



# Program Funkcjonalno-Użytkowy

## BUDOWY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ NA DACHACH CENTRUM REHABILITACJI W OSIECZNEJ

**INWESTOR:** Centrum Rehabilitacji im. Prof.  
Mieczysława Walczaka w Osiecznej

**LOKALIZACJA:** Centrum Rehabilitacji im. Prof.  
Mieczysława Walczaka w Osiecznej  
ul. Zamkowa 2; 64 – 113 Osieczna

**BRANŻA:** Elektryczna

**SPRAWDZIŁ:** mgr inż. Cezary Bielak  
Upr. Nr : WKP/0574/PWOE/21

**OPRACOWAŁ:** mgr inż. Aleksander Unruh

Poznań, Czerwiec 2025



**Kod zamówienia wg CPV:**

71200000-0 Usługi architektoniczne i podobne

71300000-1 Usługi inżynierskie

71314100-3 Usługi elektryczne

71320000-7 Usługi inżynierskie w zakresie projektowania

71321000-4 Usługi inżynierii projektowej dla mechanicznych i elektrycznych instalacji budowlanych

71323100-9 Usługi projektowania systemów zasilania energią elektryczną

71326000-9 Dodatkowe usługi budowlane

71334000-8 Mechaniczne i elektryczne usługi inżynierskie

44112110-5 Konstrukcje dachowe

45000000-0 Roboty instalacyjne w budynkach

45300000-0 Roboty w zakresie instalacji budowlanych

45310000-3 Roboty w zakresie instalacji elektrycznych

45315700-5 Instalowanie rozdzielni elektrycznych

45231000-5 Roboty budowlane w zakresie budowy rurociągów, ciągów komunikacyjnych i linii energetycznych

45261215-4 Pokrywanie dachów panelami ogniw słonecznych

**Spis treści:**

<b>1. Część opisowa</b> .....	3
1.1. Słownik użytych pojęć .....	3
1.2. Opis przedmiotu zamówienia .....	3
1.3. Ogólny opis przedmiotu zamówienia .....	3
1.4. Opis stanu istniejącego .....	5
1.5. Opis wymagań do przedmiotu zamówienia .....	11

## 1. Część opisowa

### 1.1. Słownik użytych pojęć

**Zamawiający** – Centrum Rehabilitacji w Osiecznej

**Inspektor** – osoba fizyczna lub prawna upoważniona przez Zamawiającego do kontroli i odbierania dokumentacji oraz robót budowlanych, w zakresie wskazanym umową z Zamawiającym

**Wykonawca** - podmiot prawny, wyłoniony w wyniku postępowania przetargowego w oparciu o ustawę **Prawo zamówień publicznych**. Na etapie początkowym Wykonawca zrealizuje prace projektowe, następnie zajmie się ich wdrożeniem, wykonaniem a także dostarczeniem poszczególnych elementów systemu w warunkach umowy pomiędzy Wykonawcą, a Zamawiającym

**System PV** - system obejmujący elementy składowe: panele/ moduły ogniw fotowoltaicznych, inwertery, rozdzielnice elektryczne, połączenia elektryczne i komunikacyjne, urządzenia monitorujące, systemy magazynowania energii.

**OZE** – Odnawialne Źródła Energii, takie jak: moduły fotowoltaiczne

**Inwestycja** – równoważne określenie dla: przedsięwzięcie, budowa, operacja, roboty, zamierzenie budowlane, zespół obiektów mogących samodzielnie funkcjonować, obiekt budowlany.

### 1.2. Opis przedmiotu zamówienia

Niniejszy Program Funkcjonalno – Użytkowy w sposób ogólny opisuje wymagania i oczekiwania Zamawiającego stawiane inwestycji realizowanej w projekcie:

**Budowy instalacji fotowoltaicznej na dachach Centrum Rehabilitacji w Osiecznej** wraz z załącznikami stanowi podstawę do sporządzenia ofertowej kalkulacji i zamówienia w trybie przetargu publicznego w oparciu o Ustawę z dnia 19 stycznia 2004 r. Prawo Zamówień Publicznych (Dz. U. z 2017 r. poz. 1579 ze zm.) na kompleksową realizację zadania obejmującego wykonanie dokumentacji projektowej wraz ze wszystkimi wymaganymi prawem uzgodnieniami, jak również wszelkie prace budowlano – montażowe dotyczących robót opisanych w niniejszym opracowaniu. Spodziewane prace budowlano-montażowe nie będą stanowiły zagrożenia dla ochrony środowiska i nie będą przedsięwzięciem mającym szkodliwy wpływ na środowisko naturalne. Program funkcjonalno-użytkowy jest stosowany, jako dokument przetargowy. Oferta dostarczona przez Wykonawcę powinna obejmować całość dostaw i usług koniecznych do przeprowadzenia przedsięwzięcia aż do momentu przekazania Zamawiającemu. Oferta powinna być zgodna z niniejszą specyfikacją. Wykonawca, w swoim zakresie, ujmie także te prace dodatkowe i elementy instalacji, które nie zostały wyszczególnione, lecz są ważne bądź niezbędne dla poprawnego funkcjonowania i stabilnego działania oraz wymaganych prac konserwacyjnych, jak również dla uzyskania gwarancji sprawnego i bezawaryjnego działania.

### 1.3. Ogólny opis przedmiotu zamówienia

Przedmiotem niniejszej opracowania jest rozbudowa systemu zasilania poprzez budowę mikroinstalacji hybrydowego generatora fotowoltaicznego o mocy do 50,00 kWp, gdzie panele mają zostać zamontowane na dachach płaskich oraz skośnych budynków Centrum Rehabilitacji:

a) współrzędne geograficzne:

DMS: 51°54'08.4"N 16°40'24.0"E

b) adres: Centrum Rehabilitacji im. Prof. Mieczysława Walczaka w Osiecznej

ul. Zamkowa 2; 64 – 113 Osieczna

c) województwo: Wielkopolskie

Planowana inwestycja zlokalizowana będzie w miejscowości Osieczna obręb ewidencyjny miasto Osieczna (nr 0001), nr działek 383/1, 383/2, 384/1, 385/1. Projekt przewiduje przebudowę systemu zasilania w oparciu o instalację generatora fotowoltaicznego.

Celem projektowanego systemu fotowoltaicznego jest produkcja energii elektrycznej, która zostanie wykorzystana w całości przez właściciela instalacji do zasilania posiadanych przez niego urządzeń. Inwestycja ma polegać na montażu paneli fotowoltaicznych na dachach płaskich krytych papą oraz dachach spadzistych krytych blachą oraz montażu niskonapięciowych falowników hybrydowych. Montaż falowników i magazynów energii planuje się wykonać w pomieszczeniu po demontażu starego agregatu prądotwórczego. Falowniki na ścianie przeciwległej do drzwi wejściowych a baterie magazynów energii na przeciwległej do rozdzielni głównej.

W ramach pomieszczenia należy wykonać system wentylacji mechanicznej o wydajności minimum 1m<sup>3</sup>/s zapewniającym z usuwający ciepło powstające z pracy falowników i pracy magazynów energii. System wentylacji należy wyposażać w filtr kieszeniowy minimum EU3 zapobiegający przed napływem kurzu i innych zanieczyszczeń a wentylatory wyciągowe wyposażać w falownikowy system regulacji obrotów proporcjonalnej do odchylenia od żądanej temperatury. System wentylacji ma zadanie stabilizacji temperatury czyli będzie się uruchamiać dopiero w przypadku przekroczenia temperatury w pomieszczeniu 25 stopni C. System wentylacji w warunkach temperatur zewnętrznych wyższych niż 25 stopni musi działać na tyle wydajnie aby w przestrzeni lokalizacji magazynów bateryjnych temperatura nie była wyższa niż temperatura zewnętrzna. Ze względu na to, że w przyszłości może nastąpić rozbudowa zarówno pojemności magazynu energii jak i mocy zespołu falowników planuje się użyć falowniki z magazynami energii niskonapięciowymi w których łatwiej jest rozbudowywać system o dodatkowe baterie bez modernizacji i ewentualnej wymiany częściowo już wyeksploatowanych baterii. Ponieważ budynki na której będą posadowione panele nie przylegają do pomieszczeń z falownikami trasy kablowe DC przebiegać będzie również trasą ziemną w rurach osłonowych.

Przyłączenie AC falowników nastąpi w rozdzielni głównej która przylega do planowanego pomieszczenia falowników i magazynu energii.

Falowniki hybrydowe on off grid mają również zapewniać w ramach swojej dostępnej mocy i wielkości magazynu wyjście typu off grid zasilanie „typu UPS”.

Zakres prac będzie obejmować:

Wykonanie projektu przez osoby z uprawnieniami i doświadczeniem zawodowym również zgodnie z obowiązującymi wymogami prawa i operatora Enea. Projekt musi zawierać wszystkie elementy związane z wykonywanymi pracami oraz analizę rozłożenia paneli i symulację zacienienia. Brak prac w dalszej części opracowania nie zwalnia projektanta z uwzględnienia wszystkich prac projektowych.

W przypadku zacinienia lub innych kierunków kierunku lub nachylenia paneli projekt musi zawierać optymalizację pracy stringu za pomocą optymalizatorów.

Po wykonaniu projektu projekt należy przedstawić zamawiającemu do akceptacji .

Po akceptacji można podjąć prace wykonawcze takie jak:

- budowę linii kablowych AC,DC,uziemień i innych instalacji wymaganych dla przebiegu tych prac
- budowę innych instalacji wymaganych do prawidłowej pracy systemu wymaganych przez prawo lub kiedy dobra sztuka tego wymaga .
- montaż paneli fotowoltaicznych
- przystosowanie pomieszczenia falowników do nowych wymogów
- montaż falowników i wymaganych instalacji w tym wydzielenie obwodów falownika wraz z stosownymi zaciskami i zabezpieczeniami do pracy off grid oraz ładowania w tym trybie banku energii z generatora
- montaż magazynów energii i wymaganych instalacji
- montaż instalacji wentylacji
- przebudowa rozdzielni głównej na potrzeby przyłączenia do instalacji użytkownika
- przebudowa układu SZR sieć/generator na potrzeby hybrydowej instalacji PV
- montaż urządzeń w zakresie telemechaniki i sterowania falowników przez operatora Enea zgodnie z jego wymogami.
- przyłączenie do sieci energetycznej operatora
- wykonanie uruchomienia pod klucz
- wykonanie wszystkich pomiarów bezpieczeństwa i parametrów instalacji PV.
- wykonanie kompletnej dokumentacji powykonawczej

#### 1.4. Opis stanu istniejącego

Zespół budynków Centrum Rehabilitacji zlokalizowanych w Osiecznej przy ul. Zamkowej 2 składa się z dwóch zasadniczych budynków :

- Nowy budynek Centrum Rehabilitacji (planowane miejsce montażu instalacji fotowoltaicznej)
- Zabytkowy budynek Centrum Rehabilitacji

W chwili obecnej Szpital zasilany jest ze źródła niskiego napięcia zawodowego, jako zasilanie podstawowe oraz z agregatu jako zasilanie awaryjne w oparciu o zespół prądotwórczy.

Realizacja inwestycji – montaż instalacji fotowoltaicznej wpłynie pośrednio na poprawę bezpieczeństwa zasilania oraz bezpośrednio na poprawę stanu środowiska naturalnego:

- zmniejszy zapotrzebowania na energię pobieraną od operatora która w większości jest produkowana z węgla kamiennego , przy produkcji, której powstają zanieczyszczenia powietrza w postaci szkodliwych substancji takich jak dwutlenek siarki, tlenki azotu, dwutlenek węgla, pyły;
- umożliwi wytwarzanie energii elektrycznej na potrzeby Centrum Rehabilitacji
- zwiększy wykorzystanie odnawialnych źródeł energii poprzez rozwiązania w zakresie inwestycji uwzględniających montaż instalacji paneli fotowoltaicznych;
- Ekologiczność instalacji fotowoltaicznych wiąże się przede wszystkim z samym faktem jej użytkowania, a konkretniej mówiąc jest przekładana na ilość CO<sub>2</sub> niewyemitowanego do atmosfery dzięki jej zastosowaniu. Dzieje się tak, dlatego, że instalacje fotowoltaiczne produkują energię

elektryczną z promieniowania słonecznego nie wytwarzając przy tym żadnych emisji. Prócz tego zmniejszają ilość zużywanego paliwa konwencjonalnego, które podczas spalania wprowadza emisję do atmosfery. W związku z powyższym, kompletna instalacja fotowoltaiczna winna pozwolić na osiągnięcie stosownego efektu ekologicznego.

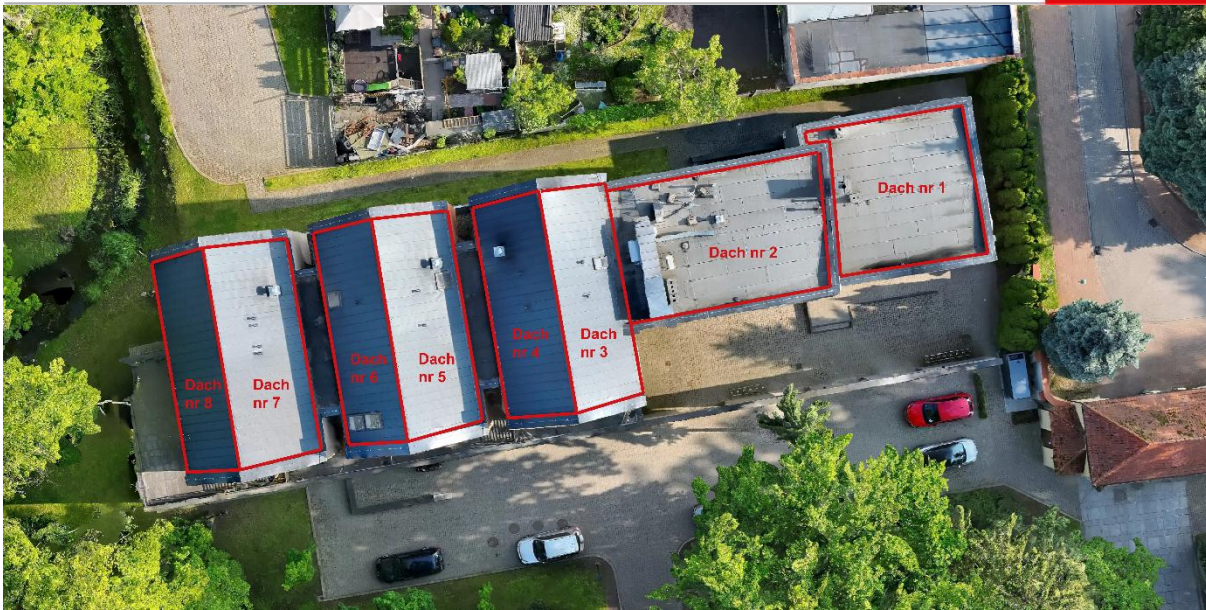
Nowy budynek Centrum Rehabilitacji to budynek o zróżnicowanej bryle, składający się z dwóch połączonych części: dwóch segmentów o dachu płaskim oraz trzech segmentów z dachami dwuspadowymi. Wschodnia część budynku z dachem płaskim (Rys. 1 lewa strona bryły) posiada dach pokryty warstwą papy termozgrzewalnej, z widocznymi elementami instalacji HVAC.

Segmenty z dachami dwuspadowymi – część zachodnia (Rys. 1 prawa część budynku). Każdy z dachów wykonany jest w układzie symetrycznym, pokryty blachą. Nachylenie połąci jest korzystne dla montażu modułów PV, jednakże przy projekcie instalacji PV należy uwzględnić istniejące przeszkody, które uniemożliwią wykorzystanie 100% powierzchni dachów, a także mogą wpłynąć na zacienienie. Są to m.in. okna i kominy.



Rys. 1 Budynek Centrum Rehabilitacji

W ramach obiektu Centrum Rehabilitacji możliwe jest wyodrębnienie aż ośmiu odrębnych połąci dachowych, z których każda stanowi integralny element złożonej bryły architektonicznej budynku, odzwierciedlając zarówno jego funkcjonalne przeznaczenie, jak i nowoczesny charakter zabudowy. W celu ułatwienia lokalizacji poszczególnych fragmentów konstrukcji dachowej, wszystkie dachy zostały jednoznacznie oznaczone i ponumerowane, co zostało zobrazowane na poniższym zdjęciu.



Rys. 2 Numeracja dachów budynku Centrum Rehabilitacji

Dach nr 1 – wymiary 9,4 x 10,6m



Rys. 3 Dach nr 1 budynku Centrum Rehabilitacji

Dach nr 2 – wymiary 7,6 x 13,1m



Rys. 4 Dach nr 2 budynku Centrum Rehabilitacji

Dach nr 3 – wymiary 12,6 x 5,5m



Rys. 5 Dach nr 3 budynku Centrum Rehabilitacji

Dach nr 4 – wymiary 12,6 x 5,5m



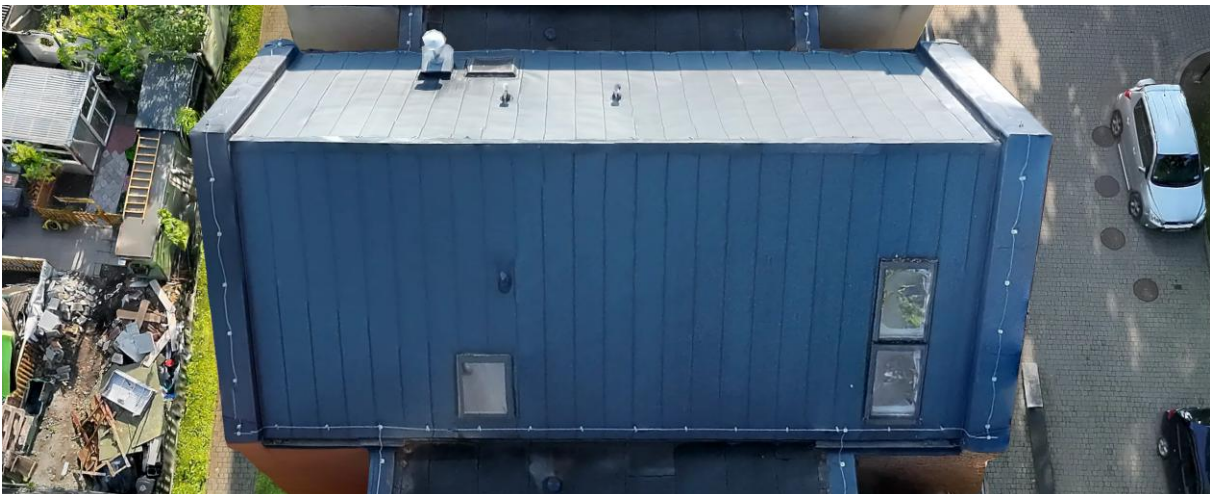
Rys. 6 Dach nr 4 budynku Centrum Rehabilitacji

Dach nr 5 – wymiary 12,6 x 5,5m



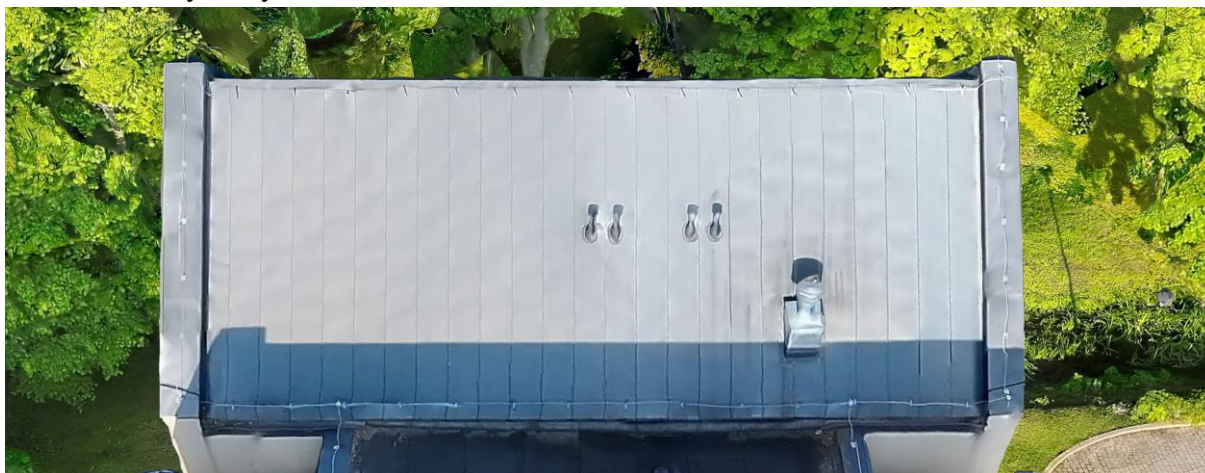
Rys. 7 Dach nr 5 budynku Centrum Rehabilitacji

Dach nr 6 – wymiary 12,6 x 5,5m



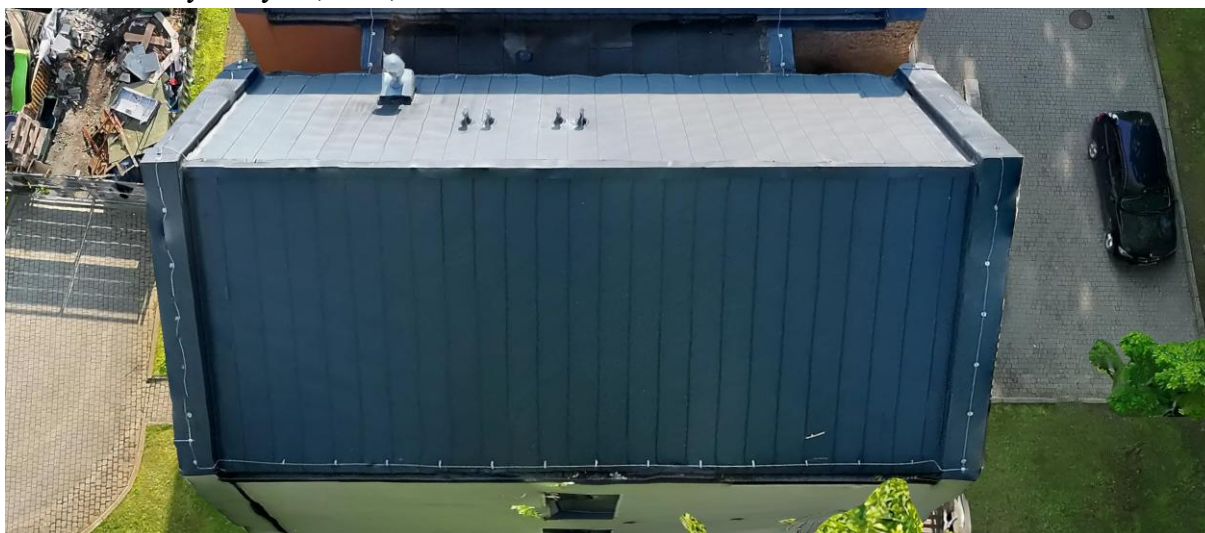
Rys. 8 Dach nr 6 budynku Centrum Rehabilitacji

Dach nr 7 – wymiary 12,6 x 5,5m



Rys. 9 Dach nr 7 budynku Centrum Rehabilitacji

Dach nr 8 – wymiary 12,6 x 5,5m



Rys. 10 Dach nr 8 budynku Centrum Rehabilitacji

Ekologiczność instalacji fotowoltaicznych wiąże się przede wszystkim z samym faktem jej użytkowania, a konkretniej mówiąc jest przekładana na ilość CO<sub>2</sub> niewyemitowanego do atmosfery dzięki jej zastosowaniu. Dzieje się tak, dlatego, że instalacje fotowoltaiczne produkują energię elektryczną z promieniowania słonecznego nie wytwarzając przy tym żadnych emisji. Prócz tego zmniejszają ilość zużywanego paliwa konwencjonalnego, które podczas spalania wprowadza emisję do atmosfery. W związku z powyższym, kompletna instalacja fotowoltaiczna winna pozwolić na osiągnięcie stosownego efektu ekologicznego.

## 1.5. Opis wymagań do przedmiotu zamówienia

### 1.5.1 Panele PV

Minimalne parametry ogniw fotowoltaicznych dla pojedynczego modułu:

- Moc nominalna modułu:  $P_{max} = 400-550$  W (STC)
- Liczba ogniw: 132 ogniwa (,N-type monokrystaliczne)
- Sprawność modułu: min. 22 %
- Tolerancja mocy: 0 / +5 W
- Nominalna temperatura ogniwa podczas pracy (NOCT):  $43 \pm 2$  °C
- Współczynnik temperaturowy mocy ( $P_{max}$ ):  $-0,30$  %/°C
- Rama modułu: Anodowane aluminium
- Przykrycie modułu: dwustronne Szkło hartowane
- Gwarancja wydajności mocy producenta: 25 lat gwarancji liniowej na moc (roczny spadek: max 0,40%)  
15 lat gwarancji na produkt i proces
- Wytrzymałość mechaniczna na obciążenie od śniegu: 5400 Pa
- Wytrzymałość mechaniczna na parcie i ssanie wiatru: 2400 Pa
- Zapewnienie pracy przy temperaturach od:  $-40$  °C do  $+85$  °C
- Ochrona przed przepięciami: Skrzynka przyłączeniowa IP68 + 3 diody obejściowe (ochrona przed hotspotami i przepięciami)
- Maksymalne napięcie systemu: 1500 V DC
- Maksymalna waga panelu: 25,5 kg

Na etapie produkcji moduły fotowoltaiczne muszą zostać poddane kontroli wydajności oraz pomiarom izolacji zgodnie z normami IEC 61215 oraz PN-EN 61730, klasa zastosowania A. W procesie produkcyjnym moduły muszą również przejść pozytywnie testy odporności na grad, symulowane za pomocą uderzeń kul lodowych.

Moduły muszą posiadać klasę bezpieczeństwa II oraz oznaczenie CE. W zakresie klasy reakcji na ogień – klasa E, zgodnie z normą EN 13501-1.

Dla każdego wyprodukowanego modułu należy przedstawić wyniki pomiarów charakterystyki prądowo-napięciowej (I-V), wykonane w standardowych warunkach testowych (STC), potwierdzające jego parametry znamionowe.

Strona DC modułów musi być oznaczona w sposób trwały i czytelny: przewód czerwony dla bieguna dodatniego (+), przewód czarny dla bieguna ujemnego (-).

Moduły fotowoltaiczne wraz z osprzętem muszą posiadać:

- 15-letnią gwarancję na produkt i proces produkcyjny,
- 25-letnią gwarancję liniową wydajności mocy, zdefiniowaną jako:
  - minimum 99% określonej minimalnej mocy wyjściowej w pierwszym roku eksploatacji,
  - maksymalna roczna degradacja mocy wyjściowej: 0,40% rocznie przez kolejne 20 lat,

### 1.5.2 wymogi dla falowników hybrydowych on off grid i magazynu energii

Zakres mocy pojedynczego falownika od 10 do 20 kW:

- System bateryjny niskonapięciowy LV z centralną baterią 50 kWh
- Możliwość rozbudowy mocy systemu minimum do 150 kW
- Możliwość rozbudowy magazynu bateryjnego minimum do 300 kWh
- Typ baterii LFP
- Żywotność cykliczna minimum 6000 cykli
- Znamionowa moc wyjściowa w trybie off grid 100% mocy on grid plus przeciążenie.
- Ilość faz = 3 przy pracy on off grid
- Przyłącze sieciowe (zakres napięcia) = 230/400 V (zakres:  $0,85U_n - 1,1U_n$ )
- Współczynnik zniekształceń nieliniowych (THDi): < 3% (mocy znamionowej)
- Częstotliwość sieci = 50/60 Hz (zakres: 45–55 Hz / 55–65 Hz)
- Współczynnik mocy ( $\cos \varphi$ ) = od 0,8 pojemnościowego do 0,8 indukcyjnego
- Sprawność maksymalna / europejska (euro- $\eta$ ) = 97,5% / 97,0%
- Koncepcja falownika: Beztransformatorowa (non-isolated)
- Chłodzenie: Naturalne chłodzenie powietrzem
- Stopień ochrony: minimum IP65
- Pobór energii w nocy: < 1 W
- Praca wewnątrz/na zewnątrz – temperatura otoczenia:  $-40^{\circ}\text{C}$  do  $+60^{\circ}\text{C}$ , wilgotność: 0–100%
- Dostęp zdalny i komunikacja: Wi-Fi / Bluetooth / GPRS / 4G / LAN (opcjonalnie) + interfejs RS485 / RS232 / CAN
- Zgodność z normami: IEC 61727, IEC 62116, CEI 0-21, EN 50549, G99, VDE-AR-N 4105, itd.
- Normy jakości energii: PN-EN 61400-21, PN-EN 50160 (pośrednio przez normy EN 50549, itp.)
- Dostępne interfejsy: RS485 / RS232 / CAN, możliwość integracji z licznikami inteligentnymi
- Rejestrator danych i serwer web: Zintegrowany
- Wyłącznik bezpieczeństwa DC: Zintegrowany wyłącznik po stronie DC
- Pomiar izolacji DC + ochrona przeciążeniowa: Zintegrowane monitorowanie impedancji izolacji, komponentu DC, zwarc doziemnych
- Moduły przyłączeniowe stringów PV: Tak
- Zastosowanie zewnętrzne: Tak, obudowa IP65, temperatura  $-40$  do  $+60^{\circ}\text{C}$

### 1.5.3 Konstrukcja nośna paneli PV na budynku

Instalacja fotowoltaiczna będzie posadowiona na konstrukcji wsporczej dostosowanej do rodzaju pokrycia dachowego. Konstrukcja zostanie zaprojektowana jako rozwiązanie indywidualne, uwzględniające warunki techniczne i konstrukcyjne obiektu.

Przed montażem należy bezwzględnie dokonać:

- oceny stanu technicznego dachu oraz wykonania ewentualnych napraw,
- weryfikacji obróbek blacharskich w rejonie prowadzenia prac,

- analizy możliwości powstania reakcji korozyjnych między istniejącymi a projektowanymi materiałami.

Wszystkie przejścia przez płaszczyznę dachu powinny być trwale i elastycznie uszczelnione, aby zapewnić szczelność pokrycia dachowego.

Systemy montażowe w zależności od rodzaju dachu:

a) Dach z blachy na rąbek stojący

- Podstawowy system montażowy oparty na aluminiowych klamrach zaciskowych, instalowanych bezpośrednio na rąbku, bez ingerencji w poszycie dachowe (system bezinwazyjny).
- Klamry współpracujące z szynami nośnymi wykonanymi z materiału nierdzewnego .
- W przypadku nietypowych rąbków (np. rąbek trójkątny lub o zbyt małej wysokości), zastosowany ma zostać system alternatywny oparty na śrubach dwugwintowych mocowanych przez pokrycie do konstrukcji nośnej. Do śrub montowane są adaptery i szyny wsporcze.

b) Dach płaski pokryty papą

- Zastosowany system oparty na specjalnych płytkach montażowych (aluminiowych lub z tworzyw kompozytowych), które mocowane będą do pokrycia dachowego poprzez przyklejenie ich dodatkową warstwą papy termozgrzewalnej.
- Do płytek montowana aluminiowa konstrukcja wsporcza ustawiona pod kątem optymalnym dla uzyskania maksymalnej wydajności energetycznej (zwykle 10–15°).
- System zaprojektowany z uwzględnieniem pełnej szczelności pokrycia oraz równomiernego rozkładu obciążeń.

Przed zastosowaniem wskazanego systemu montażowego, osoba z wskazanymi uprawnieniami powinna dokonać obliczeń konstrukcyjnych i wytrzymałościowych dachów. Przy obliczeniach wytrzymałościowych, oprócz wagi konstrukcji montażowej systemu PV, pod uwagę należy wziąć wszystkie inne czynniki mogące wpłynąć na obciążenie, np.: opady śniegu, ciężar ludzi, ciężar sprzętu budowlanego, ciężar wiązek kablowych.

#### 1.5.4 Trasy kablowe Wymagania ogólne

Kable należy układać w sposób uniemożliwiający ich uszkodzenie. Przy układaniu powinny być zachowane ośrodki ostrożności zapobiegające uszkodzeniu innych kabli lub urządzeń znajdujących się na trasie budowanej linii oraz przestrzegane zasady ochrony środowiska.

Kable należy układać na dnie kanału kablowego.

#### 1.5.5 Przewody solarne

Połączenie poszczególnych rzędów modułów fotowoltaicznych do falownika powinna zostać zrealizowana za pomocą kabli dedykowanych dla instalacji stałoprądowych fotowoltaicznych o przekroju żył roboczych dobrane pod względem obciążalności prądowej długotrwałej oraz pod względem dopuszczalnych wartości spadków napięć. Kable łączące poszczególne moduły fotowoltaiczne (fabrycznie zamocowane do modułów) będą mocowane do konstrukcji wsporczej systemu montażowego

gniazdami/wtykami samozaciskowymi. Zastosowane zostaną także koryta kablowe, w których zostaną ułożone zarówno przewody DC jak i AC. Na końcach przewodów, przyłączanych do modułów fotowoltaicznych należy zarobić złączki, natomiast na końcach przewodów podłączanych do inwertera, należy zarobić złączki dostarczone od producenta inwertera – w standardzie co najmniej MC4.

#### 1.5.6 Ochrona przeciwporażeniowa

Ochrona przed dotykiem bezpośrednim będzie realizowana przez izolację podstawową oraz wszelkie działania ograniczające dostęp do elementów systemu PV. Panele fotowoltaiczne zostaną zamontowane na dachach, co w sposób wystarczający uniemożliwi bezpośredni kontakt z całą konstrukcją oraz okablowaniem. Przetwornice, wykonane w I klasie izolacji, zostaną zamontowane w kotłowni poza zasięgiem ręki. Przewody w budynku zostaną poprowadzone w rurkach lub korytach ochronnych PCV. Podczas prac konserwacyjnych lub napraw awaryjnych przetwornicy, należy zadbać o zapewnienie bezpiecznej izolacji od sieci elektroenergetycznej oraz źródła napięcia DC, poprzez zastosowanie wyłączników przeznaczonych do tego celu. Ochrona przy uszkodzeniu, przed dotykiem pośrednim będzie realizowana przez wykorzystanie paneli fotowoltaicznych wykonanych w II klasie ochronności oraz przewody DC z wzmocnioną lub podwójną izolacją.

Jako ochronę przeciwporażeniową dodatkową zaprojektowano samoczynne wyłączanie zasilania w układzie sieci TNC, zgodnie z Rozporządzeniem MP z 08.10.90 (Dz. U. z 1990 r. nr 81, poz. 473) i normą PN-HD 60364-4-41 (tzn. wspólny przewód ochronny i neutralny PEN).

#### 1.5.7 Ochrona odgromowa

Ochronę odgromową należy wykonać zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie oraz normy polskiego prawa budowlanego w tym zakresie:

- PN-EN 62305 „Ochrona odgromowa”,
- PN-HD 60364-4-443:2006 „Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed zaburzeniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi. Ochrona przed przejściowymi przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi.
- PN-HD 60364-5-534:2009 „Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Odłączanie izolacyjne, łączenie i sterowanie. Urządzenia do ochrony przed przepięciami.

#### 1.5.8 Ochrona przeciwprzebieciowa

W instalacji należy przewidzieć ochronę przepięciową.

Zgodnie z wytycznymi normy PN-93/E-05009/443 określa się trzy kategorie ochrony przepięciowej:

- kategoria III – instalacja stała i urządzenia w instalacjach nie narażonych bezpośrednio na przepięcia atmosferyczne, ale narażone na przepięcia atmosferyczne zredukowane;
- kategoria II – urządzenia stosowane w częściach instalacji nie narażonych bezpośrednio na przepięcia atmosferyczne, ale narażone na przepięcia łączeniowe i atmosferyczne zredukowane;

- kategoria I – urządzenia i elementy stosowane tylko w tych częściach instalacji, w których poziom przepięć jest kontrolowany.

Ochronie kat. I podlegają: urządzenia instalacji bezpieczeństwa,

Ze względu na projektowaną ochronę odgromową oraz zachowanie minimalnego odstępu pomiędzy LPS a systemem PV, po stronie DC należy zastosować SPD typu II dedykowane dla systemów PV. Po stronie AC w pobliżu rozdzielnic budynku, należy zastosować SPD typu I + II. Jeśli odległość pomiędzy rozdzielnicą główną budynku a przetwornicą będzie większa niż 10m, po stronie AC należy zastosować kolejny SPD typu I + II w pobliżu przetwornicy. Napięcie maksymalne ciągłe SPD po stronie DC musi być większe od maksymalnego napięcia wejściowego inwertera, które wynosi 750V. Napięcie maksymalne ciągłe SPD po stronie AC musi być większe od maksymalnego napięcia znamionowego sieci energetycznej, które wynosi 230V.

### 1.5.9 Ochrona przeciążeniowa i zwarciova

Sieć nN jest zaprojektowana w systemie TN-C.

#### Ochrona podstawowa

Ochrona przed dotykiem bezpośrednim zostanie zrealizowana przez odpowiedni poziom izolacji.

Dla poszczególnych pomieszczeń stopień IP (min. IP2X).

#### Ochrona dodatkowa przy uszkodzeniu

Ochrona dodatkowa przy uszkodzeniu należy wykonać w oparciu o PN-HD 60364-4-41 i zapewniona zostanie poprzez zastosowanie samoczynnego wyłączenia zasilania wyłącznikami i bezpiecznikami dla układy TN-C i TN-C-S w czasie  $t=0.4$  i  $0,2s$  oraz  $t=5s$  w obwodach rozdzielczych.

Dla prawidłowego zrealizowania samoczynnego wyłączenia należy :

- Wszystkie części przewodzące dostępne instalacji przyłączyć do uziemionego przewodu ochronnego PE
- Wszędzie, gdzie to możliwe przewody ochronne PE uziemić,
- Przewód neutralny N traktować jako izolowany tak jak przewody fazowe,
- Miejsce rozdziału PEN na PE i N należy uziemić.

Skuteczność ochrony przeciwporażeniowej sprawdzić pomiarami.

#### Dobór zabezpieczeń i przewodów po stronie DC:

Ze względu na dużą odległość między konstrukcją paneli a przetwornicami należy dobrać kabel solarny o odpowiednim przekroju przekroju w zależności od doboru poszczególnych stringów dla danych budynków. Obciążalność należy doprać pod prąd zwarciovy generowany przez panele fotowoltaiczne oraz uwzględnić spadek napięcia zależny od trasy kablowej. Zabezpieczenia przed prądami rewersyjnymi występującymi po stronie DC są wymagane,

Dobór zabezpieczeń i przewodów po stronie AC należy wykonać na etapie projektowania przed realizacją.