezpośrednie zużycie 1376kWh z paneli fotowoltaicznych
  - oddane do sieci 2754kWh (instalacja do 10kW odzysk energii od operatora ENERGA 0,8kWh za 1kWh wyprodukowanej)
  - można pobrać 2203,2kWh nie ponosząc kosztów.
  - 3579,2kWh minus 1406kWh = 2173,2kWh
  - nadprodukcja 2173,2kWh (można zainstalować grzejniki elektryczne lub itp.)
- Roczne zużycie prądu przez inwerter (falownik) 5kWh.

4130kWh podzielić na 277,78kWh (1GJ=277,78) równa się 14,87GJ

## 2.7. Moduły fotowoltaiczne, dobór łańcuchów PV do inwertera.

Baterie słoneczne są to ogniwa półprzewodnikowe, które wykorzystują zjawisko fotowoltaiczne do zamiany promieniowania słonecznego na prąd elektryczny. Ogniwa połączone między sobą tworzą moduły (panele) fotowoltaiczne (PV), z których energia przekazywana jest za pomocą połączeń kablowych DC do inwerterów (przetwornic). Energia z zespołów modułów fotowoltaicznych przekazywana jest poprzez system rozdzielnic R-DC i inwertera do węzła energetycznego zlokalizowanego w rozdzielnicie głównej RG na urządzenia elektryczne nN. Moduły fotowoltaiczne (PV) umieszczone na systemowych konstrukcjach wsporczych są łączone w łańcuchy kablami DC.

Wymagania dla stosowanych modułów fotowoltaicznych (wartości )

Dane techniczne: Parametr	Jednostka	Wartość
Moc nominalna modułu PV (ogniwa monokrystaliczne)	Pmax	450Wp
Napięcie przy otwartym obwodzie	Voc	49,3V
Napięcie nominalne modułu PV	Vmp	41,5V
Prąd nominalny modułu	Imp	10,58A
Prąd zwarciovowy modułu	Ioc	11,60A
Maksymalne napięcie pracy	VDC	1000V
Waga	kg	23,5kg
Sprawność modułu	%	20,7%
Maksymalne obciążenie statyczne, przód (np.: Śnieg i wiatr)	5400Pa	
Maksymalne obciążenie statyczne tył (np.: wiatr)	3800Pa	

**Dobór łańcuchów modułów PV do inwertera, przekroje kabli zasilających oraz zabezpieczeń:**

### OBLICZENIA PO STRONIE DC

Strata mocy w % maksymalnie 1%	0,569251	%
Wymagany przekrój przewodu	2,277003	[mm <sup>2</sup> ]
Spadek napięcia U [V]	2,008335	[V]
In prąd znamionowy bezpiecznika CH 10g PV 10kA	16	[A]
Napięcie znamionowe bezpiecznika CH 10g PV (MIN.)	532,44	[V]
Napięcie obwodu otwartego panela w -20°C	55,28995	[V]
Napięcie w punkcie mocy max. panela w 0°C	44,82775	[V]
Napięcie w punkcie mocy max. panela w +70°C	35,51005	[V]
Maksymalna liczba PV łączonych szeregowo	18,08647	[szt.]
Minimalna liczba PV łączonych szeregowo	5,632208	[szt.]

### OBLICZENIA PO STRONIE AC

Wymagany przekrój przewodu	0,735294	[mm <sup>2</sup> ]
Spadek napięcia U [V] max 3%	0,428571	$\Delta U$ %

Impedancja linii łączącej falownik	1,071429	[ $\Omega$ ]
Obciążalność długotrwała	4,558028	[A]
Prąd zwarcia $I_z$ [A] 3f	5,029549	[A]
Wyłącznik nadprądowy 3f AC	10	[A]
Prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego	15,7325	[A]

#### DANE PANELA FOTOWOLTAICZNEGO

Moc panela	<b>P mpp</b>	450	[W]
Napięcie panela obwodu otwartego	<b>U<sub>oc</sub></b>	49,3	[V]
Napięcie obwodu	<b>U mpp</b>	41,5	[V]
Prąd zwarcia modułu	<b>I<sub>sc</sub></b>	11,6	[A]
Natężenie prądu	<b>I mpp</b>	10,85	[A]

#### DANE INWERTERA (FALOWNIK)

Moc czynna obwodu	3000	[W]
-------------------	------	-----

#### DANE OBWODÓW

Długość przewodu zasilającego AC 400V	20	[mb.]
Sumaryczna długość obwodu PV	40	[mb.]
Przekrój poprzeczny przewodu DC	4	[mm <sup>2</sup> ]
Przekrój poprzeczny przewodu AC	2,5	[mm <sup>2</sup> ]
Ilość paneli w 1 stringu	9	[szt.]
ilość wszystkich paneli PV	9	[szt.]

- antyrefleksyjną powłokę na szkło dla wyższej absorpcji światła,
- pakowanie w systemie zabezpieczającym przed mikropęknięciami,
- jeden z certyfikatów zgodności z normą PN-EN 61215 „Moduły fotowoltaiczne z krzemu krystalicznego do zastosowań naziemnych – Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu” lub PN-EN 61646” Cienkowarstwowe naziemne moduły fotowoltaiczne – Kwalifikacja konstrukcji i zatwierdzenie typu” lub z normami równoważnymi, wydany przez właściwą jednostkę certyfikującą. Data potwierdzenia zgodności z wymaganą normą nie może być wcześniejsza niż 5 lat.

## 2.8. Konstrukcja montażowa i okablowanie

Moduły fotowoltaiczne należy zamontować na systemowej konstrukcji montażowej stalowej wykonanej ze stali ocynkowanej lub/i aluminiowej. Moduły należy łączyć szeregowo w łańcuchy za pomocą przewodów dostarczonych wraz z modułami PV. Do połączenia modułów znajdujących się w różnych rzędach, a przyporządkowanych do jednego łańcucha wykorzystać złączki w standardzie MC4 i kabel solarny o przekroju 4 mm<sup>2</sup>. Nadmiary ww. przewodów należy przymocować do konstrukcji za pomocą opasek odpornych na promieniowanie UV oraz szkodliwe czynniki atmosferyczne.

Przewody solarne muszą charakteryzować się takimi cechami jak odporność na szkodliwe działanie czynników atmosferycznych, a w szczególności promieniowania UV, podwójną izolacją, wzmocnioną odpornością na uszkodzenia mechaniczne. W inwerter wbudowano zabezpieczenia przed potencjalnie szkodliwymi prądami wstecznymi. W budowę inwertera wchodzi również rozłącznik strony stałoprądowej oraz ograniczniki przepięć klasy II.

W przypadku przechodzenia kablami DC pomiędzy rzędami modułów kable należy prowadzić w korytach kablowych.

W razie konieczności przed przystąpieniem do montażu instalacji fotowoltaicznej użytkownik zapewni możliwość przyłączenia, poprzez budowę lub przebudowę rozdzielnic modułowej, aby zapewnić miejsce na zabezpieczenie przewodów i przyłączenie instalacji, oraz wykona zabezpieczenie przeciwprzepięciowe.

### **Normy dla konstrukcji montażowych**

Konstrukcje montażowe wykonywane pod moduły PV powinny spełniać poniższe normy:

- PN-EN 1993-1-1 - Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- PN-EN 1991-1-3 – Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: Oddziaływania ogólne.

Obciążenie śniegiem.

- PN-EN 1991-1-4 - Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru.
- PN-EN 1991-1-1 - Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne.

Ciążar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.

- PN-EN 1995-1-10 – Projektowanie konstrukcji drewnianych. Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków.

### **Odbiór robót montażowych**

Roboty objęte niniejszym projektem podlegają częściowo odbiorowi robót zanikających i ulegającym zakryciu, który jest dokonywany na podstawie wyników pomiarów, badań i oceny wizualnej. Na podstawie wyników badań i kontroli, należy sporządzić protokoły odbioru robót końcowych. Jeżeli wszystkie badania i odbiory dały wyniki pozytywne, wykonane roboty należy uznać zgodne z wymaganiami. Jeżeli choć jedno badanie lub odbiór dało wynik ujemny, wykonane roboty należy uznać za niezgodne z wymaganiami norm PN-EN 1990-2004 i projektu. W takiej sytuacji Wykonawca zobowiązany jest doprowadzić roboty do zgodności z normą i przedstawić je do ponownego odbioru.

Wszystkie kontrole, badania i korekty powinny być udokumentowane. W szczególności powinny być sprawdzone:

- odchyłki geometryczne układu,
- jakość materiałów i spoin,
- stan elementów konstrukcji i powłok ochronnych,
- stan i kompletność połączeń.

Dla zapewnienia jakości wykonywanych robót montażowych w trakcie ich realizacji należy wykonać częściowe protokoły odbioru konstrukcji wsporczej systemowej stalowo-aluminiowej. Protokół odbioru konstrukcji stalowo-aluminiowej w wytwórni wraz z oświadczeniem, że usterki stwierdzone w czasie odbiorów międzyoperacyjnych i odbioru końcowego zostały usunięte. Protokół dotyczy kompletności elementów, prostoliniowości, płaskości, kształtu przekroju poprzecznego, układu geometrycznego, zabezpieczenia antykorozyjnego. Odpowiednie częściowe protokoły konstrukcji dotyczące posadowienia konstrukcji, prawidłowości układu geometrycznego elementów oraz dokładności zestawienia konstrukcji wsporczej, stanu i kompletności połączeń, uzupełnienia zabezpieczenia antykorozyjnego. Protokół odbioru końcowego sporządzony z udziałem stron procesu budowlanego należy wykonać zgodnie z PN-EN 1990-2004.

## Zagadnienia BHP

Należy przestrzegać, aby roboty były prowadzone, a odbiory były dokonywane zgodnie z wymienionymi poniżej normatywami. Dla pełnego bezpieczeństwa należy opracować projekt organizacji robót uwzględniając ustalenia zawarte w:

- Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie BHP podczas wykonywania budowlanych (Dz.U. nr 47 z 2003r. Poz. 401),
  - Rozporządzeniu MIPS z 26.09.1997r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (tekst jednolity w Dz.U. nr 169 z 2003r. Poz. 1650 z późniejszymi zmianami),
- Warunkach Technicznych wykonywania i odbioru robót budowlano-montażowych. Tom I do V. Kierownik Budowlany winien opracować plan „BIOZ” zgodnie z ustaleniami Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z 23.06.2003r. (Dz.U. Nr 120 poz. 1126).

Do montażu konstrukcji wsporczej używać jedynie systemowych materiałów. W przypadku skracania elementów konstrukcyjnych zabezpieczać te miejsca farbą antykorozyjną.

## Montaż modułów fotowoltaicznych na dachu skośnym

Producent zazwyczaj określa wymaganą liczbę uchwytów na 1 m<sup>2</sup> oraz maksymalny rozstaw między wspornikami. Do krokwi mocuje się uchwyty dachowe. Do uchwytów mocowane są prowadnice. Moduły PV są montowane do prowadnic (płatwi) za pomocą specjalnych uchwytów. Konstrukcje wspierające powinny wytrzymać działanie sił jakie będą występować w trakcie eksploatacji i być w stanie przenieść te siły na struktury dachu.

W przypadku dachów skośnych na zamontowane moduły PV działają siły skierowane przeciwnie. Czynniki dociskające konstrukcję wsporczą są wynikiem obciążenia śniegiem, wpływem ciśnienia wiatru oraz wagą modułów PV i konstrukcji wsporczej. Czynniki wyrywające konstrukcję wsporczą pochodzą z ciągnącej siły wiatru, który podwiewa pod moduły PV i konstrukcję.

W celu minimalizowania tych sił należy zastosować się do następujących uwag:

- moduły PV nie powinny wystawać poza poziomą i pionową linię budynku. Dystans pomiędzy modułem PV a krawędzią dachu powinna być przynajmniej 5 razy większa niż odległość od modułu PV od powierzchni dachu,
- moduły PV powinny być zamocowane pod takim samym kątem jak spadek dachu,
- wszystkie odstępki pomiędzy modułami PV powinny być takie same i być niewielkie, około 10 mm, aby minimalizować ciśnienie jakie tworzy się za modułem PV.

Rozmieszczenie i umiejscowienie montażu modułów PV pokazano na rysunkach E-1.

## 2.9. Inwertery (przetwornice)

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej zastosowano inwerter (falownik) typ 3,3KTL-X o mocy znamionowej 3,0 kW (1szt.). Przekształtniki tego typu automatycznie synchronizują się z siecią elektroenergetyczną. Inwertery posiadają własne układy regulacji i zabezpieczeń mające na celu utrzymanie właściwych parametrów energii elektrycznej oraz zabezpieczenia uniemożliwiające podanie napięcia na wyłączoną sieć. Oprócz sterowania, inwertery posiadają również opcję monitoringu pracy systemu.

Dane techniczne	Inwerter
Wejście DC	
Maks. Moc DC	4390 W
Maks. Napięcie wejściowe	1000 V
Zakres napięcia MPP/ znamionowe napięcie wejściowe	160-960
Minimalne / początkowe napięcie wejściowe	200 V



Maks. Prąd wejściowy na wejściu A/B	11 A/ 11 A
Liczba niezależnych wejść MPP	A:2
Wejście AC	
Moc znamionowa	3000 W
Napięcie znamionowe AC	3/N/PE/230/400
Zakres napięcia znamionowego AC	230V /400 V
Częstotliwość zakres	50Hz - 60Hz
Maks. Prąd wyjściowy	6,4 A
Sprawność	98,30%
Zabezpieczenia	
Bezpiecznik na wejściu	tak
Wykrywanie przebicia / monitorowanie sieci	tak / tak
Ochrona przed niewłaściwą biegunowością DC / zabezpieczenie przeciwzwarciowe AC / separacja galwaniczna	tak / tak / nie
Klasa ochronności (wg IEC 62103) / kategoria przepięciowa (wg IEC 60641-1)	II /II
Wyłącznik bezpieczeństwa DC	tak
Dane ogólne	
Wymiary (szer, x wys. X głęb.)	457/452/202
Masa	22 kg
Zakres temperatur pracy	min 25, plus 60
Typowy poziom emisji hałasu	<29
Pobór mocy na potrzeby własne (nocą)	<1,0W
Stopień ochrony (wg. IEC 60529)	IP65
Klasa klimatyczna (wg. IEC 60721 -3-4)	4K4H

Inwerter montować ( **ustalić z inwestorem i zarządcą obiektu**). Zabezpieczyć przed działaniem warunków atmosferycznych. Montować na konstrukcjach mocowanych do dachu lub do kominów, ścian. Inwerter montować w skrzynce ochronnej z wentylacją ( otwory wentylacyjne dolne, na dolnej ścianie, oraz górne na ścianie czołowej). Skrzynka II klasy ochronności wyposażona w zamek energetyczny oznakowana „Urządzenia elektryczne – Nie dotykać”. Lokalizacje każdorazowo ustalić z użytkownikiem obiektu w możliwie najmniejszym oddaleniu od modułów PV.

**„Nie dopuszczalny jest montaż inwerterów w niez izolowanych termicznie i niewentylowanych pomieszczeniach”**

## 2.10. Sposób prowadzenia przewodów

### Prowadzenie przewodów DC

Do inwertera należy prowadzić przewody DC według schematu. Zaleca się prowadzenie na zewnątrz budynku w rurach ochronnych lub listwie. Jeżeli inwerter ulokowany będzie w budynku trasę do inwertera wykonać w sposób najmniej inwazyjny. Zabezpieczając przejścia przez dach, stropy i ściany w wymagany przez sztukę budowlana sposób. Przejście przez stropy, ściany i dach uszczelnić do odporności ogniowej przegrody.

### **Prowadzenie instalacji AC**

Od rozdzielnic AC do istniejącej rozdzielnic RG przewód YKYżo 5x2,5mm<sup>2</sup> należy prowadzić trasą kablową .

Po ułożeniu linii kablowej należy dokonać jej sprawdzenia.

– Sprawdzić ciągłość żył.

– Dokonać pomiaru rezystancji izolacji kabla induktem o napięciu 2,5 kV.

Wyniki pomiarów dołączyć do dokumentacji odbiorczej w formie protokołu. Kable należy układać zgodnie z normą N SEP-E-004 i PN –IEC60364

### **2.11. Ochrona przeciw porażeniowa**

Instalacja fotowoltaiczna objęta projektem będzie wykonana w układzie TN-C i TN-C-S. Ochrona przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa) realizowana jest przez zastosowanie izolacji podstawowej przewodów i aparatów elektrycznych, obudów i osłon rozdzielnic i osprzętu. Uzupełnieniem ochrony podstawowej w instalacji wewnętrznej (gniazda wtykowych potrzeb własnych) są wyłączniki różnicowoprądowe o znamionowym prądzie różnicowym 30mA.

Ochrona przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa) jako szybkie wyłączenie zasilania w czasie  $t < 5s$ .

Ochrona przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa) w instalacji gniazd wtykowych jako szybkie wyłączenie zasilania w czasie  $t < 0,4s$  realizowane przez wyłączniki instalacyjne nadmiarowo-prądowe w rozdzielni potrzeb własnych wg. Projektu Elektrycznego.

Projektowane instalacje są zgodne z przepisami budowlanymi w zakresie ochrony przeciwporażeniowej oraz wymogami normy PN-IEC-60364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych”.

### **2.12. Ochrona przeciwprzebieciowa**

Instalacja elektryczna wewnętrzna obiektu oraz elementy instalacji PV narażone są na przepięcia spowodowane bezpośrednim trafieniem pioruna w obiekt i urządzenia zewnętrzne oraz przepięcia łączeniowe indukowane w sieci zasilającej.

Instalacja elementów elektrowni PV wymaga wykonania strefowej skoordynowanej ochrony przepięciowej obejmującej instalacje DC i AC. Po stronie stałoprądowej inwertery są zazwyczaj wyposażone w wbudowane ograniczniki przepięć np.: typu II. W przypadku braku ogranicznika wykonać zgodnie z rys. Po stronie zmiennoprądowej ochronnik zostanie zlokalizowany w miejscu wprowadzenia kabli do rozdzielnic. Zastosować ochronę przeciwprzebieciową (ochronniki przepięciowe C,4P) zabezpieczające falowniki przed przepięciami w sieci elektroenergetycznej wg. Projektu Elektrycznego. Połączenia wykonać przewodami o przekroju nie mniejszym niż 16 mm<sup>2</sup>.

### **2.13. Ochrona odgromowa**

Instalacja odgromowa wykonana przy pomocy zwodów izolowanych o wysokości do 1 m.n.p.d. Zwody izolowane montować na samodzielnych podstawach w odległości min. 0,5 m od konstrukcji montażowej instalacji PV. Całość należy zwodem izolowanym od instalacji PV łączyć z GSW główną szyną wyrównawczą.

### **2.14. Wyłączenie pożarowe i awaryjne**

W sytuacjach wyłączenia awaryjnego przez służby energetyczne lub przez prowadzącego akcje gaśniczą, następuje odłączenie inwertera i wyłączenie generowanego napięcia DC.

**UWAGA: napięcie AC w odcinku instalacji fotowoltaicznej od modułów PV do inwertera będzie utrzymane.**

### **2.15. Synchronizacja instalacji fotowoltaicznej**

Inwertery dostosowują się samoczynnie do częstotliwości aktualnie występującej w sieci. Inwertery synchronizują się z siecią sprawdzając krótkimi impulsami próbnymi fazę, a następnie ustawiają kąt fazowy mocy tak, aby dopasować go do zasilania.

### **2.16. Pomiary**

Po wykonaniu prac montażowych przed uruchomieniem urządzeń należy wykonać pomiary:

- stanu izolacji kabli zasilających,
- rezystancji uziemienia punktu PE inwertera – max 10  $\Omega$ ,
- rezystancji uziemienia instalacji odgromowej – max 10  $\Omega$ ,
- inne wymagane przepisami badania i pomiary.

Z przeprowadzonych badań i pomiarów należy sporządzić odpowiednie protokoły stanowiące podstawę do uruchomienia i oddania do eksploatacji objętej projektem instalacji PV.

## II. ZESPÓŁ SZKOLNO - PRZEDSZKOLNY W M. SŁODKÓW

### 1. INSTALACJE ELEKTRYCZNE

#### 1.1. Zakres opracowania.

Zakresem opracowania jest projekt techniczny instalacji:

- fotowoltaicznej

- wyrównawczej instalacji fotowoltaicznej,

dla budynku: Sala Sportowa, Słodków 21, 62-700 Turek

#### 1.2. Charakterystyka techniczna zasilania budynku.

Napięcie zasilania	$U_n=400/230$ [V]
Rodzaj zasilania	kablowe
System ochrony od porażeń	uziemiaenie ochronne
Układ sieci mV 50Hz 230/400V	„TN-S”
System ochrony od porażeń	samoczynne wyłączenie zasilania
Środki ochrony przeciwporażeniowej	izolacja ochronna,
samoczynne szybkie wyłączenie zasilania wyłącznikami różnicowoprądowymi oraz wyłącznikami instalacyjnymi o charakterystyce czasowo-prądowej typu B i C,	
Środki ochrony przeciwprzepięciowej	ochronniki typu B i C w rozdzielnicach.

#### 1.3. Rozdzielnia elektryczna

Rozdzielnicę elektryczną dla projektowanej instalacji fotowoltaicznej budynku należy wykonać zgodnie z normą PN-EN 61439. Rozdzielnice AC zasilić kablem YKY 5x6mm<sup>2</sup> z istniejącej rozdzielnicy Sali sportowej. W rozdzielnicy AC instalacji fotowoltaicznej należy zbudować wyłącznik nadmiarowo-prądowy 3-fazowy z zabezpieczeniem C20A oraz wyłącznik różnicowy dla obwodu fotowoltaicznego 40A 30mA. Dla instalacji fotowoltaicznej projektuje się rozdzielnicę DC

#### 1.4. Obliczenia.

Spadek napięcia wlvz-tu zasilającego z paneli fotowoltaicznych do rozdzielni przy założeniu linii kablowej YKY 5x6mm<sup>2</sup> przy długości 55mb.

$$\Delta U_{wlvz} = \frac{P_s * L * 100\%}{\gamma * S * U_n^2} = \frac{9900 * 55 * 100\%}{53 * 6 * 160000} = \frac{5445}{5088} = 1,07\%$$

Sprawdzenie dobranego kabla przyłączeniowego na przeciążalność i obciążenie długotrwałe:

$$I_b = \frac{P_s}{1,73 * U_n * \cos\Phi} = \frac{9900}{688} = 14,39A$$

$$I_z = \frac{1,6 * 14,39[A]}{1,45} = 15,88A$$

Zabezpieczenia przed prądem przeciążeniowym spełniają następujące warunki:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad \text{oraz} \quad I_2 \leq 1,45 \leq I_z$$

$I_b$  – prąd obliczeniowy w obwodzie elektrycznym

$I_z$  - obciążalność długotrwała przewodów

$I_n$  – prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego

$I_2$  – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego

$I_2$  przyjęto dla bezpieczników –  $1,6 \cdot I_n$ , a dla wyłączników instalacyjnych  $1,45 \cdot I_n$ .

Sprawdzenia dokonano dla wszystkich obwodów. Wymagania, co do koordynacji przewodów z zabezpieczeniami są spełnione dla wszystkich projektowanych obwodów.

Sprawdzenie zabezpieczenia obwodów przed prądami zwarciovymi.

Zabezpieczenia i przekroje przewodów zostały tak dobrane, aby przerwanie prądu zwarciovego w każdym obwodzie elektrycznym następowało zanim wystąpi niebezpieczeństwo uszkodzeń cieplnych i mechanicznych w przewodach i połączeniach.

Czasy wyłączenia zabezpieczeń przy zwarciu są mniejsze od czasów powodujących nagrzewanie przewodów i kabli do temperatury granicznej określonej wzorem:

$$\sqrt{t} = k \cdot \frac{S}{I}$$

Gdzie:

$t$  – czas w sekundach.

$S$  – przekrój przewodów w  $\text{mm}^2$

$I$  – wartość skuteczna prądu zwarciovego w [A]

$k$  – współczynnik zależny od rodzaju przewodu i jego izolacji,

Według obliczeń czas potrzebny do rozgrzania przewodu do temperatury granicznie dopuszczalnej przy maksymalnym prądzie zwarciovym dla obwodów jest taki, że zabezpieczenia zadziałają zanim nastąpi nadmierne przegrzanie przewodów. Wartość czasów zadziałania zabezpieczeń odczytano z charakterystyk czasowo – prądowych. Sprawdzenia dokonano dla wszystkich obwodów. Wymagania, co do zabezpieczeń przed prądami zwarciovymi dla przewodów są spełnione.

Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej:

Sprawdzenia dokonano biorąc pod uwagę zalecenia normy PN-IEC 60364-4-41. Ochrona przed dotykiem pośrednim – dodatkowa w sieci TN będzie zapewniona, jeżeli zostanie spełniony warunek:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

Gdzie:

$Z_s$  - impedancja pętli zwarcioviej obejmują źródło zasilania, przewód ochronny między punktem zwarcia, a źródłem zasilania;

$I_a$  – prąd powodujący samoczynne zadziałanie urządzenia wyłączającego w czasie  $<0,4\text{s}$  dla pomieszczeń ogólnych i  $<0,2\text{s}$  w pomieszczeniach szczególnie narażonych na porażenie prądem.

$U_0$  – napięcie znamionowe względem ziemi.

Skuteczność ochrony jest spełniona dla wszystkich obwodów.

Zabezpieczenia obwodów wyłącznikami instalacyjnymi:

Zgodnie z kartą katalogową zabezpieczenia o charakterystyce „B” zadziała z czasem  $0,4\text{s}$  przy krotności 5 prądu znamionowego, a charakterystyce „C” przy krotności 10.

Dla wyłącznika instalacyjnego C20A -  $I_a = 10 \cdot 20 = 200\text{A}$

$$Z_s \leq \frac{U_o}{I_a} \quad Z_s \leq \frac{230[V]}{200[A]} \quad Z_s \leq 1,15\Omega$$

Aby skuteczność ochrony była spełniona dla wyłączników instalacyjnych C20A impedancja pętli zwarciowej nie może być większa od obliczonych. Skuteczność ochrony jest spełniona dla obwodu i dla całej instalacji.

Ponadto w projekcie zastosowano urządzenia różnicowoprądowe o znamionowym prądzie wyzwalającym 30mA dla zabezpieczenia poszczególnych obwodów.

$$Z_s \leq \frac{U_o}{I_a} \quad Z_s \leq \frac{230[V]}{0,03[A]} \quad Z_s \leq 7,6k\Omega$$

Poprawne zadziałanie zabezpieczenia jest zapewnione, jeżeli impedancja obwodu zwarciowego nie przekroczy 7,6kΩ dla obwodu gniazdowego lub oświetleniowego. Oznacza to że, zabezpieczenie zadziała skutecznie przy dotyku bezpośrednim części czynnych urządzenia. Zgodnie z obliczeniami skuteczność ochrony jest spełniona dla wszystkich obwodów.

## 2. INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA

### 2.1. Przedmiot opracowania.

Przedmiotem opracowania jest projekt sieciowej instalacji fotowoltaicznej (PV), służącej do produkcji energii elektrycznej z promieniowania słonecznego, ukierunkowanej na wykorzystanie energii elektrycznej na własne potrzeby budynku Sali Sportowej, Słodków 21, 62-700 Turek. Projektowana instalacja fotowoltaiczna o mocy 9,90 kWp będzie stanowiła źródło energii elektrycznej na własne potrzeby budynku.

### 2.2. Zakres opracowania.

Opracowanie swoim zakresem obejmuje:

- Montaż modułów (paneli) fotowoltaicznych o mocy min. 450Wp/szt.,
- Montaż inwertera (falownika), 8,0kW
- Wykonanie instalacji po stronie stałonapięciowej DC systemu fotowoltaicznego,
- Wykonanie okablowania strony AC systemu fotowoltaicznego z doprowadzeniem kabli do miejsca przyłączenia, do sieci elektroenergetycznej.

### 2.3. Stan istniejący.

Instalacja fotowoltaiczna (PV) zostanie ulokowana na dachu budynku sali sportowej, umiejscowiona będzie po stronie południowej. Moduły fotowoltaiczne (PV) zostaną zamocowane na dachu budynku z wykorzystaniem mocowań i konstrukcji systemowych. **Projekt nie ingeruje w istniejący układ zasilania i opomiarowania obiektu.**

### 2.4. Opis rozwiązań projektowych.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna składać się będzie z 22 szt. modułów monokrystalicznych o mocy 450W każdy, pracujących w układzie „on-grid”. Moc instalacji fotowoltaicznej wynosi łącznie 9,90 kWp, strona AC.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna jest instalacją typu „on-grid” przyłączoną do sieci elektroenergetycznej.

Wyprodukowana energia elektryczna prądu stałego zostanie zamieniona w inwertera (falownika) DC/AC na energię prądu przemiennego trójfazowego o napięciu 0,4 [kV]. Energia elektryczna

produkowana przez instalację fotowoltaiczną będzie wykorzystywana na potrzeby własne obiektu oraz oddawana do sieci.

**Oprogramowanie sterownika nie jest przedmiotem niniejszej dokumentacji i musi być dostosowane do założonego algorytmu działania systemu.**

## 2.5. Dane techniczne instalacji fotowoltaicznej

<b>DANE TECHNICZNE INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ (PV) O MOCY 9,90 kWp</b>			
L.p.	Warunki techniczne instalacji PV	Parametry techniczne	Ilość
1	Lokalizacja i powierzchnia zabudowy modułów fotowoltaicznych (m2)	dach południowy,	47,82
2	Rodzaj zainstalowanych modułów PV o mocy nominalnej (Wp) ilość (szt.)	450	22
3	Rodzaj zainstalowanych inwerterów o mocy wyjściowej (kW) ilość (szt.)	8.0	1
4	Moc nominalna instalacji PV (kWp)	9,90	
5	Łączny uzysk roczny - zgodnie z symulacją uzysku energetycznego instalacji PV (kWh)	10450	

## 2.6. Bilans energetyczny roczny zużycia energii do energii wyprodukowanej.

Roczne zużycie wynosi 10637kWh

Projekt zawiera instalacje fotowoltaiczną 9,9kW ponieważ:

- wyprodukuje 10450kWh w ciągu roku.
- bezpośrednio zużycie 3350kWh z paneli fotowoltaicznych
- oddane do sieci 7100kWh (instalacja do 10kW odzysk energii od operatora ENERGA 0,8kWh za 1kWh wyprodukowanej)
- można pobrać 5680kWh nie ponosząc kosztów.
- pobrana energia z sieci 7287kWh
- 7287kWh minus 5680kWh = 1607kWh

Za 1607kWh Sala Sportowa poniesie koszty, plus opłaty stałe zgodnie z taryfą C11 na rok.

Roczne zużycie prądu przez inwerter (falownik) 10kWh.

10450kWh podzielić na 277,78kWh (1GJ=277,78) równa się 37,62GJ

## 2.7. Moduły fotowoltaiczne, dobór łańcuchów PV do inwertera.

Baterie słoneczne są to ogniwa półprzewodnikowe, które wykorzystują zjawisko fotowoltaiczne do zamiany promieniowania słonecznego na prąd elektryczny. Ogniwa połączone między sobą tworzą moduły (panele) fotowoltaiczne (PV), z których energia przekazywana jest za pomocą połączeń kablowych DC do inwerterów (przetwornic). Energia z zespołów modułów fotowoltaicznych przekazywana jest poprzez system rozdzielnic R-DC i inwertera do węzła energetycznego zlokalizowanego w rozdzielnicie głównej RG na urządzenia elektryczne nN. Moduły fotowoltaiczne (PV) umieszczone na systemowych konstrukcjach wsporczych są łączone w łańcuchy kablami DC.

Wymagania dla stosowanych modułów fotowoltaicznych (wartości )

Dane techniczne: Parametr	Jednostka	Wartość
Moc nominalna modułu PV (ogniwa monokrystaliczne)	Pmax	450Wp
Napięcie przy otwartym obwodzie	Voc	49,3V
Napięcie nominalne modułu PV	Vmp	41,5V
Prąd nominalny modułu	Imp	10,58A
Prąd zwarciovowy modułu	Ioc	11,60A
Maksymalne napięcie pracy	VDC	1000V
Waga	kg	23,5kg
Sprawność modułu	%	20,7%
Maksymalne obciążenie statyczne, przód (np.. Śnieg i wiatr)	5400Pa	
Maksymalne obciążenie statyczne tył, (np. wiatr)	3800Pa	

**Dobór łańcuchów modułów PV do inwertera, przekroje kabli zasilających oraz zabezpieczeń:**

### OBLICZENIA PO STRONIE DC

Strata mocy w % maksymalnie 1%	0,698626	%
Wymagany przekrój przewodu	2,794504	[mm <sup>2</sup> ]
Spadek napięcia U [V]	3,012503	[V]
In prąd znamionowy bezpiecznika CH 10g PV 10kA	16	[A]
Napięcie znamionowe bezpiecznika CH 10g PV (MIN.)	650,76	[V]
Napięcie obwodu otwartego panela w -20°C	55,28995	[V]
Napięcie w punkcie mocy max. panela w 0°C	44,82775	[V]
Napięcie w punkcie mocy max. panela w +70°C	35,51005	[V]
Maksymalna liczba PV łączonych szeregowo	18,08647	[szt.]
Minimalna liczba PV łączonych szeregowo	5,632208	[szt.]



## OBLICZENIA PO STRONIE AC

Wymagany przekrój przewodu	5,392157	[mm <sup>2</sup> ]
Spadek napięcia U [V] max 3%	0,491071	$\Delta U$ %
Impedancja linii łączącej falownik	7,857143	[ $\Omega$ ]
Obciążalność długotrwała	12,15474	[A]
Prąd zwarcia Iz [A] 3f	13,41213	[A]
Wyłącznik nadprądowy 3f AC	20	[A]
Prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego	15,7325	[A]

## DANE PANELA FOTOWOLTAICZNEGO

Moc panela	<b>P mpp</b>	450	[W]
Napięcie panela obwodu otwartego	<b>Uoc</b>	49,3	[V]
Napięcie obwodu	<b>U mpp</b>	41,5	[V]
Prąd zwarcia modułu	<b>Isc</b>	11,6	[A]
Natężenie prądu	<b>I mpp</b>	10,85	[A]

## DANE INWERTERA (FALOWNIK)

Moc czynna obwodu	8000	[W]
-------------------	------	-----

## DANE OBWODÓW

Długość przewodu zasilającego AC 400V	55	[mb.]
Sumaryczna długość obwodu PV	60	[mb.]
Przekrój poprzeczny przewodu DC	4	[mm <sup>2</sup> ]
Przekrój poprzeczny przewodu AC	16	[mm <sup>2</sup> ]
Ilość paneli w 1 stringu	11	[szt.]
ilość wszystkich paneli PV	22	[szt.]

- antyrefleksyjną powłokę na szkło dla wyższej absorpcji światła,
- pakowanie w systemie zabezpieczającym przed mikropęknięciami,
- jeden z certyfikatów zgodności z normą PN-EN 61215 "Moduły fotowoltaiczne z krzemu krystalicznego do zastosowań naziemnych – Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu" lub PN-EN 61646 "Cienkowarstwowe naziemne moduły fotowoltaiczne – Kwalifikacja konstrukcji i zatwierdzenie typu" lub z normami równoważnymi, wydany przez właściwą jednostkę certyfikującą. Data potwierdzenia zgodności z wymaganą normą nie może być wcześniejsza niż 5 lat.

### 2.8. Konstrukcja montażowa i okablowanie

Moduły fotowoltaiczne należy zamontować na systemowej konstrukcji montażowej stalowej wykonanej ze stali ocynkowanej lub/i aluminiowej. Moduły należy łączyć szeregowo w łańcuchy za pomocą przewodów dostarczonych wraz z modułami PV. Do połączenia modułów znajdujących się w różnych rzędach, a przyporządkowanych do jednego łańcucha wykorzystać złączki w standardzie MC4 i kabel solarny o przekroju 6 mm<sup>2</sup>. Nadmiary ww. przewodów należy przymocować do konstrukcji za pomocą opasek odpornych na promieniowanie UV oraz szkodliwe czynniki atmosferyczne.

Przewody solarne muszą charakteryzować się takimi cechami jak odporność na szkodliwe działanie czynników atmosferycznych, a w szczególności promieniowania UV, podwójną izolacją, wzmocnioną odpornością na uszkodzenia mechaniczne. W inwerter wbudowano zabezpieczenia przed potencjalnie szkodliwymi prądami wstecznymi. W budowę inwertera wchodzi również rozłącznik strony stałoprądowej oraz ograniczniki przepięć klasy II.

W przypadku przechodzenia kablami DC pomiędzy rzędami modułów kable należy prowadzić w korytach kablowych.

W razie konieczności przed przystąpieniem do montażu instalacji fotowoltaicznej użytkownik zapewni możliwość przyłączenia, poprzez budowę lub przebudowę rozdzielnic modułowej, aby zapewnić miejsce na zabezpieczenie przewodów i przyłączenie instalacji, oraz wykona zabezpieczenie przeciwprzepięciowe.

### **Normy dla konstrukcji montażowych**

Konstrukcje montażowe wykonywane pod moduły PV powinny spełniać poniższe normy:

- PN-EN 1993-1-1 - Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- PN-EN 1991-1-3 – Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: Oddziaływania ogólne.

Obciążenie śniegiem.

- PN-EN 1991-1-4 - Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru.
- PN-EN 1991-1-1 - Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne.

Ciążar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.

- PN-EN 1995-1-10 – Projektowanie konstrukcji drewnianych. Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków.

### **Odbiór robót montażowych**

Roboty objęte niniejszym projektem podlegają częściowo odbiorowi robót zanikających i ulegającym zakryciu, który jest dokonywany na podstawie wyników pomiarów, badań i oceny wizualnej. Na podstawie wyników badań i kontroli, należy sporządzić protokoły odbioru robót końcowych. Jeżeli wszystkie badania i odbiory dały wyniki pozytywne, wykonane roboty należy uznać zgodne z wymaganiami. Jeżeli choć jedno badanie lub odbiór dało wynik ujemny, wykonane roboty należy uznać za niezgodne z wymaganiami norm PN-EN 1990-2004 i projektu. W takiej sytuacji Wykonawca zobowiązany jest doprowadzić roboty do zgodności z normą i przedstawić je do ponownego odbioru.

Wszystkie kontrole, badania i korekty powinny być udokumentowane. W szczególności powinny być sprawdzone:

- odchyłki geometryczne układu,
- jakość materiałów i spoin,
- stan elementów konstrukcji i powłok ochronnych,
- stan i kompletność połączeń.

Dla zapewnienia jakości wykonywanych robót montażowych w trakcie ich realizacji należy wykonać częściowe protokoły odbioru konstrukcji wsporczej systemowej stalowo-aluminiowej. Protokół odbioru konstrukcji stalowo-aluminiowej w wytwórni wraz z oświadczeniem, że usterki stwierdzone w czasie odbiorów międzyoperacyjnych i odbioru końcowego zostały usunięte. Protokół dotyczy kompletności elementów, prostoliniowości, płaskości, kształtu przekroju poprzecznego, układu geometrycznego, zabezpieczenia antykorozyjnego. Odpowiednie częściowe protokoły konstrukcji dotyczące posadowienia konstrukcji, prawidłowości układu geometrycznego elementów oraz dokładności zestawienia konstrukcji wsporczej, stanu i

kompletności połączeń, uzupełnienia zabezpieczenia antykorozyjnego. Protokół odbioru końcowego sporządzony z udziałem stron procesu budowlanego należy wykonać zgodnie z PN-EN 1990-2004.

### **Zagadnienia BHP**

Należy przestrzegać, aby roboty były prowadzone, a odbiory były dokonywane zgodnie z wymienionymi poniżej normatywami. Dla pełnego bezpieczeństwa należy opracować projekt organizacji robót uwzględniając ustalenia zawarte w:

- Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie BHP podczas wykonywania budowlanych (Dz.U. nr 47 z 2003r. Poz. 401),
  - Rozporządzeniu MIPS z 26.09.1997r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (tekst jednolity w Dz.U. nr 169 z 2003r. Poz. 1650 z późniejszymi zmianami),
- Warunkach Technicznych wykonywania i odbioru robót budowlano-montażowych. Tom I do V. Kierownik Budowlany winien opracować plan „BIOZ” zgodnie z ustaleniami Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z 23.06.2003r. (Dz.U. Nr 120 poz. 1126).  
Do montażu konstrukcji wsporczej używać jedynie systemowych materiałów. W przypadku skracania elementów konstrukcyjnych zabezpieczać te miejsca farbą antykorozyjną.

### **Montaż modułów fotowoltaicznych na dachu skośnym**

Producent zazwyczaj określa wymaganą liczbę uchwytów na 1 m<sup>2</sup> oraz maksymalny rozstaw między wspornikami. Do krokwi mocuje się uchwyty dachowe. Do uchwytów mocowane są prowadnice. Moduły PV są montowane do prowadnic (płatwi) za pomocą specjalnych uchwytów. Konstrukcje wspierające powinny wytrzymać działanie sił jakie będą występować w trakcie eksploatacji i być w stanie przenieść te siły na struktury dachu.

W przypadku dachów skośnych na zamontowane moduły PV działają siły skierowane przeciwnie. Czynniki dociskające konstrukcję wsporczą są wynikiem obciążenia śniegiem, wpływem ciśnienia wiatru oraz wagą modułów PV i konstrukcji wsporczej. Czynniki wyrywające konstrukcję wsporczą pochodzą z ciągnącej siły wiatru, który podwiewa pod moduły PV i konstrukcję.

W celu minimalizowania tych sił należy zastosować się do następujących uwag:

- moduły PV nie powinny wystawać poza poziomą i pionową linię budynku. Dystans pomiędzy modułem PV a krawędzią dachu powinna być przynajmniej 5 razy większa niż odległość od modułu PV od powierzchni dachu,
- moduły PV powinny być zamocowane pod takim samym kątem jak spadek dachu,
- wszystkie odstępki pomiędzy modułami PV powinny być takie same i być niewielkie, około 10 mm, aby minimalizować ciśnienie jakie tworzy się za modułem PV.

Rozmieszczenie i umiejscowienie montażu modułów PV pokazano na rysunkach E-1.

### **2.9. Inwertery (przetwornice)**

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej zastosowano inwerter (falownik) typ 8,8KTL-X o mocy znamionowej 8,0 kW (1szt.). Przekształtniki tego typu automatycznie synchronizują się z siecią elektroenergetyczną. Inwertery posiadają własne układy regulacji i zabezpieczeń mające na celu utrzymanie właściwych parametrów energii elektrycznej oraz zabezpieczenia uniemożliwiające podanie napięcia na wyłączoną sieć. Oprócz sterowania, inwertery posiadają również opcję monitoringu pracy systemu.

Dane techniczne	Inwerter
Wejście DC	

Maks. Moc DC	8000 W
Maks. Napięcie wejściowe	1000 V
Zakres napięcia MPP/ znamionowe napięcie wejściowe	160-960
Minimalne / początkowe napięcie wejściowe	160 V
Maks. Prąd wejściowy na wejściu A/B	11 A/ 11 A
Liczba niezależnych wejść MPP	A:2
Wejście AC	
Moc znamionowa	8000 W
Napięcie znamionowe AC	3/N/PE/230/400
Zakres napięcia znamionowego AC	230V /400 V
Częstotliwość zakres	50Hz - 60Hz
Maks. Prąd wyjściowy	12,8 A
Sprawność	98,30%
Zabezpieczenia	
Bezpiecznik na wejściu	tak
Wykrywanie przebiccia / monitorowanie sieci	tak / tak
Ochrona przed niewłaściwą biegunowością DC / zabezpieczenie przeciwzwarciowe AC / separacja galwaniczna	tak / tak / nie
Klasa ochronności (wg IEC 62103) / kategoria przepięciowa (wg IEC 60641-1)	II /II
Wyłącznik bezpieczeństwa DC	tak
Dane ogólne	
Wymiary (szer, x wys. X głęb.)	457/452/202
Masa	22 kg
Zakres temperatur pracy	min 25, plus 60
Typowy poziom emisji hałasu	<29
Pobór mocy na potrzeby własne (nocą)	<1,0W
Stopień ochrony (wg. IEC 60529)	IP65
Klasa klimatyczna (wg. IEC 60721 -3-4)	4K4H

Inwerter montować ( **ustalić z inwestorem i zarządcą obiektu**). Zabezpieczyć przed działaniem warunków atmosferycznych. Montować na konstrukcjach mocowanych do dachu lub do kominów, ścian. Inwerter montować w skrzynce ochronnej z wentylacją ( otwory wentylacyjne dolne, na dolnej ścianie, oraz górne na ścianie czołowej). Skrzynka II klasy ochronności wyposażona w zamek energetyczny oznakowana „Urządzenia elektryczne – Nie dotykać”. Lokalizacje każdorazowo ustalić z użytkownikiem obiektu w możliwie najmniejszym oddaleniu od modułów PV.

***”Nie dopuszczalny jest montaż inwerterów w nieizolowanych termicznie i niewentylowanych pomieszczeniach.***

## **2.10. Sposób prowadzenia przewodów**

### **Prowadzenie przewodów DC**

Do inwertera należy prowadzić przewody DC według schematu. Zaleca się prowadzenie na zewnątrz budynku w rurach ochronnych lub listwie. Jeżeli inwerter ulokowany będzie w budynku trasę do inwertera wykonać w sposób najmniej inwazyjny. Zabezpieczając przejścia przez dach, stropy i ściany w wymagany przez sztukę budowlana sposób. Przejście przez stropy, ściany i dach uszczelnić do odporności ogniowej przegrody.

### **Prowadzenie instalacji AC**

Od rozdzielnic AC do złącza ZK przewód YKYżo 5x6mm<sup>2</sup> należy prowadzić trasą kablową .

Po ułożeniu linii kablowej należy dokonać jej sprawdzenia. –

Sprawdzić ciągłość żył. –

Dokonać pomiaru rezystancji izolacji kabla induktozem o napięciu 2,5 kV.

Wyniki pomiarów dołączyć do dokumentacji odbiorczej w formie protokołu. Kable należy układać zgodnie z normą N SEP-E-004 i PN –IEC60364

## **2.11. Ochrona przeciw porażeniowa**

Instalacja fotowoltaiczna objęta projektem będzie wykonana w układzie TN-C i TN-C-S. Ochrona przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa) realizowana jest przez zastosowanie izolacji podstawowej przewodów i aparatów elektrycznych, obudów i osłon rozdzielnic i osprzętu. Uzupełnieniem ochrony podstawowej w instalacji wewnętrznej (gniazda wtykowych potrzeb własnych) są wyłączniki różnicowoprądowe o znamionowym prądzie różnicowym 30mA.

Ochrona przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa) jako szybkie wyłączenie zasilania w czasie  $t < 5s$ .

Ochrona przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa) w instalacji gniazd wtykowych jako szybkie wyłączenie zasilania w czasie  $t < 0,4s$  realizowane przez wyłączniki instalacyjne nadmiarowo-prądowe w rozdzielni potrzeb własnych wg. Projektu Elektrycznego.

Projektowane instalacje są zgodne z przepisami budowlanymi w zakresie ochrony przeciwporażeniowej oraz wymogami normy PN-IEC-60364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych”.

## **2.12. Ochrona przeciwprzebieciowa**

Instalacja elektryczna wewnętrzna obiektu oraz elementy instalacji PV narażone są na przebiecia spowodowane bezpośrednim trafieniem pioruna w obiekt i urządzenia zewnętrzne oraz przebiecia łączeniowe indukowane w sieci zasilającej.

Instalacja elementów elektrowni PV wymaga wykonania strefowej skoordynowanej ochrony przebieciowej obejmującej instalacje DC i AC. Po stronie stałoprądowej inwertery są zazwyczaj wyposażone w wbudowane ograniczniki przebieć np.: typu II. W przypadku braku ogranicznika wykonać zgodnie z rys. Po stronie zmiennoprądowej ochronnik zostanie zlokalizowany w miejscu wprowadzenia kabli do rozdzielnic. Zastosować ochronę przeciwprzebieciową (ochronniki przebieciowe C,4P) zabezpieczające falowniki przed przebieciami w sieci elektroenergetycznej wg. Projektu Elektrycznego. Połączenia wykonać przewodami o przekroju nie mniejszym niż 16 mm<sup>2</sup>.

## **2.13. Ochrona odgromowa**

Instalacja odgromowa wykonana przy pomocy zwodów izolowanych o wysokości do 1 m.n.p.d. Zwody izolowane montować na samodzielnych podstawach w odległości min. 0,5 m od konstrukcji montażowej instalacji PV. Całość należy zwodem izolowanym od instalacji PV łączyć z GSW główną szyną wyrównawczą.

#### **2.14. Wyłączenie pożarowe i awaryjne**

W sytuacjach wyłączenia awaryjnego przez służby energetyczne lub przez prowadzącego akcje gaśniczą, następuje odłączenie inwertera i wyłączenie generowanego napięcia DC.

**UWAGA: napięcie AC w odcinku instalacji fotowoltaicznej od modułów PV do inwertera będzie utrzymane.**

#### **2.15. Synchronizacja instalacji fotowoltaicznej**

Inwertery dostosowują się samoczynnie do częstotliwości aktualnie występującej w sieci. Inwertery synchronizują się z siecią sprawdzając krótkimi impulsami próbnymi fazę, a następnie ustawiają kąt fazowy mocy tak, aby dopasować go do zasilania.

#### **2.16. Pomiary**

Po wykonaniu prac montażowych przed uruchomieniem urządzeń należy wykonać pomiary:

- stanu izolacji kabli zasilających,
- rezystancji uziemienia punktu PE inwertera – max 10  $\Omega$ ,
- rezystancji uziemienia instalacji odgromowej – max 10  $\Omega$ ,
- inne wymagane przepisami badania i pomiary.

Z przeprowadzonych badań i pomiarów należy sporządzić odpowiednie protokoły stanowiące podstawę do uruchomienia i oddania do eksploatacji objętej projektem instalacji PV.

## SYSTEMY MONTAŻOWE INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH

### 3.1. Informacje ogólne

Nazwa: System montażu – IVENDO (proponowany)

### 3.2. Lokalizacja:

Adres..... - Wiejskie Centrum Lokalnej Aktywności  
Typ dachu ..... - Dach jednospadowy.  
Wysokość budynku..... - 5,70 m  
Nachylenie dachu..... - 10°  
Pokrycie..... - Papa

Adres..... - Sala Sportowa Słodków  
Typ dachu ..... - Dach dwuspadowy.  
Wysokość budynku..... - 8,70 m  
Nachylenie dachu..... - 28°  
Pokrycie..... - Płyta obornicka

### 3.3. Obciążenia:

Sposób pomiaru..... PN EN  
Klasa zagrożenia..... CC1  
Strefa obciążenia wiatrem..... 1  
Strefa obciążenia śniegiem..... 2  
Kategoria terenu..... III  
Nacisk największej prędkości wiatru.....  $q_{p,25}=0,51 \text{ kN/m}^2$   
Nacisk największej prędkości wiatru.....  $q_{p,50}=0,55 \text{ kN/m}^2$   
Współczynnik czasu żywotności.....  $F_w=0,921$   
Nacisk śniegu.....  $S_k=0,90 \text{ kN/m}^2$   
Obciążenie śniegiem na dachu.....  $S_{i25}=0,59 \text{ kN/m}^2$   
Obciążenie śniegiem na dachu.....  $S_{i50}=0,64 \text{ kN/m}^2$   
Współczynnik nachylenia dachu.....  $D_i=0,883$   
Masa modułów.....  $G_M=21,3 \text{ kg}$   
Masa własna modułu.....  $11,17 \text{ kg/m}^2$   
Całkowite obciążenie własne.....  $0,12 \text{ kN/m}^2$

### 3.4. Moduły:

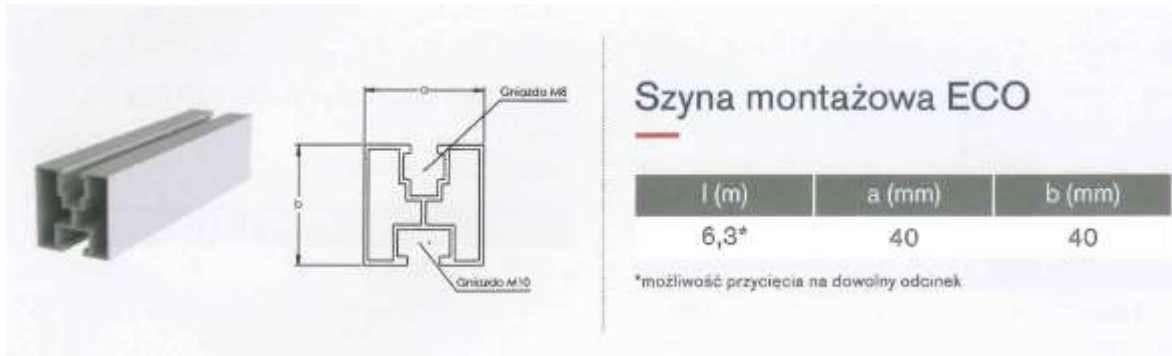
Wielkość dł x sz x wys..... 2094 x 1038 x 35,0 mm  
Masa..... 23,5 kg  
Wydajność..... 450 W

### 3.5. Rozstaw elementów mocujących:

Pole	Obszar	Odległość
1	Obszar pola	0,67m
1	Blacha szczytowa osłaniająca pokrycie dachowe	0,67m
1	Obszar narożny (kalenica)	0,67m

### 3.6. Komponenty: SYSTEM MONTAŻOWY.

#### SZYNA MONTAŻOWA



#### ŁĄCZNIK SZYNY



#### ELEMENTY MONTAŻOWE





### 3.7. Wskazówki:

- Normy projektowania są zgodne z normą PN-EN 1990:2004/NA:2010- Podstawy projektowania konstrukcji.
- Obciążenie wiatrem określa się zgodnie z normą PN-EN 1991-1-4:2008/NA:2010 – Oddziaływanie wiatru.
- Obciążenie śniegiem określa się zgodnie z normą PN-EN 1991-1-3:2005/NA:2010 – Obciążenie śniegiem.
- Czas trwania użytkowania uwzględniono wg „PN EN 1991 – Oddziaływanie na konstrukcje nośne obciążenie śniegiem”.
- Uwzględniono klasę zagrożenia wg „DIN EN 1990 – Podstawy planowania konstrukcji nośnych”.

## 4. UWAGI KOŃCOWE

**Dobrane w projekcie instalacji fotowoltaicznej urządzenia i materiały, z ewentualnym wskazaniem typu urządzenia, marki, czy producenta, zostały dobrane celem rzetelnego opracowania projektu. Projektant nie miał na celu wyeliminowania konkurencji oraz oświadcza, że możliwe jest przyjęcie innych urządzeń i materiałów zamiennych, pod warunkiem zachowania parametrów.**

Wszystkie urządzenia składowe instalacji fotowoltaicznej muszą posiadać deklarację zgodności z obowiązującymi normami oraz dokumenty potwierdzające parametry oferowanych urządzeń, wykonane wg obowiązujących norm. Rok produkcji urządzeń w instalacji fotowoltaicznej - 2019. Minimalna gwarancja na podzespoły instalacji fotowoltaicznej i roboty montażowe 3 lat, na moduły PV 10 lat. Wszystkie materiały do wykonania systemu instalacji fotowoltaicznej powinny odpowiadać parametrom technicznym wyspecyfikowanym w dokumentacji projektowej, oraz wymaganiom odpowiednich norm i aprobat technicznych.

Całość prac powinny wykonać osoby mające do tego celu uprawnienia. Prace powinny być wykonane zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami oraz wytycznymi producentów instalowanych urządzeń. Zastosowane aparaty i urządzenia winny posiadać wymagane certyfikaty i dopuszczenia.

Instalację fotowoltaiczną, przed przyłączeniem, należy zgłosić do Zakładu Energetycznego wraz z wszystkimi wymaganymi przez Zakład Energetyczny załącznikami.

#### **4.1. Podstawa opracowania.**

- Norma P-N-SEP-E-001 „Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa”,
- Norma PN-IEC 60364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych”.
- Norma PN-EN 12464-1 „Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy”.
- Norma PN-EN 60598-1, PN-EN 60598-2-2. Oprawy oświetlenia podstawowego.
- Norma PN-EN 62305 „Ochrona odgromowa obiektów budowlanych”
- Dz.U. 1994 nr 89 poz. 414 z późn. zmianami Ustawa Prawo budowlane
- Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690 z późn. zmianami Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie
- Dz. U. 2003 nr 47 poz. 401 Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 6 lutego 2003r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robot budowlanych
- Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912 Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dn. 17 września 1999r. w

### **5. BIOZ**

#### **5.1. Zakres robót**

- montaż instalacji fotowoltaicznej wraz z konstrukcją mocującą,
- linie kablowe prądu stałego DC i zmiennego AC,
- rozdzielnie prądu stałego i przemiennego,
- budowa rozdzielni głównej i rozdzielni niskiego napięcia.

#### **5.2. Elementy zagospodarowania terenu mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi**

- instalacje elektryczne,
- rozdzielnie elektryczne DC i AC,
- urządzenia przekształtnikowe.
- rowy i wykopy pod urządzenia odgromowe.

#### **5.3. Przewidywanie zagrożenia występujące podczas realizacji robót budowlanych**

- Ryzyko upadku z wysokości ponad 5,7 m podczas prac montażowych paneli fotowoltaicznych oraz przy budowie instalacji elektrycznych wewnątrz budynku.
- Ryzyko porażenia prądem elektrycznym podczas montażu projektowanych instalacji elektrycznych.
- Ryzyko porażenia prądem elektrycznym przy podłączaniu kabli i przewodów.

#### **5.4. Instruktaż pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych**

Bezpośrednio przed przystąpieniem do prac szczególnie niebezpiecznych należy zapoznać pracowników z wszystkimi zagrożeniami oraz udzielić instruktażu z zakresu prowadzonych prac oraz dokonać wpisu do dziennika budowy.

#### **5.5. Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych**

Należy organizować stanowiska pracy zgodnie z przepisami i zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy. Należy pracownikom zapewnić odzież ochronną oraz sprzęt ochrony osobistej oraz przestrzegać ich stosowania zgodnie z przeznaczeniem. Prace na wysokości wykonywać przy użyciu drabin lub rusztowań wraz z odpowiednimi zabezpieczeniami.

Zaleca się wykonywanie prac przy urządzeniach wyłączonych spod napięcia oraz stosować odpowiednie zabezpieczenia przed załączeniem napięcia.

Krzysztof Werbiński