

PROJEKT KONCEPCYJNY



NAZWA INWESTYCJI:

**INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA O MOCY
30,0 kWp**

ADRES INWESTYCJI:

**STACJA UZDATNIANIA WODY
JELEŃ GM. GNIEW**

INWESTOR:

**GMINA GNIEW
PL. GRUNWALDZKI 1
83-140 GNIEW**

OPRACOWAŁ:

inż. Wiesław Walter

PROJEKTANT:

mgr inż. Mieczysław Miler

TCZEW 04.2022

1. POJĘCIA I DEFINICJE

- **Ogniwo PV** – najmniejszy element systemu PV, który wytwarza energię elektryczną w warunkach ekspozycji na światło takie jak promieniowanie słoneczne;
- **Moduł PV** – najmniejszy, w pełni chroniony przed wpływami środowiska zespół połączonych ze sobą ogniw PV;
- **Kolektor PV** – mechanicznie i elektrycznie zintegrowany zespół modułów PV i innych niezbędnych elementów, które tworzą jednostkę zasilającą prądem stałym;
- **Łańcuch PV** - obwód, w którym łączy się szeregowo moduły PV, w celu wytworzenia w kolektorze PV wymaganego napięcia wyjściowego;
- **Skrzynka połączeniowa kolektora PV** – (Junction Box) obudowa w której wszystkie łańcuchy PV jakiegokolwiek kolektora PV są połączone elektrycznie i gdzie są umieszczone zabezpieczenia;
- **Przewód główny DC systemu PV** – przewód łączący skrzynkę połączeniową generatora PV z zaciskami DC falownika PV;
- **Falownik PV** – urządzenie, które przetwarza napięcie i prąd stały na w napięcie i prąd przemienny;
- **STC, Standard Test Conditions STC (Standard Test Conditions)** w skrócie: prostopadłe promieniowanie słońca o mocy 1000W na jeden m², przy temperaturze 25C. Spektrum AM=1,5 (Air Mass), zgodnie z ASTM G173-03 oraz IEC 60904-3;
- **Sprawność systemów solarnych ($\eta\%$)** - Stopień zamiany energii słonecznej na elektryczną mierzony jest w %. Wówczas moduł PV o sprawności np. 15% z powierzchni 1m² (jednego metra kwadratowego) w ciągu godziny wyprodukuje 150Wh energii elektrycznej, według międzynarodowego standardu STC (1000 W/m², temp. 25°C). W dni o słabszym nasłonecznieniu produkcja prądu będzie mniejsza. Różne technologie PV (mono- polikrystaliczne, amorficzne) charakteryzują się różną sprawnością. Moc znamionowa modułów np. 20, 100 czy 200Wp wynika z ich powierzchni oraz pośrednio sprawności, która wynika z technologii produkcji PV.
- **Instalacja elektryczna obiektu** – część sieci niskiego napięcia stanowiąca układ przewodów w budynku wraz ze sprzętem elektroinstalacyjnym;
- **Mikroinstalacja fotowoltaiczna** - instalację odnawialnego źródła energii o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 50 kW, przyłączonej do sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV albo o mocy osiągalnej ciepłej w skojarzeniu nie większej niż 150 kW, w której łączna moc zainstalowana elektryczna jest nie większa niż 50 kW;
- **Prosument energii odnawialnej** – odbiorcę końcowego wytwarzającego energię elektryczną wyłącznie z odnawialnych źródeł energii na własne potrzeby w mikroinstalacji, pod warunkiem że w przypadku odbiorcy końcowego niebędącego odbiorcą energii elektrycznej w gospodarstwie domowym, nie stanowi to przedmiotu przeważającej działalności gospodarczej określonej zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 40 ust. 2 ustawy z dnia 29 czerwca 1995 r. o statystyce publicznej (Dz. U. z 2019 r. poz. 649, 730 i 2294).

2. PODSTAWA OPRACOWANIA

1. Umowa o wykonanie prac projektowych
2. Wizja lokalna
3. Obowiązujące normy, przepisy i zasady sztuki budowlanej

3. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem projektu koncepcyjnego jest przedstawienie optymalnej mocy instalacji fotowoltaicznej dla Stacji Uzdatniania Wody w miejscowości Jeleń gm. Gniew.

Przedstawione rozwiązania techniczne mają na celu przybliżyć Inwestorowi podstawowe aspekty techniczne i technologiczne podstawowych podzespołów wchodzących w skład instalacji fotowoltaicznej.

Instalacja zostanie przygotowana do współpracy z siecią energetyczną, która będzie służyła jako magazyn okresowych nadwyżek energii elektrycznej. Instalację fotowoltaiczną projektuje się jako instalację naziemną.

Mikroinstalacje do 50kW nie wymagają uzyskania warunków przyłączenia do sieci energetycznej, a podłączenie do sieci odbywać się będzie w ramach „zamówionej” mocy licznika energii elektrycznej.

Dokumentacja projektowa spełnia ten wymóg, projektowana moc zainstalowana instalacji fotowoltaicznej wynosi 30kW.

Charakterystyka techniczna zasilania budynku.

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

Rozdzielnica elektryczna dla projektowanej instalacji fotowoltaicznej budynku należy wykonać zgodnie z normą PN-EN 61439. Rozdzielnicę główną TG zasilić kablem YKYżo 5x16mm² z projektowanej instalacji. W rozdzielnicy RAC należy zabudować wyłącznik nadmiarowo-prądowy 3-fazowy z zabezpieczeniem B32A oraz ogranicznik przepięć dla obwodu fotowoltaicznego. Dla instalacji fotowoltaicznej projektuje się również rozdzielnicę RDC wyposażoną dla każdego obwodu prądu stałego w rozłączniki bezpiecznikowe CH 10g PV, 12A, 30kA DC i ograniczniki przepięć DC 1000V, TYP T2, 12,5kVA.

Spadek napięcia wLz-tu zasilającego z paneli fotowoltaicznych do rozdzielni TG przy założeniu linii kablowej YKY 5x16mm² przy długości 30mb.

$$\Delta U_{wlz} = P_s * L * 100\% / \gamma * S * U_{n2} = 0,66\%$$

Sprawdzenie dobranego kabla przyłączeniowego na przeciążalność i obciążenie długotrwałe:

$$I_b = P_s / 1,73 * U_n * \cos\Phi = 30000/688 = 43,60A$$

$$I_z = 1,6 * 43,60A / 1,45 = 48,11 A$$

Zabezpieczenia przed prądem przeciążeniowym spełniają następujące warunki:

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

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 – $1,6 * I_n$, a dla wyłączników instalacyjnych $1,45 * I_n$.

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.

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

$$\sqrt{t} = k * S / I$$

gdzie:

t – czas w sekundach.

S – przekrój przewodów w mm²

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:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_o$$

gdzie:

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

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

U_o – 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 0,4s przy krotności 5 prądu znamionowego, a charakterystyce „C” przy krotności 10.

Dla wyłącznika instalacyjnego B40A - $I_a = 5 \cdot 40 = 200A$

$$Z_s \leq U_o / I_a \qquad Z_s \leq 230V / 200A \qquad Z_s \leq 1,15\Omega$$

Aby skuteczność ochrony była spełniona dla wyłączników instalacyjnych B40A impedancja pętli zwarciowej nie może być większa od obliczonych. Skuteczność ochrony jest spełniona dla obwodu i dla całej instalacji.

4. LOKALIZACJA

Planowana elektrownia fotowoltaiczna zostanie posadowiona na gruncie

Identyfikator działki: 221402_5.0003.124/5

Województwo: pomorskie

Powiat: tczewski

Gmina: Gniew-G

Obręb: Jeleń

Działka: 124/5

Poniżej przedstawiono zdjęcie działki, na których przewiduje się montaż instalacji fotowoltaicznej



Podczas wizji lokalnej zostały wyspecyfikowane poniższe obszary na których została dokonana analiza i wstępne rozmieszczenie paneli fotowoltaicznych w programie PV SOL



Za pomocą programu projektowego PV SOL zostało dokonane wstępne rozmieszczenie modułów fotowoltaicznych w celu uzyskania maksymalnej mocy instalacji PV:

Obszar: grunt, kierunek południe

Konstrukcja balastowa: WS-024R

Moduł fotowoltaiczny: panele ZXM8-TPLDD120-600/M BIFACIAL

Ilość sztuk: 50

Moc sekcji kWp: 30

5. PRZYŁĄCZE ENERGETYCZNE ZAKŁADU

Zasilanie Stacji Uzdatniania Wody w miejscowości Jeleń gm. Gniew na dz. nr 124/5 odbywa się za pomocą przyłącza firmy ENERGA Operator.

6. MODUŁY FOTOWOLTAICZNE

Moduł fotowoltaiczny (PV) jest to element przetwarzający energię promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Obecnie na rynku powszechnie stosowane są moduły I i II generacji. Moduły fotowoltaiczne I generacji są wykonane w technologii ramkowej lub szkło/szkło bezramkowej, z połączonych szeregowo krzemowych ogniw PV.

W 1-szej generacji rozróżniamy dwa podstawowe typy modułów PV:

- Moduły monokrystaliczne- ogniwa wykorzystywane w tych modułach są wykonane z jednego dużego monokryształu krzemu. Tego typu moduły charakteryzują się wysoką sprawnością.

Moduły fotowoltaiczne wykorzystujące monokrystaliczne ogniwa 5BB (pięciu busbarowe) z przednią metalizacją front-contact pozwalają osiągnąć nawet 180Wp/m².



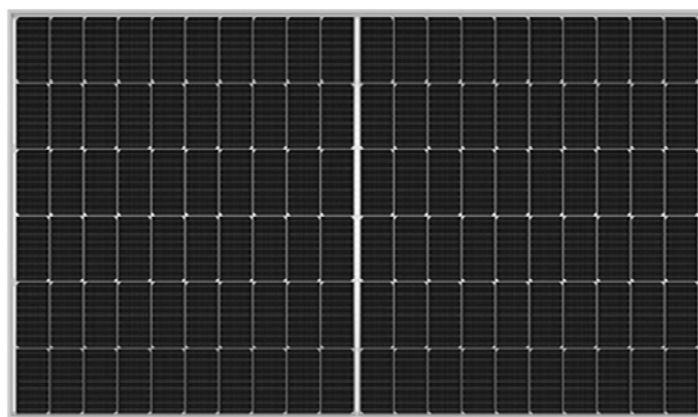
Wygląd typowego modułu ramkowe z ogniwami monokrystalicznymi typu front-contact

Moduły polikrystaliczne- ogniwa wykorzystywane w tych modułach są wykonane z krzemu polikrystalicznego. Tego typu moduły charakteryzują się sprawnością mniejszą niż moduły monokrystaliczne.



Wygląd typowego modułu fotowoltaicznego z ogniwami polikrystalicznego typu front-contact

Obecnie na rynku najlepszą technologią są moduły fotowoltaiczne monokrystaliczne typu "half cut", czyli z ogniwami ciętymi w pół. Na poniższym zdjęciu przedstawiono moduł fotowoltaiczny typu "half cut".



Wygląd typowego modułu fotowoltaicznego z ogniwami monokrystalicznymi typu half cut

Dzięki zastosowaniu technologii half cut moduły fotowoltaiczne uzyskują:

1. Większą moc wyjściową przy zastosowaniu tych samych 60-ciu ogniw.
2. Mniejszy współczynnik temperaturowy, dzięki czemu moduły są mniej podatne na niekorzystny wpływ temperatury latem.

3. Lepszą pracę przy częściowym zaciemieniu czy zabrudzeniu ogniwa.
4. Większą wytrzymałość mechaniczną.
5. Większą odporność na zjawisko „hot spot” i skutki mikropęknięć ogniw.

Tradycyjne krzemowe moduły fotowoltaiczne zarówno polikrystaliczne, jak i monokrystaliczne pochłaniają światło tylko z jednej strony. Dlatego określane są mianem "jednostronne" lub "monofacial". Większość producentów wprowadza na rynek bardziej wydajne moduły fotowoltaiczne obustronne lub „bifacialne”. Dwustronne panele fotowoltaiczne posiadają dwie strony aktywne, które absorbują światło. Dzięki temu ich wydajność jest znacznie większa od tradycyjnych paneli jednostronnych. Energia elektryczna jest produkowana jednocześnie z przedniej i tylnej strony modułu PV, co wpływa na większe uzyski z takiego modułu w skali roku. Na rynku panele bifacial są wykonane z jednej i drugiej strony ze szkła hartowanego. To, co je wyróżnia, to warstwa aktywna z przodu i z tyłu panelu. Pozwala ona na absorpcję światła z dwóch stron. W modułach bifacial usunięto tylną warstwę folii ochronnej tzw. „Backsheet” i zastąpiono ją szybą ze szkła hartowanego lub innym tworzywem przepuszczającym światło. Żeby wykorzystać pełny potencjał produkcji energii elektrycznej z modułów dwustronnych pod modułami fotowoltaicznymi zaleca się stosowanie pokryć białego koloru odbijającego docierające promieniowanie w stronę tylnej części modułów PV. Powyższe środki zwiększają koszt budowy gruntowych instalacji fotowoltaicznych. W przypadku dachowych instalacji fotowoltaicznych przewaga modułów dwustronnych nad jednostronnymi jest znikoma ze względu na małą odległość pomiędzy tylną warstwą aktywną a poszyciem odbijającym światło.

Moduły fotowoltaiczne II generacji nazywane są cienkowarstwowymi. Zazwyczaj wykonane są w formie bezramkowej. Elementem generującym prąd jest cienka warstwa materiału półprzewodnikowego. Z najpopularniejszych typów modułów tej generacji są moduły wykonane z krzemu amorficznego, CIGS (mieszanina miedzi, indu, galu, selenu), CdTe (mieszanina tellurku i kadmu). Moduły tej generacji charakteryzują się dużo mniejszą sprawnością oraz mniejszym spadkiem mocy wraz ze wzrostem temperatury niż moduły I generacji. Wykonanie dużych instalacji przy wykorzystaniu tej technologii wymaga nawet dwukrotnie większej powierzchni co oczywiście ma znaczący wpływ na koszty inwestycji. W przypadku wykonania przedmiotowej instalacji zalecany jest zakup modułów I-ej generacji wykonanych z ogniw monokrystalicznych powszechnie stosowanych przy tego typu realizacji. Charakteryzują się one największą sprawnością.

Ze względu na swoją budowę moduły fotowoltaiczne dzielą się na dwa podstawowe typy:

- 1) Moduły fotowoltaiczne ramkowe szkło-backsheet;
- 2) Moduły fotowoltaiczne szkło-szkło bezramkowe

Moduły ramkowe szkło-backsheet.

W projekcie koncepcyjnym zostały zaproponowane rozwiązania w oparciu o moduły fotowoltaiczne wykonane w technologii szkło / folia (ogniwa od strony frontowej są zabezpieczone szkłem, a od strony tylnej folią kompozytową), wykorzystujące krzemowe, monokrystaliczne ogniwa fotowoltaiczne 5BB (pięć busbarów) z przednią metalizacją (ang. Front-Contact). Moc jednostkowa modułów fotowoltaicznych wynosi 330Wp.

Moduły szkło-szkło bezramkowe.

Moduły są szybą bezpieczną w rozumieniu przepisów budowlanych. Moduły fotowoltaiczne typu szkło-szkło nie są narażone na rozszczelnienie ramki które jest powodem delaminacji i nie posiadają tylnej warstwy stosunkowo łatwiej do niewidocznego uszkodzenia, przez którą może dojść do przebicia narażającego zdrowie i życie użytkowników. Moduły fotowoltaiczne typu szkło/szkło cechuje:

- szybsze i samoczynne usuwanie pokrywy śnieżnej (brak przeszkody w postaci ramki) i tym samym:
- zmniejszenie ryzyka uszkodzenia modułu na skutek częściowego przysłonięcia ogniw i powstania tzw. „Hot Spot’ów” mogących skutkować częściową lub całkowitą degradacją ogniw lub nawet samozapłonu modułu fotowoltaicznego;
- łatwiejsze utrzymanie modułu w czystości (jednolita płaska powierzchnia od strony zewnętrznej uniemożliwia osadzanie się zanieczyszczeń):
- mniejsza zdolność do nagrzewania się (większa pojemność cieplna szkła)

Wnioski.

W przypadku dużych i małych instalacji fotowoltaicznych komercyjnych zdecydowanie lepszym rozwiązaniem jest zastosowanie modułów ramkowych:

- pod względem ekonomicznym: moduły bezramkowe charakteryzują się przynajmniej dwukrotnie wyższą ceną przy tej samej mocy jednostkowej;
- zamienność modułów: brak zasobów magazynowych pozwalających na szybki zakup i wymianę uszkodzonego modułu szkło-szkło, każde zamówienie takich modułów jest indywidualne, co będzie wiązało z dłuższymi terminami napraw gwarancyjnych oraz pogwarancyjnych;
- konserwacja: brak ramki aluminiowej stwarza podwyższone ryzyko uszkodzenia modułów w przypadku odśnieżania lub mycia.

Mając na uwadze dostępne powierzchnie zaleca się zastosowanie modułów fotowoltaicznych monokrystalicznych w technologii half cut o mocy jednostkowej minimum 340 Wp.

Dostarczone moduły muszą być nowe (nieużywane) oraz powinny być pełnowartościowymi produktami (nie jest dozwolone stosowanie modułów tzw. kategorii/typu B).

Moduły fotowoltaiczne należy instalować zgodnie z Instrukcją producenta, na konstrukcjach systemowych dostosowanych do instalacji wolnostojącej.

7. ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE

Instalacja została dobrana indywidualnie dla potrzeb SUW, w oparciu o dotychczasowe zużycie energii elektrycznej. Pozyskiwana energia elektryczna z instalacji fotowoltaicznej, zastąpi w pełnej części energię elektryczną ze źródeł konwencjonalnych. Pozyskana energia z instalacji fotowoltaicznej będzie wykorzystywana na potrzeby własne SUW.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna składać się będzie z następujących elementów:

- paneli fotowoltaicznych (moduły fotowoltaiczne),
- konstrukcje wsporcze do montażu paneli fotowoltaicznych,
- kable solarne,
- instalacja uziemiająca, instalacja odgromowa,

- instalacja przeciwprzepięciowa napięcia DC (ograniczniki przepięć typ I+II),
- optymalizator mocy,
- inwerter,
- instalacje energetycznej nn AC (rozdzielnice, zabezpieczenia),
- instalacji odgromowej napięcia AC (ograniczniki przepięć typ I+II),
- zestawów montażowych.

Opracowanie swoim zakresem obejmuje:

- Montaż modułów (paneli) fotowoltaicznych o mocy min. 600Wp/szt.,
- Montaż inwertera (falownika), 30000W
- Wykonanie instalacji po stronie stałonapięciowej DC systemu fotowoltaicznego,
- Wykonanie okablowania strony AC systemu fotowoltaicznego z doprowadzeniem kabli do miejsca przyłączenia, do sieci elektroenergetycznej.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna składać się będzie z 50 szt. modułów monokrystalicznych o mocy 600W każdy, pracujących w układzie „on-grid”. Moc instalacji fotowoltaicznej wynosi łącznie 30,00 kW, strona AC.

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

Wyprodukowana energia elektryczna prądu stałego zostanie zamieniona na energię prądu przemiennego trójfazowego poprzez inwerter (falownik) DC/AC o napięciu 0,4 [kV]. Energia elektryczna produkowana przez instalację fotowoltaiczną będzie wykorzystywana na potrzeby własne obiektu oraz oddawana do sieci. Sieć ochronną paneli PV wykonać przewodem min. LGy 1x6mm² oraz złącze kontrolne ZK 1szt
Oprogramowanie sterownika nie jest przedmiotem niniejszej dokumentacji i musi być dostosowane do założonego algorytmu działania systemu.

Dane techniczne instalacji fotowoltaicznej:

- lokalizacja i powierzchnia zabudowy modułów fotowoltaicznych (m²) – grunt, teren trawiasty, 120m²
- rodzaj zainstalowanych modułów PV o mocy nominalnej 600Wp i ilości 50 sztuk
- rodzaj zainstalowanych inwerterów o mocy wyjściowej 30KW -1 sztuka
- moc nominalna instalacji PV – 30,0 kWp

Bilans energetyczny roczny zużycia energii do energii wyprodukowanej

- Szacowane zużycie roczne wyniesie 29,00 kWh.

Projekt zawiera instalację fotowoltaiczną 30,00kW ponieważ:

- wyprodukuje 35323kWh w ciągu roku.
- bezpośrednie zużycie 10235kWh z paneli fotowoltaicznych
- oddane do sieci 25089kWh
- można pobrać 17589kWh nie ponosząc kosztów.
- pobrana energia z sieci 18772kWh po obliczeniach na potrzeby budynku.

Przedstawione w projekcie uzyski energii elektrycznej są wartościami szacunkowymi. Zostały one obliczone za pomocą wzorów matematycznych w specjalistycznym oprogramowaniu. Autor projektu nie gwarantuje osiągnięcia w rzeczywistości uzysków energii elektrycznej równych podanej w tym miejscu wartości. Przyczyną tych rozbieżności są różne czynniki zewnętrzne, takie jak np. zacinienie, zabrudzenie lub wahania sprawności modułów fotowoltaicznych.

Dane techniczne zaprojektowanego panela fotowoltaicznego ZXM8-TPLDD120-600/M BIFACIAL

Dane elektryczne w STC

Maksymalna moc (Pmaks.)	600 Wp
Napięcie przy maksymalnej mocy (Vmpp)	34,5V
Prąd przy maksymalnej mocy (Impp)	17,4A
Napięcie obwodu otwartego (Voc)	41,5V
Prąd zwarciový (Isc)	18,33A
Wydajność panelu	21,2%

Dane elektryczne w NOCT

Maksymalna moc (Pmaks.)	451,1 Wp
Napięcie przy maksymalnej mocy (Vmpp)	32,4V
Prąd przy maksymalnej mocy (Impp)	13,94A
Napięcie obwodu otwartego (Voc)	39,0V
Prąd zwarciový (Isc)	14,8A
Temperatura	43+/-2°C

Oceny termiczne

Zakres temperatury pracy	-40~85°C
Współczynnik temperaturowy Pmax	-0,34 %/°C
Współczynnik temperaturowy Voc	-0,29 %/°C

Maksymalne oceny

Maksymalne napięcie systemu	1500W
-----------------------------	-------

Dane materiałowe

Wymiary panelu (wys./szer./gł.)	2172x1303x35 mm
Waga	35kg
Typ komórki	Dwustronny, PERC
Rodzaj szkła	Powłoka antyrefleksyjna
Grubość szkła	2mm
Diody w skrzynce przyłączeniowej	3
Klasa ochrony skrzynki przyłączeniowej	IP68
Typ złącza	MC4
Przekrój kabla	4 mm ²

W celu doboru łańcuchów modułów PV do inwertera należy określić graniczne temperatury pracy modułów PV. Przy założeniu, że instalacja będzie w III strefie klimatycznej przyjęto:

- Minimalna temperatura do wyliczenia napięcia obwodu otwartego $V_{OC \max}$

$$T_{VOC} = -20^{\circ}\text{C}$$

- Minimalna temperatura do wyliczenia maksymalnego napięcia roboczego $V_{mpp \max}$

$$T_{rmin} = 0^{\circ}\text{C}$$

- Maksymalna temperatura do wyliczenia napięcia roboczego $V_{mpp \min}$

$$T_{rmax} = 70^{\circ}\text{C}$$

Dla tak przyjętych temperatur różnica między temperaturą napięcia obwodu otwartego w warunkach STC (+25°C) a temperaturą obliczeniową $T_{VOC} = -20^{\circ}\text{C}$ będzie wynosić $\Delta T_{VOC} = 45^{\circ}\text{C}$. Analogicznie ΔT_{rmin} będzie równe 25°C , a ΔT_{rmax} będzie równe 45°C .

- Napięcie wyliczone obwodu otwartego w niskiej temperaturze T_{VOC}

$$V_{OC \max} = V_{OC \text{ STC}} + (\beta \cdot V_{OC \text{ STC}} \cdot \Delta T_{VOC}) = 45,33\text{V}$$

- Napięcie w punkcie mocy maksymalnej w niskiej temperaturze T_{rmin}

$$V_{mpp \max} = V_{mpp \text{ STC}} + (\beta \cdot V_{OC \text{ STC}} \cdot \Delta T_{rmin}) = 36,21\text{V}$$

- Napięcie w punkcie mocy maksymalnej w wysokiej temperaturze T_{rmax}

$$V_{mpp \min} = V_{mpp \text{ STC}} - (\beta \cdot V_{OC \text{ STC}} \cdot \Delta T_{rmax}) = 28,07\text{V}$$

β -temperaturowy współczynnik napięcia obwodu otwartego

- Maksymalna wartość prądu zwarcia $I_{sc \max}$

$$I_{sc \max} = I_{sc \text{ STC}} \cdot 1,25 = 12,55\text{A}$$

- Maksymalna wartość prądu roboczego $I_{mpp \max}$

$$I_{mpp \max} = I_{mpp \text{ STC}} \cdot 1,15 = 11,05\text{A}$$

- Maksymalna liczba modułów łączonych szeregowo $U_{\max} / V_{OC \max} = 22,06$ (sztuk)

- Minimalna liczba modułów łączonych szeregowo $U_{mppt \min} / V_{mpp \min} = 1,91$

- Strata w % okablowania paneli PV, należy zachować 1% strat

$$\text{Strata}[\%] = I \cdot l / U \cdot k \cdot A = 0,2886\%$$

- Dobór przekroju przewodów zbiorczych – okablowanie od paneli PV do inwertera

$$S = I \cdot l / U \cdot k \cdot \text{strata} = 3,18\text{mm}^2$$

- Dobór przekroju przewodów po stronie AC

$$S = P \cdot l / U_{n2} \cdot k \cdot 0,01 = 12,75\text{mm}^2$$

- Dobór zabezpieczenia po stronie AC

$$I_n = 40A$$

- Dobór zabezpieczenia po stronie DC

$$CH\ 10g\ PV\ 12A$$

Moduły fotowoltaiczne powinny posiadać : - 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.

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 mm². 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, rurkach PCV itp. 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. Ciężar 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 15 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

Inwertery (przetwornice)

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej zastosowano inwerter (falownik) typ 30000TL3- S o mocy znamionowej 30,0 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	37500 W
Maks. Napięcie wejściowe	1000 V
Zakres napięcia MPP/ znamionowe napięcie wejściowe	200-1000
Minimalne / początkowe napięcie wejściowe	250 V
Maks. Prąd wejściowy na wejściu A/B	34 A/ 34 A

Liczba niezależnych wejść MPP	A:2 , B:4
Wyjście AC	
Moc znamionowa	30000 W
Napięcie znamionowe AC	3/N/PE/230/400
Zakres napięcia znamionowego AC	230V /400 V
Częstotliwość zakres	50Hz - 60Hz
Maks. Prąd wyjściowy	48,3 A
Sprawność	98,70%
Zabezpieczenia	
Bezpiecznik na wejściu	tak
Wykrywanie przebicia / monitorowanie sieci	tak / tak
Ochrona przed niewłaściwą biegunowością DC / zabezpieczenie przeciwzwarciove 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.)	470/754/270
Masa 48 kg	
Zakres temperatur pracy	min 25, plus 60
Typowy poziom emisji hałasu	<35
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”. Lokalizację każdorazowo ustalić z użytkownikiem obiektu w możliwie najmniejszym oddaleniu od modułów PV.

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

Prowadzenie przewodów DC

Do inwertera zaleca się prowadzenie na zewnątrz budynku w rurach ochronnych w listwach lub korytach typu BAKS. 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 inwertera do rozdzielni głównej TG, przewód YKYżo 5x16mm² należy prowadzić trasą kablową. Po ułożeniu linii kablowej należy dokonać jej sprawdzenia. – Sprawdzić ciągłość żył. – Dokonać pomiaru rezystancji izolacji kabla induktorem 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.

Zestawienie urządzeń i materiałów instalacji fotowoltaicznej

1. Zestaw modułów fotowoltaicznych w ilości 50 szt, wraz z dedykowanym systemem montażowym – 1 kpl
2. Inwerter DC/AC o mocy 30,0kW – 1szt
3. Kabel solarny PV ZZ-F 6mm² – 300m
4. Przewód YKYżo 5x16mm² – 30m
5. Rozdzielnica natynkowa DC, kompletna – 3szt

Ochrona przeciwporażeniowa

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

Ochrona przeciwprzepięciowa

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. Po stronie zmiennoprądowej ochronnik zostanie zlokalizowany w rozdzielnicy RAC. Zastosować ochronę przeciwprzepięciową (ochronnik przepięciowy typ II; C,4P) zabezpieczające falowniki przed przepięciami w sieci elektroenergetycznej. Połączenia wykonać przewodami o przekroju nie mniejszym niż 6 mm² dodatkowo wykonać uziemienie ochronne ZK. Lokalizację wykonać możliwie jak najbliżej rozdzielnicy TG.

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 i złączem kontrolnym ZK.

Ochrona przeciwpożarowa

Instalacja fotowoltaiczna, podobnie jak inne urządzenia elektryczne, może ulec zapaleniu. Najczęstszymi przyczynami pożaru tych systemów są wyładowania atmosferyczne, zwarcia wewnętrzne, niewłaściwie dobrane zabezpieczenia i oprowadowanie lub ich brak.

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. Bezwzględnie należy unikać ryzyka porażenia prądem, między innymi przez unikanie kontaktu z częściami przewodzącymi instalacji elektrycznej i modułów, konstrukcji fotowoltaicznej.

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.

Pomiary

Po wykonaniu prac montażowych przed uruchomieniem urządzeń należy wykonać pomiary: - rezystancji uziemienia punktu PE inwertera – max 10 Ω, - rezystancji uziemienia instalacji odgromowej – max 10 Ω, - sprawdzenie polaryzacji - pomiar ciągłości przewodów - pomiar rezystancji izolacji przewodów strony AC i DC - pomiar rezystancji uziemienia - pomiar impedancji pętli zwarcia i ocena skuteczności ochrony przeciwporażeniowej - pomiar napięć i prądów łańcuchów modułów.

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

INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA

Obiekt: Stacja Uzdatniania Wody -
INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA

Adres inwestycji: Jeleń gm. Gniew działka nr ewid. 124/5

Inwestor: Gmina Gniew
Pl. Grunwaldzki 1

.

Projektant: mgr inż. Mieczysław Miler upr. nr 4370/Gd/90

Zakres robót

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

Elementy zagospodarowania terenu mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi

- instalacje elektryczne,
- rozdzielnie elektryczne DC
- urządzenia przekształtnikowe.
- rury instalacyjne pod urządzenia odgromowe i kabel WLZ-ty.

Przewidywanie zagrożenia występujące podczas realizacji robót budowlanych

- Ryzyko 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.

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.

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.

Kierownik budowy (lub kierownik robót) jest zobowiązany do wykonania Planu BiOZ.