

# **Specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych**

## **Kody CPV:**

**09331200-0 Słoneczne moduły fotoelektryczne.**

**45311000-0 Roboty w zakresie okablowania oraz instalacji elektrycznych.**

**45223210-1 Roboty konstrukcyjne z wykorzystaniem stali.**

**Zadanie:** Montaż instalacji fotowoltaicznej wraz z magazynem energii na terenie  
Nadleśnictwa Herby

## **Lokalizacja inwestycji:**

**dz. nr 910/13**

**ul. Lubliniecka**

**42-284 Herby**

**Branża: Elektryczna**

## **Inwestor:**

**Skarb Państwa**

**Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe**

**Nadleśnictwo Herby**

**42-284 Herby, ul. Lubliniecka 6**

**Projektował:**

Lubliniec, listopad 2025 r.

## SPIS TREŚCI

### 1. WSTĘP.

- 1.1. Przedmiot Szczegółowej Specyfikacji Technicznej.
- 1.2. Zakres stosowania Szczegółowej Specyfikacji Technicznej.
- 1.3. Zakres robót objętych Szczegółową Specyfikacją Techniczną.
- 1.4. Ogólne wymagania dotyczące robót.
- 1.5. Dokumentacja określająca przedmiot zamówienia
- 1.5.1. Oznaczenie zakresu prac kodami CPV

### 2. MATERIAŁY.

- 2.1. Odbiór materiałów na budowie.
- 2.2. Składowanie materiałów na budowie.
- 2.3. Instalacja fotowoltaiczna.
- 2.3.1. Moduły fotowoltaiczne.
- 2.3.2. Inwertery.
- 2.4. Konstrukcja nośna.

### 3. SPRZĘT.

### 4. TRANSPORT.

### 5. WYKONANIE ROBÓT.

- 5.1. Okablowanie i rozdzielnia.
- 5.2. Instalacja fotowoltaiczna.
- 5.2.1. Moduły fotowoltaiczne.
- 5.2.2. Inwerter.
- 5.2.3. Środki dodatkowej ochrony od porażeń.
- 5.2.4. Ochrona przeciwprzepięciowa.
- 5.2.5. Ochrona przed przetężeniową i przed prądami upływu
- 5.3. Konstrukcja nośna.

### 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT.

- 6.1. Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia przy wykonywaniu instalacji elektrycznych

### 7. OBMIAR ROBÓT.

## 8. ODBIÓR ROBÓT.

8.1. Warunki odbioru wykonanej instalacji elektrycznej

8.1.1. Badania odbiorcze instalacji elektrycznych

8.1.2. Oględziny instalacji elektrycznych.

8.1.3. Estetyka i jakość wykonanej instalacji.

8.1.4. Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym.

8.1.5. Ochrona przed pożarami i skutkami cieplnymi.

8.1.6. Połączenia przewodów.

8.2. Warunki techniczne wykonania i odbioru konstrukcji aluminiowej.

## 9. PODSTAWA PŁATNOŚCI.

## 10. PRZEPISY ZWIĄZANE.

## 1. WSTĘP.

### 1.1. Przedmiot Szczegółowej Specyfikacji Technicznej.

#### **Przedmiot ST**

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót zwanej w dalszej części Specyfikacją Techniczną (ST) jest budowa konstrukcji wsporczej, montaż modułów fotowoltaicznych, inwertera, zabezpieczeń wraz z instalacją elektryczną na terenie Nadleśnictwa Herby.

**Wszędzie tam, gdzie przy opisie przedmiotu zamówienia powołane są normy, aprobaty, specyfikacje techniczne i systemy odniesienia, bądź wskazane są znaki towarowe, patenty lub źródło pochodzenia (nazwy producentów lub urządzeń), postanowienia te należy odczytywać jako przykładowe, a wykonawca ma każdorazowo prawo zastosowania rozwiązania równoważnego.**

### 1.2. Zakres stosowania Szczegółowej Specyfikacji Technicznej.

Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1.

### 1.3. Zakres robót objętych Szczegółową Specyfikacją Techniczną.

Roboty, których dotyczy specyfikacja, obejmują wszystkie czynności umożliwiające i mające na celu wykonanie instalacji fotowoltaicznej na terenie Nadleśnictwa Herby

Zakres robót obejmuje wykonanie:

- instalacji systemowej konstrukcji nośnej dla modułów fotowoltaicznych,
- montażu modułów fotowoltaicznych,
- montaż inwertera,
- montaż magazynu energii,
- instalacji elektrycznej,
- środków dodatkowej ochrony od porażeń,
- ochrony przepięciowej,
- wymianę rozdzielnic głównej w budynku byłej portierni.

#### 1.4. Ogólne wymagania dotyczące robót.

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z dokumentacją projektową.

Rodzaje urządzeń, osprzętu i materiałów pomocniczych zastosowanych do wykonywania instalacji powinny być zgodne z podanymi w dokumentacji projektowej.

Zastosowanie do wykonania instalacji innych rodzajów urządzeń i osprzętu niż wymienione w projekcie dopuszczalne jest jedynie pod warunkiem wprowadzenia do dokumentacji projektowej zmian uzgodnionych w obowiązującym trybie z Inspektorem Nadzoru oraz z projektantem opracowującym dokumentację.

#### 1.5. Dokumentacja określająca przedmiot zamówienia.

1.5.1. Oznaczenie zakresu prac kodami CPV:

09331200-0 Słoneczne moduły fotoelektryczne.

45311000-0 Roboty w zakresie okablowania oraz instalacji elektrycznych.

45223210-1 Roboty konstrukcyjne z wykorzystaniem stali.

### 2. MATERIAŁY.

Wszystkie materiały do wykonania układu instalacji fotowoltaicznych powinny odpowiadać parametrom technicznym wyspecyfikowanym w dokumentacji projektowej i wykazach materiałowych oraz wymaganiom odpowiednich norm i aprobat technicznych.

#### 2.1. Odbiór materiałów na budowie.

Materiały należy dostarczać na budowę wraz z certyfikatami, deklaracjami zgodności, świadectwami jakości, kartami gwarancyjnymi, protokołami odbioru technicznego.

Dostarczone na miejsce budowy materiały należy sprawdzić pod względem kompletności i zgodności z danymi wytwórcy.

W przypadku stwierdzenia wad lub nasuwających się wątpliwości mogących mieć wpływ na jakość wykonania robót, materiały należy przed ich wbudowaniem poddać badaniom określonym przez dozór techniczny robót.

## 2.2. Składowanie materiałów na budowie.

Składowanie materiałów powinno odbywać się zgodnie z zaleceniami producentów, w warunkach zapobiegających zniszczeniu, uszkodzeniu lub pogorszeniu się właściwości technicznych na skutek wpływu czynników atmosferycznych lub fizykochemicznych. Należy zachować wymagania wynikające ze specjalnych właściwości materiałów oraz wymagania w zakresie bezpieczeństwa przeciwpożarowego.

## 2.3. Instalacja fotowoltaiczna.

### 2.3.1. Moduły fotowoltaiczne.

Instalacja fotowoltaiczna składająca się z modułów o mocy 545W o łącznej mocy nieprzekraczającej 23,98 kWp oraz magazyny energii o pojemności 15 kWh .

Podstawowe parametry modułów fotowoltaicznych:

1. Rodzaj: monokrystaliczne moduły fotowoltaiczne
2. Moc jednostkowa: 545 Wp.
3. Sprawność modułu: nie mniejsza niż 21 %.
4. Odporność mechaniczna: min. 5400 Pa (śnieg), 2400 Pa (wiatr).
5. Certyfikaty: IEC 61215, IEC 61730 lub równoważne.
6. Gwarancja:
  - o produktowa: min. 12 lat,
  - o na uzysk mocy: min. 25 lat.

Moduły fotowoltaiczne dostarczają prąd stały natomiast inwerter jako przemiennik częstotliwości przekształca prąd stały na zgodny z siecią energetyczną prąd przemienny - z możliwie wysoką wydajnością. Inwerter stale reguluje optymalny punkt mocy instalacji  $P_{mpp}$  dostosowując w ten sposób instalację do dynamicznych warunków pogodowych i nasłonecznienia. Inwerter wyposażony jest w funkcję, która odpowiada za połączenie i bezpieczne oddzielenie instalacji fotowoltaicznej od sieci w przypadku awarii sieci lub jej wyłączeniu w czasie prowadzenia prac energetycznych. Ochronniki przepięciowe w inwerterze chronią moduły i elektronikę przed szkodliwym przepięciem. Ochronniki przetężeniowe chronią moduły przed prądami wstecznymi.

Planuje się zastosować inwertera o mocy znamionowej AC 25 kW.

Podstawowe parametry inwertera :

1. Rodzaj: trójfazowy, hybrydowy inwerter sieciowy przystosowany do współpracy z magazynem energii.
2. Moc znamionowa AC: 25 kW.
3. Liczba niezależnych trackerów MPPT: minimum 2.
4. Liczba wejść na każdy MPPT: minimum 2.
5. Wyjście AC:  $3 \times 400$  V, 50 Hz.
6. Stopień ochrony obudowy: min. IP65, przystosowany do montażu na zewnątrz budynku.
7. Sprawność maksymalna: nie mniejsza niż 98 %, sprawność europejska  $\geq 97,5$  %.
8. Zabezpieczenia: nadprądowe, przepięciowe DC/AC, od pracy wyspowej, przed odwrotną polaryzacją, urządzenie odłączające po stronie wyjścia.
9. Komunikacja: RS485 / Ethernet, możliwość zdalnego monitoringu pracy systemu i magazynu energii.
10. Zgodność z normami: PN-EN 50549-1, PN-EN 62109, PN-EN 61000-6-2, PN-EN 61000-6-3 lub równoważne

Wymagane jest by inwerter miał możliwość regulacji mocy czynnej przy współpracy z zewnętrznymi urządzeniami spełniających funkcję przeciwdziałaniu wprowadzania nadmiarowej energii do sieci publicznej. Zabudowane urządzenia sterujące mocą czynną inwertera mają za zadanie obniżać moc inwertera lub włączać dodatkowe odbiorniki energii.

Podstawowe parametry magazynu energii:

1. Rodzaj: litowo-żelazowo-fosforanowy ( $\text{LiFePO}_4$ ) lub równoważny.
2. Moc znamionowa: nie mniejsza niż 15 kW.
3. Pojemność użytkowa: nie mniejsza niż 15 kWh.
4. Możliwość rozbudowy: możliwość łączenia kilku jednostek równolegle w celu zwiększenia pojemności i mocy systemu.
5. Napięcie znamionowe: dopasowane do inwertera (ok. 400 – 500 V DC).
6. Głębokość rozładowania (DoD): min. 90 %.
7. Sprawność cyklu ładowania/rozładowania: min. 95 %.
8. Żywotność: min. 6000 cykli przy zachowaniu  $\geq 80$  % pojemności.
9. Zakres temperatur pracy:  $-10$  °C ÷  $+50$  °C.
10. Stopień ochrony: min. IP65, umożliwiający zabudowę na zewnątrz budynku.
11. Kompatybilność: pełna zgodność i komunikacja z zastosowanym inwerterem hybrydowym (np. poprzez protokół CAN / RS485).
12. Zabezpieczenia: zintegrowany system BMS.

13. Gwarancja: min. 10 lat.

14. Certyfikaty: CE, IEC 62619, UN 38.3 lub równoważne.

#### 2.4. Konstrukcja nośna.

Moduły będą montowane na systemowej konstrukcji odpornej na korozję, z profili stalowych, spełniającej wymagania trwałości środowiskowej

### 3. SPRZĘT.

Do wykonania instalacji przewiduje się użycie następującego sprzętu:

- samochód dostawczy do 0,9 t,
- samochód skrzyniowy 5 t,
- żuraw samochodowy 5 t,
- wózek widłowy lub wózek paletowy w przypadku rozładunku z samochodu z windą.

### 4. TRANSPORT.

Materiały na budowę powinny być przywożone odpowiednimi środkami transportu, zabezpieczone w sposób zapobiegający uszkodzeniu oraz zgodnie z przepisami BHP i ruchu drogowego. Należy zwracać szczególną uwagę na rozładunek palet z modułami fotowoltaicznymi i stosować się do wskazań na opakowaniu.

### 5. WYKONANIE ROBÓT.

#### 5.1. Okablowanie i rozdzielnia.

Okablowanie po stronie DC dostosowane do wymogów instalacji PV, kabel jednożyłowy giętki w specjalnej izolacji, odporny na promienie UV oraz wysoką temperaturę dedykowany do instalacji fotowoltaicznych. Przekrój kabla minimum 4 mm<sup>2</sup>.

Trasy kablowe prowadzić wzdłuż konstrukcji metalowej w jej zagłębieniach oraz w korytach. Do przewodów stosować systemowe akcesoria łączeniowe - dławiki, złącza, wtyki, itp., przykładowo MC4 lub kompatybilne.

Stosowane przewody muszą spełniać następujące wymagania:

- napięcie robocze systemu fotowoltaicznego min 1,0 kV DC,
- temperatura pracy od – 40 C do +120 C,
- odporność na promieniowanie UV i ozon,
- odporność na środowisko kwaśne i warunki atmosferyczne (wiatr, deszcz).

Całość urządzeń składających się na system projektuje się umieścić w istniejącej szafie technicznej zamykanej na zamek patentowy zgodnie z opisem w projekcie. Należy zapewnić odpowiednią przestrzeń i wentylację w szafie z uwzględnieniem nagrzewania się urządzeń.

Opcjonalnie dopuszcza się zabudowę w innym miejscu chronionym przed dostępem osób niepowołanych montaż urządzeń bezpośrednio na ścianie – bez centralnej szafy:

- osobno inwerter,
- osobno rozdzielnica PVDC przy modułach fotowoltaicznych,



- osobno rozdzielnica PVDC przy inwerterze (jeśli będzie wymagana),
- osobno system zarządzania energią.

## 5.2. Instalacja fotowoltaiczna.

### 5.2.1. Moduły fotowoltaiczne.

Moduły montować na konstrukcji zgodnie ze schematem dokumentacji projektowej. Do mocowania wykorzystać wsporniki oraz łączniki zgodnie z dokumentacją projektową. Połączenia elektryczne wykonać przewodem odpornym na promienie UV ( 4 mm<sup>2</sup>) zgodnie z pkt. 5.1. Do połączeń wykorzystać łączniki wtykowe (np. kompatybilne ze standardem MC4). Właściwie oznaczyć polaryzację strony DC czerwonym (+) oraz czarnym (-) przewodem lub oznaczeniem. W przypadku, gdy odległość od konstrukcji modułów do szafki PV DC liczona wzdłuż parowanych tras kablowych DC jest większa niż 10m należy zastosować dodatkowe zabezpieczenia przepięciowe DC B+C w pobliżu modułów fotowoltaicznych.

### 5.2.2. Inwerter.

Inwerter zabudować na konstrukcji paneli fotowoltaicznych. Zabudowę wykonać zgodnie ze schematem dokumentacji projektowej oraz dokumentacjami poszczególnych urządzeń producentów. Obok inwertera należy zabudować rozdzielnicę PVDC (jeśli jest wymagana). Połączenie od inwertera do złącza rozdzielnicy w RG wykonać zgodnie ze schematem dokumentacji projektowej.

### 5.2.3. Środki dodatkowej ochrony od porażeń.

Ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym zapewni:

- zachowanie odległości izolacyjnych,
- izolacja robocza,
- samoczynne wyłączenie w układzie sieciowym.

### 5.2.4. Ochrona przeciwprzepięciowa.

W celu ochrony systemu przed uszkodzeniami należy stosować system ochrony przeciwprzepięciowej zarówno po stronie DC jak i AC inwertera, zgodnie z dokumentacją projektową.

### 5.2.5. Ochrona przed przetężnieniową i przed prądami upływu (uszkodzeniowymi).

Instalację fotowoltaiczną po stronie AC zabezpieczyć zgodnie z dokumentacją projektową oraz wymaganiami zawartymi w dokumentacjach technicznych producentów inwerterów.

## 5.3. Konstrukcja nośna.

Moduły będą montowane na systemowej konstrukcji odpornej na korozję, z profili stalowych, spełniającej wymagania trwałości środowiskowej

## 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT.

Sprawdzenie i odbiór robót powinno być wykonane zgodnie z normami i przepisami.

Sprawdzeniu i kontroli w czasie wykonywania robót oraz po ich zakończeniu powinno podlegać:

- zgodność wykonania robót z dokumentacją projektową,
- prawidłowość mocowania konstrukcji i urządzeń,
- właściwe wykonanie instalacji i podłączenie urządzeń,
- wykonanie wymaganych pomiarów z przekazaniem wyników do protokołu odbioru.

#### 6.1. Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia przy wykonywaniu instalacji elektrycznych.

Wszystkie prace wykonać zgodnie:

- z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004 w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz.U z dnia 12 maja 2004 z załącznikiem (wykaz Polskich Norm obowiązującego stosowania),
- z Rozporządzeniem Min. Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych Dz. U.80/99.
- warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych. Tom V. Instalacje elektryczne. Zagrożenia występujące podczas realizacji robót, instalacje na napięciu do 1,0kV;
- wyłączenia urządzeń rozdzielczych pod napięciem,
- wyłączenia napięcia na poszczególne obwody odbiorcze,
- wyłączenie napięcia istniejącej instalacji i tablic rozdzielczych przeznaczonych do demontażu,
- pomiary skuteczności ochrony od porażeń.

Monterzy wykonujący prace powinni mieć właściwe uprawnienia instalatorskie (SEP) oraz badania lekarskie. Zaleca się by instalatorzy posiadali uprawnienia UDT instalatorów systemów fotowoltaicznych.

Na placu budowy razem z instalacją elektrycznymi będą wykonywane instalacje innych branż.

Przewidywanie zagrożenia występujące podczas realizacji inwestycji.

Mogą wystąpić następujące zagrożenia podczas pracy:

- Porażenie prądem elektrycznym,

Sposób prowadzenia instruktażu BHP.

Przed przystąpieniem do pracy kierownik budowy przeprowadza ustny instruktaż BHP, zapoznaje pracowników z zagrożeniami występującymi na placu budowy i podczas transportu materiału na budowę.

Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające wystąpieniu niebezpieczeństwa.

Prowadzeniu prac w pobliżu istniejących urządzeń i budowli z zachowaniem szczególnej ostrożności.

W razie potrzeby stosowania sprzętu ochrony osobistej

## 7. OBMIAR ROBÓT.

Obmiar robót obejmuje całość instalacji. Jednostką obmiarową jest komplet robót.

## 8. ODBIÓR ROBÓT.

### 8.1. Warunki odbioru wykonanej instalacji elektrycznej.

#### 8.1.1. Badania odbiorcze instalacji elektrycznych.

Każda instalacja elektryczna powinna być poddana szczegółowym oględzinom i próbom, obejmującym niezbędny zakres pomiarów, w celu sprawdzenia, czy spełnia wymagania dotyczące ochrony ludzi, zwierząt i mienia przed zagrożeniami.

Badania odbiorcze powinna przeprowadzać komisja składająca się z co najmniej dwóch osób, dobrze znających wymagania stawiane instalacjom elektrycznym i systemom fotowoltaicznym.

Badania odbiorcze instalacji elektrycznych mogą wykonywać wyłącznie osoby posiadające zaświadczenia kwalifikacyjne.

Osoba wykonująca pomiary może korzystać z pomocy osoby nie posiadającej zaświadczenia kwalifikacyjnego, pod warunkiem, że odbyła przeszkolenie BHP pod względem prac przy urządzeniach elektrycznych.

Zakres badań odbiorczych obejmuje:

- oględziny instalacji elektrycznych,
- badania (pomiar i próby) instalacji elektrycznych,
- próby rozruchowe.

Oględziny, pomiary i próby powinny być wykonywane przez oddzielne zespoły, a komisja ustala jedynie stan faktyczny na podstawie dostarczonych protokołów.

Protokoły z badań (pomiarów i prób), sprawdzeń i odbiorów częściowych należy przedłożyć komisji w trakcie odbioru.

Komisja może być jednocześnie wykonawcą oględzin, badań i prób, z tym, że z badań i prób powinny być sporządzone oddzielne protokoły.

Po zakończeniu badań odbiorczych komisja powinna sporządzić protokół końcowy z badań odbiorczych. Protokół ten należy przedłożyć do odbioru końcowego. Protokół ten powinien zawierać co najmniej następujące dane:

- numer protokołu, miejscowość i datę sporządzenia,
- nazwę i adres obiektu,
- imiona i nazwiska członków komisji oraz stanowiska służbowe,
- datę wykonania badań odbiorczych,
- ocenę wyników badań odbiorczych,
- decyzję komisji odbioru o przekazaniu (lub nieprzekazaniu) obiektu do eksploatacji,
- ewentualne uwagi i zalecenia komisji,
- podpisy członków komisji, stwierdzające zgodność ustaleń zawartych w protokole.

#### 8.1.2. Oględziny instalacji elektrycznych.

Oględziny należy wykonać przed przystąpieniem do prób i po odłączeniu zasilania instalacji.

Oględziny mają na celu stwierdzenie, czy wykonana instalacja lub urządzenie:

- spełniają wymagania bezpieczeństwa,
- zostały prawidłowo zainstalowane i dobrane oraz oznaczone zgodnie z projektem,
- nie posiadają widocznych uszkodzeń mechanicznych, mogących mieć wpływ na pogorszenie bezpieczeństwa użytkowania.

Zakres oględzin obejmuje sprawdzenie prawidłowości:

- wykonania instalacji pod względem estetycznym (jakość wykonanej instalacji),
- ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym,
- doboru urządzeń i środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych,
- ochrony przed pożarem i skutkami cieplnymi,
- doboru przewodów do obciążalności prądowej i spadku napięcia,
- wykonania połączeń obwodów,
- doboru i nastawienia urządzeń zabezpieczających i sygnalizacyjnych,
- umieszczenia odpowiednich urządzeń odłączających i łączących,
- rozmieszczenia oraz umocowania aparatów, sprzętu i osprzętu,
- oznaczenia przewodów fazowych, neutralnych, ochronnych oraz ochronno-neutralnych,
- umieszczenia schematów, tablic ostrzegawczych lub innych informacji na o znaczenie obwodów, bezpieczników, łączników, zacisków itp.,
- wykonania dostępu do instalacji i urządzeń elektrycznych w celu ich wygodnej obsługi i konserwacji.

#### 8.1.3. Estetyka i jakość wykonanej instalacji.

O jakości i estetyce wykonanej instalacji decydują następujące czynniki:

- zastosowanie jednego gatunku i zachowanie jednakowej kolorystyki sprzętu elektroinstalacyjnego,
- trwałość zamocowania sprzętu do podłoża oraz innych elementów mocujących i uchwytów,
- zamocowanie sprzętu na jednakowej wysokości w danym pomieszczeniu z zachowaniem zasad prostoliniowości mocowania,
- właściwe zabezpieczenie przed korozją elementów urządzeń i instalacji narażonych na wpływ czynników atmosferycznych.

#### 8.1.4. Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym.

Należy sprawdzić prawidłowość doboru środków ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym oraz ich zgodność z normami.

Skuteczność ochrony przeciwpożarowej należy sprawdzić pomiarami powykonawczymi. Sprawdza się zgodność instalacji z wymaganiami normy PN- IEC 60364-4-41 oraz PN- IEC60364-4-47.

#### 8.1.5. Ochrona przed pożarami i skutkami cieplnymi.

Należy sprawdzić, czy:

- instalacje i urządzenia elektryczne nie stwarzają zagrożenia pożarowego dla materiałów lub podłoży, na których (w pobliżu których) są zainstalowane,
- urządzenia mogące powodować powstawanie łuku elektrycznego są odpowiednio zabezpieczone przed jego negatywnym oddziaływaniem na otoczenie,
- urządzenia zawierające ciecze palne są odpowiednio zabezpieczone przed rozprzestrzenianiem się tych cieczy,
- dostępne części urządzeń i aparatów nie zagrażają poparzeniem,
- urządzenia do wytwarzania pary, gorącej wody lub powietrza mają wymagane zabezpieczenie przed przegrzaniem,
- urządzenia wytwarzające promieniowanie cieplne nie zagrażają, wystąpieniem niebezpiecznych temperatur.

Sprawdza się zgodność instalacji z wymaganiami normy PN-IEC60364-4-42 i PN-IEC60364-4-482.

#### 8.1.6. Połączenia przewodów.

Należy sprawdzić, czy:

- połączenia przewodów są wykonane przy użyciu odpowiednich metod i osprzętu,
- nie jest wywierany przez izolację nacisk na połączenia,
- zaciski nie są narażone na naprężenia spowodowane przez podłączone przewody.

Sprawdza się zgodność instalacji z wymaganiami normy PN-82/E-06290, PN-86/E-06291

#### 8.2. Warunki techniczne wykonania i odbioru konstrukcji aluminiowej.

- Warunki BHP wg „Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych tom III.
- Warunki zawarte w dokumentacji producenta.

### 9. PODSTAWA PŁATNOŚCI.

Zasady odbiorów i płatności za wykonane roboty określa Umowa.

Podstawę płatności stanowi komplet wykonanych robót i pomiarów pomontażowych.

Cena jednostkowa winna bezwzględnie obejmować:

- robocizną bezpośrednią wraz z towarzyszącymi kosztami oraz robotami tymczasowymi i instalacjami, które mogą okazać się niezbędne,
- wartość zużytych materiałów i wbudowanych urządzeń wraz z kosztami ich zakupu,
- wartość pracy sprzętu wraz z kosztami sprowadzenia montażu i demontażu,
- testowanie, kontrolę jakości, zabezpieczenie i utrzymanie Robót,
- koszty pośrednie, w skład których wchodzi: płace personelu i kierownictwa budowy, pracowników nadzoru, koszty urządzenia i eksploatacji zaplecza budowy (w tym doprowadzenie energii), koszty dotyczące oznakowania Robót, koszty projektów uzupełniających, wydatki dotyczące bhp, usługi obce na rzecz budowy, opłaty za dzierżawę placów, ekspertyzy dotyczące wykonanych Robót, ubezpieczenia oraz koszty zarządu przedsiębiorstwa Wykonawcy i inne,
- zysk kalkulacyjny zawierający ewentualne ryzyko Wykonawcy z tytułu innych wydatków mogących wystąpić w czasie realizacji Robót w okresie gwarancyjnym,
- ogólne ryzyko, obciążenia i obowiązki wymienione w Umowie lub z niej wynikające,

- wykonanie wszelkich czynności, jakie mogą być niezbędne dla prawidłowego wykonania Przedmiotu umowy.
- wszelkie dodatki, opłaty bądź inne płatności, które nie zostały określone osobno w Ofercie.

#### 10. PRZEPISY ZWIĄZANE.

- PN-87/E-90056. Przewody elektroenergetyczne ogólnego przeznaczenia do układania na stałe. Przewody o izolacji i powłoce polwinitowej, okrągłe.
- PN-87/E-90054. Przewody elektroenergetyczne ogólnego przeznaczenia do układania na stałe. Przewody jednożyłowe o izolacji polwinitowej.
- PN-IEC 60364 – norma wieloarkuszowa. Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.
- PN-E-04700:1998/2000. Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych.
- PN-IEC 61024 – norma wieloarkuszowa. Ochrona odgromowa obiektów budowlanych.
- PN-86/E-05003.01. Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Wymagania ogólne.
- N-SEP-E-004. Budowa linii kablowych.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 02.09.2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz. U. nr 202/2004 i 75/2005).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004 w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz.U z dnia 12 maja 2004 z załącznikiem (wykaz Polskich Norm obowiązującego stosowania),
- Rozporządzenie Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych Dz. U.80/99.
- Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych. Tom V. Instalacje elektryczne.
- Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych ITB część D: Roboty instalacyjne. Zeszyt 2: Instalacje elektryczne i piorunochronne w budynkach użyteczności publicznej.
- Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych. Tom III. Konstrukcje stalowe.
- PN-B-06200:2002 Konstrukcje stalowe budowlane. Warunki wykonania i odbioru. Warunki techniczne dostawy.
- PN-EN 50380:2003 -Karta danych i informacyjna tabliczka znamionowa modułów fotowoltaicznych.(j.ang.)
- PN-EN 50461:2007 -Ogniwa słoneczne - Karta informacyjna produktu i specyfikacja parametrów dla krystalicznych ogniw krzemowych. (j.ang.)
- PN-EN 50521:2009/A1:2012 -Złącza elektryczne do zastosowań w systemach fotowoltaicznych -Wymagania bezpieczeństwa i badania. (j.ang.)
- PN-EN 60891:2010 – Elementy fotowoltaiczne – Procedury dla korekcji zmierzonych charakterystyk I-V do określonych wartości temperatury i natężenia promieniowania (j.ang.)
- PN-EN 60904-1:2007 -Elementy fotowoltaiczne -Część 1: Pomiar charakterystyk prądowo-napięciowych elementów fotowoltaicznych. (j.ang.)
- PN-EN 60904-3:2008 -Elementy fotowoltaiczne -Część 3: Zasady pomiaru fotowoltaicznych (PV) elementów słonecznych przeznaczonych do zastosowań naziemnych z wykorzystaniem wzorcowego widma promieniowania słonecznego. (j.ang.)
- PN-EN 61173:2002 - Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej -Przewodnik.
- PN-EN 61215:2005 - Moduły fotowoltaiczne (PV) z krzemu krystalicznego do zastosowań naziemnych -Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu. (j.ang.)

- PN-EN 61724:2002 - Monitorowanie własności systemu fotowoltaicznego - Wytyczne pomiaru, wymiany danych i analizy.
- PN-EN 61730-1:2007/A1:2012 -Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) -Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji. (j.ang.)
- PN-EN 61730-2:2007/A1:2012 -Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) -Część 2: Wymagania dotyczące badań. (j.ang.)
- PN-EN 61829:2002 -Krystaliczny układ krzemowo-fotowoltaiczny (PV) -Pomiary charakterystyk prądowo-napięciowych w terenie. (j.ang.)

# **Specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych**

## **Kody CPV:**

**09331200-0 Słoneczne moduły fotoelektryczne.**

**45311000-0 Roboty w zakresie okablowania oraz instalacji elektrycznych.**

**45223210-1 Roboty konstrukcyjne z wykorzystaniem stali.**

**Zadanie:** Montaż instalacji fotowoltaicznej wraz z magazynem energii na terenie  
Nadleśnictwa Herby

## **Lokalizacja inwestycji:**

**dz. nr 910/13**

**ul. Lubliniecka**

**42-284 Herby**

**Branża: Elektryczna**

## **Inwestor:**

**Skarb Państwa**

**Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe**

**Nadleśnictwo Herby**

**42-284 Herby, ul. Lubliniecka 6**

**Projektował:**

Lubliniec, listopad 2025 r.



## SPIS TREŚCI

### 1. WSTĘP.

- 1.1. Przedmiot Szczegółowej Specyfikacji Technicznej.
- 1.2. Zakres stosowania Szczegółowej Specyfikacji Technicznej.
- 1.3. Zakres robót objętych Szczegółową Specyfikacją Techniczną.
- 1.4. Ogólne wymagania dotyczące robót.
- 1.5. Dokumentacja określająca przedmiot zamówienia
- 1.5.1. Oznaczenie zakresu prac kodami CPV

### 2. MATERIAŁY.

- 2.1. Odbiór materiałów na budowie.
- 2.2. Składowanie materiałów na budowie.
- 2.3. Instalacja fotowoltaiczna.
- 2.3.1. Moduły fotowoltaiczne.
- 2.3.2. Inwertery.
- 2.4. Konstrukcja nośna.

### 3. SPRZĘT.

### 4. TRANSPORT.

### 5. WYKONANIE ROBÓT.

- 5.1. Okablowanie i rozdzielnia.
- 5.2. Instalacja fotowoltaiczna.
- 5.2.1. Moduły fotowoltaiczne.
- 5.2.2. Inwerter.
- 5.2.3. Środki dodatkowej ochrony od porażeń.
- 5.2.4. Ochrona przeciwprzepięciowa.
- 5.2.5. Ochrona przed przetężeniową i przed prądami upływu
- 5.3. Konstrukcja nośna.

### 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT.

- 6.1. Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia przy wykonywaniu instalacji elektrycznych

### 7. OBMIAR ROBÓT.

## 8. ODBIÓR ROBÓT.

8.1. Warunki odbioru wykonanej instalacji elektrycznej

8.1.1. Badania odbiorcze instalacji elektrycznych

8.1.2. Oględziny instalacji elektrycznych.

8.1.3. Estetyka i jakość wykonanej instalacji.

8.1.4. Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym.

8.1.5. Ochrona przed pożarami i skutkami cieplnymi.

8.1.6. Połączenia przewodów.

8.2. Warunki techniczne wykonania i odbioru konstrukcji aluminiowej.

## 9. PODSTAWA PŁATNOŚCI.

## 10. PRZEPISY ZWIĄZANE.

## 1. WSTĘP.

### 1.1. Przedmiot Szczegółowej Specyfikacji Technicznej.

#### **Przedmiot ST**

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót zwanej w dalszej części Specyfikacją Techniczną (ST) jest budowa konstrukcji wsporczej, montaż modułów fotowoltaicznych, inwertera, zabezpieczeń wraz z instalacją elektryczną na terenie Nadleśnictwa Herby.

**Wszędzie tam, gdzie przy opisie przedmiotu zamówienia powołane są normy, aprobaty, specyfikacje techniczne i systemy odniesienia, bądź wskazane są znaki towarowe, patenty lub źródło pochodzenia (nazwy producentów lub urządzeń), postanowienia te należy odczytywać jako przykładowe, a wykonawca ma każdorazowo prawo zastosowania rozwiązania równoważnego.**

### 1.2. Zakres stosowania Szczegółowej Specyfikacji Technicznej.

Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1.

### 1.3. Zakres robót objętych Szczegółową Specyfikacją Techniczną.

Roboty, których dotyczy specyfikacja, obejmują wszystkie czynności umożliwiające i mające na celu wykonanie instalacji fotowoltaicznej na terenie Nadleśnictwa Herby

Zakres robót obejmuje wykonanie:

- instalacji systemowej konstrukcji nośnej dla modułów fotowoltaicznych,
- montażu modułów fotowoltaicznych,
- montaż inwertera,
- montaż magazynu energii,
- instalacji elektrycznej,
- środków dodatkowej ochrony od porażeń,
- ochrony przepięciowej,
- wymianę rozdzielnic głównej w budynku byłej portierni.

#### 1.4. Ogólne wymagania dotyczące robót.

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z dokumentacją projektową.

Rodzaje urządzeń, osprzętu i materiałów pomocniczych zastosowanych do wykonywania instalacji powinny być zgodne z podanymi w dokumentacji projektowej.

Zastosowanie do wykonania instalacji innych rodzajów urządzeń i osprzętu niż wymienione w projekcie dopuszczalne jest jedynie pod warunkiem wprowadzenia do dokumentacji projektowej zmian uzgodnionych w obowiązującym trybie z Inspektorem Nadzoru oraz z projektantem opracowującym dokumentację.

#### 1.5. Dokumentacja określająca przedmiot zamówienia.

1.5.1. Oznaczenie zakresu prac kodami CPV:

09331200-0 Słoneczne moduły fotoelektryczne.

45311000-0 Roboty w zakresie okablowania oraz instalacji elektrycznych.

45223210-1 Roboty konstrukcyjne z wykorzystaniem stali.

### 2. MATERIAŁY.

Wszystkie materiały do wykonania układu instalacji fotowoltaicznych powinny odpowiadać parametrom technicznym wyspecyfikowanym w dokumentacji projektowej i wykazach materiałowych oraz wymaganiom odpowiednich norm i aprobat technicznych.

#### 2.1. Odbiór materiałów na budowie.

Materiały należy dostarczać na budowę wraz z certyfikatami, deklaracjami zgodności, świadectwami jakości, kartami gwarancyjnymi, protokołami odbioru technicznego.

Dostarczone na miejsce budowy materiały należy sprawdzić pod względem kompletności i zgodności z danymi wytwórcy.

W przypadku stwierdzenia wad lub nasuwających się wątpliwości mogących mieć wpływ na jakość wykonania robót, materiały należy przed ich wbudowaniem poddać badaniom określonym przez dozór techniczny robót.

## 2.2. Składowanie materiałów na budowie.

Składowanie materiałów powinno odbywać się zgodnie z zaleceniami producentów, w warunkach zapobiegających zniszczeniu, uszkodzeniu lub pogorszeniu się właściwości technicznych na skutek wpływu czynników atmosferycznych lub fizykochemicznych. Należy zachować wymagania wynikające ze specjalnych właściwości materiałów oraz wymagania w zakresie bezpieczeństwa przeciwpożarowego.

## 2.3. Instalacja fotowoltaiczna.

### 2.3.1. Moduły fotowoltaiczne.

Instalacja fotowoltaiczna składająca się z modułów o mocy 545W o łącznej mocy nieprzekraczającej 23,98 kWp oraz magazyny energii o pojemności 15 kWh .

Podstawowe parametry modułów fotowoltaicznych:

1. Rodzaj: monokrystaliczne moduły fotowoltaiczne
2. Moc jednostkowa: 545 Wp.
3. Sprawność modułu: nie mniejsza niż 21 %.
4. Odporność mechaniczna: min. 5400 Pa (śnieg), 2400 Pa (wiatr).
5. Certyfikaty: IEC 61215, IEC 61730 lub równoważne.
6. Gwarancja:
  - produktowa: min. 12 lat,
  - na uzysk mocy: min. 25 lat.

Moduły fotowoltaiczne dostarczają prąd stały natomiast inwerter jako przemiennik częstotliwości przekształca prąd stały na zgodny z siecią energetyczną prąd przemienny - z możliwie wysoką wydajnością. Inwerter stale reguluje optymalny punkt mocy instalacji  $P_{mpp}$  dostosowując w ten sposób instalację do dynamicznych warunków pogodowych i nasłonecznienia. Inwerter wyposażony jest w funkcję, która odpowiada za połączenie i bezpieczne oddzielenie instalacji fotowoltaicznej od sieci w przypadku awarii sieci lub jej wyłączeniu w czasie prowadzenia prac energetycznych. Ochronniki przepięciowe w inwerterze chronią moduły i elektronikę przed szkodliwym przepięciem. Ochronniki przetężeniowe chronią moduły przed prądami wstecznymi.

Planuje się zastosować inwertera o mocy znamionowej AC 25 kW.

Podstawowe parametry inwertera :

1. Rodzaj: trójfazowy, hybrydowy inwerter sieciowy przystosowany do współpracy z magazynem energii.
2. Moc znamionowa AC: 25 kW.
3. Liczba niezależnych trackerów MPPT: minimum 2.
4. Liczba wejść na każdy MPPT: minimum 2.
5. Wyjście AC:  $3 \times 400$  V, 50 Hz.
6. Stopień ochrony obudowy: min. IP65, przystosowany do montażu na zewnątrz budynku.
7. Sprawność maksymalna: nie mniejsza niż 98 %, sprawność europejska  $\geq 97,5$  %.
8. Zabezpieczenia: nadprądowe, przepięciowe DC/AC, od pracy wyspowej, przed odwrotną polaryzacją, urządzenie odłączające po stronie wyjścia.
9. Komunikacja: RS485 / Ethernet, możliwość zdalnego monitoringu pracy systemu i magazynu energii.
10. Zgodność z normami: PN-EN 50549-1, PN-EN 62109, PN-EN 61000-6-2, PN-EN 61000-6-3 lub równoważne

Wymagane jest by inwerter miał możliwość regulacji mocy czynnej przy współpracy z zewnętrznymi urządzeniami spełniających funkcję przeciwdziałaniu wprowadzania nadmiarowej energii do sieci publicznej. Zabudowane urządzenia sterujące mocą czynną inwertera mają za zadanie obniżać moc inwertera lub włączać dodatkowe odbiorniki energii.

Podstawowe parametry magazynu energii:

1. Rodzaj: litowo-żelazowo-fosforanowy ( $\text{LiFePO}_4$ ) lub równoważny.
2. Moc znamionowa: nie mniejsza niż 15 kW.
3. Pojemność użytkowa: nie mniejsza niż 15 kWh.
4. Możliwość rozbudowy: możliwość łączenia kilku jednostek równolegle w celu zwiększenia pojemności i mocy systemu.
5. Napięcie znamionowe: dopasowane do inwertera (ok. 400 – 500 V DC).
6. Głębokość rozładowania (DoD): min. 90 %.
7. Sprawność cyklu ładowania/rozładowania: min. 95 %.
8. Żywotność: min. 6000 cykli przy zachowaniu  $\geq 80$  % pojemności.
9. Zakres temperatur pracy:  $-10$  °C ÷  $+50$  °C.
10. Stopień ochrony: min. IP65, umożliwiający zabudowę na zewnątrz budynku.
11. Kompatybilność: pełna zgodność i komunikacja z zastosowanym inwerterem hybrydowym (np. poprzez protokół CAN / RS485).
12. Zabezpieczenia: zintegrowany system BMS.

13. Gwarancja: min. 10 lat.

14. Certyfikaty: CE, IEC 62619, UN 38.3 lub równoważne.

#### 2.4. Konstrukcja nośna.

Moduły będą montowane na systemowej konstrukcji odpornej na korozję, z profili stalowych, spełniającej wymagania trwałości środowiskowej

### 3. SPRZĘT.

Do wykonania instalacji przewiduje się użycie następującego sprzętu:

- samochód dostawczy do 0,9 t,
- samochód skrzyniowy 5 t,
- żuraw samochodowy 5 t,
- wózek widłowy lub wózek paletowy w przypadku rozładunku z samochodu z windą.

### 4. TRANSPORT.

Materiały na budowę powinny być przywożone odpowiednimi środkami transportu, zabezpieczone w sposób zapobiegający uszkodzeniu oraz zgodnie z przepisami BHP i ruchu drogowego. Należy zwracać szczególną uwagę na rozładunek palet z modułami fotowoltaicznymi i stosować się do wskazań na opakowaniu.

### 5. WYKONANIE ROBÓT.

#### 5.1. Okablowanie i rozdzielnia.

Okablowanie po stronie DC dostosowane do wymogów instalacji PV, kabel jednożyłowy giętki w specjalnej izolacji, odporny na promienie UV oraz wysoką temperaturę dedykowany do instalacji fotowoltaicznych. Przekrój kabla minimum 4 mm<sup>2</sup>.

Trasy kablowe prowadzić wzdłuż konstrukcji metalowej w jej zagłębieniach oraz w korytach. Do przewodów stosować systemowe akcesoria łączeniowe - dławiki, złącza, wtyki, itp., przykładowo MC4 lub kompatybilne.

Stosowane przewody muszą spełniać następujące wymagania:

- napięcie robocze systemu fotowoltaicznego min 1,0 kV DC,
- temperatura pracy od – 40 C do +120 C,
- odporność na promieniowanie UV i ozon,
- odporność na środowisko kwaśne i warunki atmosferyczne (wiatr, deszcz).

Całość urządzeń składających się na system projektuje się umieścić w istniejącej szafie technicznej zamykanej na zamek patentowy zgodnie z opisem w projekcie. Należy zapewnić odpowiednią przestrzeń i wentylację w szafie z uwzględnieniem nagrzewania się urządzeń.

Opcjonalnie dopuszcza się zabudowę w innym miejscu chronionym przed dostępem osób niepowołanych montaż urządzeń bezpośrednio na ścianie – bez centralnej szafy:

- osobno inwerter,
- osobno rozdzielnica PVDC przy modułach fotowoltaicznych,

- osobno rozdzielnica PVDC przy inwerterze (jeśli będzie wymagana),
- osobno system zarządzania energią.

## 5.2. Instalacja fotowoltaiczna.

### 5.2.1. Moduły fotowoltaiczne.

Moduły montować na konstrukcji zgodnie ze schematem dokumentacji projektowej. Do mocowania wykorzystać wsporniki oraz łączniki zgodnie z dokumentacją projektową. Połączenia elektryczne wykonać przewodem odpornym na promienie UV ( 4 mm<sup>2</sup>) zgodnie z pkt. 5.1. Do połączeń wykorzystać łączniki wtykowe (np. kompatybilne ze standardem MC4). Właściwie oznaczyć polaryzację strony DC czerwonym (+) oraz czarnym (-) przewodem lub oznaczeniem. W przypadku, gdy odległość od konstrukcji modułów do szafki PV DC liczona wzdłuż parowanych tras kablowych DC jest większa niż 10m należy zastosować dodatkowe zabezpieczenia przepięciowe DC B+C w pobliżu modułów fotowoltaicznych.

### 5.2.2. Inwerter.

Inwerter zabudować na konstrukcji paneli fotowoltaicznych. Zabudowę wykonać zgodnie ze schematem dokumentacji projektowej oraz dokumentacjami poszczególnych urządzeń producentów. Obok inwertera należy zabudować rozdzielnicę PVDC (jeśli jest wymagana). Połączenie od inwertera do złącza rozdzielnicy w RG wykonać zgodnie ze schematem dokumentacji projektowej.

### 5.2.3. Środki dodatkowej ochrony od porażeń.

Ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym zapewni:

- zachowanie odległości izolacyjnych,
- izolacja robocza,
- samoczynne wyłączenie w układzie sieciowym.

### 5.2.4. Ochrona przeciwprzepięciowa.

W celu ochrony systemu przed uszkodzeniami należy stosować system ochrony przeciwprzepięciowej zarówno po stronie DC jak i AC inwertera, zgodnie z dokumentacją projektową.

### 5.2.5. Ochrona przed przetężnieniową i przed prądami upływu (uszkodzeniowymi).

Instalację fotowoltaiczną po stronie AC zabezpieczyć zgodnie z dokumentacją projektową oraz wymaganiami zawartymi w dokumentacjach technicznych producentów inwerterów.

## 5.3. Konstrukcja nośna.

Moduły będą montowane na systemowej konstrukcji odpornej na korozję, z profili stalowych, spełniającej wymagania trwałości środowiskowej

## 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT.



Sprawdzenie i odbiór robót powinno być wykonane zgodnie z normami i przepisami.

Sprawdzeniu i kontroli w czasie wykonywania robót oraz po ich zakończeniu powinno podlegać:

- zgodność wykonania robót z dokumentacją projektową,
- prawidłowość mocowania konstrukcji i urządzeń,
- właściwe wykonanie instalacji i podłączenie urządzeń,
- wykonanie wymaganych pomiarów z przekazaniem wyników do protokołu odbioru.

#### 6.1. Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia przy wykonywaniu instalacji elektrycznych.

Wszystkie prace wykonać zgodnie:

- z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004 w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz.U z dnia 12 maja 2004 z załącznikiem (wykaz Polskich Norm obowiązującego stosowania),
- z Rozporządzeniem Min. Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych Dz. U.80/99.
- warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych. Tom V. Instalacje elektryczne. Zagrożenia występujące podczas realizacji robót, instalacje na napięciu do 1,0kV;
- wyłączenia urządzeń rozdzielczych pod napięciem,
- wyłączenia napięcia na poszczególne obwody odbiorcze,
- wyłączenie napięcia istniejącej instalacji i tablic rozdzielczych przeznaczonych do demontażu,
- pomiary skuteczności ochrony od porażeń.

Monterzy wykonujący prace powinni mieć właściwe uprawnienia instalatorskie (SEP) oraz badania lekarskie. Zaleca się by instalatorzy posiadali uprawnienia UDT instalatorów systemów fotowoltaicznych.

Na placu budowy razem z instalacją elektrycznymi będą wykonywane instalacje innych branż.

Przewidywanie zagrożenia występujące podczas realizacji inwestycji.

Mogą wystąpić następujące zagrożenia podczas pracy:

- Porażenie prądem elektrycznym,

Sposób prowadzenia instruktażu BHP.

Przed przystąpieniem do pracy kierownik budowy przeprowadza ustny instruktaż BHP, zapoznaje pracowników z zagrożeniami występującymi na placu budowy i podczas transportu materiału na budowę.

Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające wystąpieniu niebezpieczeństwa.

Prowadzeniu prac w pobliżu istniejących urządzeń i budowli z zachowaniem szczególnej ostrożności.

W razie potrzeby stosowania sprzętu ochrony osobistej

## 7. OBMIAR ROBÓT.

Obmiar robót obejmuje całość instalacji. Jednostką obmiarową jest komplet robót.

## 8. ODBIÓR ROBÓT.

### 8.1. Warunki odbioru wykonanej instalacji elektrycznej.

#### 8.1.1. Badania odbiorcze instalacji elektrycznych.

Każda instalacja elektryczna powinna być poddana szczegółowym oględzinom i próbom, obejmującym niezbędny zakres pomiarów, w celu sprawdzenia, czy spełnia wymagania dotyczące ochrony ludzi, zwierząt i mienia przed zagrożeniami.

Badania odbiorcze powinna przeprowadzać komisja składająca się z co najmniej dwóch osób, dobrze znających wymagania stawiane instalacjom elektrycznym i systemom fotowoltaicznym.

Badania odbiorcze instalacji elektrycznych mogą wykonywać wyłącznie osoby posiadające zaświadczenia kwalifikacyjne.

Osoba wykonująca pomiary może korzystać z pomocy osoby nie posiadającej zaświadczenia kwalifikacyjnego, pod warunkiem, że odbyła przeszkolenie BHP pod względem prac przy urządzeniach elektrycznych.

Zakres badań odbiorczych obejmuje:

- oględziny instalacji elektrycznych,
- badania (pomiar i próby) instalacji elektrycznych,
- próby rozruchowe.

Oględziny, pomiary i próby powinny być wykonywane przez oddzielne zespoły, a komisja ustala jedynie stan faktyczny na podstawie dostarczonych protokołów.

Protokoły z badań (pomiarów i prób), sprawdzeń i odbiorów częściowych należy przedłożyć komisji w trakcie odbioru.

Komisja może być jednocześnie wykonawcą oględzin, badań i prób, z tym, że z badań i prób powinny być sporządzone oddzielne protokoły.

Po zakończeniu badań odbiorczych komisja powinna sporządzić protokół końcowy z badań odbiorczych. Protokół ten należy przedłożyć do odbioru końcowego. Protokół ten powinien zawierać co najmniej następujące dane:

- numer protokołu, miejscowość i datę sporządzenia,
- nazwę i adres obiektu,
- imiona i nazwiska członków komisji oraz stanowiska służbowe,
- datę wykonania badań odbiorczych,
- ocenę wyników badań odbiorczych,
- decyzję komisji odbioru o przekazaniu (lub nieprzekazaniu) obiektu do eksploatacji,
- ewentualne uwagi i zalecenia komisji,
- podpisy członków komisji, stwierdzające zgodność ustaleń zawartych w protokole.

#### 8.1.2. Oględziny instalacji elektrycznych.

Oględziny należy wykonać przed przystąpieniem do prób i po odłączeniu zasilania instalacji.

Oględziny mają na celu stwierdzenie, czy wykonana instalacja lub urządzenie:

- spełniają wymagania bezpieczeństwa,
- zostały prawidłowo zainstalowane i dobrane oraz oznaczone zgodnie z projektem,
- nie posiadają widocznych uszkodzeń mechanicznych, mogących mieć wpływ na pogorszenie bezpieczeństwa użytkowania.

Zakres oględzin obejmuje sprawdzenie prawidłowości:

- wykonania instalacji pod względem estetycznym (jakość wykonanej instalacji),
- ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym,
- doboru urządzeń i środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych,
- ochrony przed pożarem i skutkami cieplnymi,
- doboru przewodów do obciążalności prądowej i spadku napięcia,
- wykonania połączeń obwodów,
- doboru i nastawienia urządzeń zabezpieczających i sygnalizacyjnych,
- umieszczenia odpowiednich urządzeń odłączających i łączących,
- rozmieszczenia oraz umocowania aparatów, sprzętu i osprzętu,
- oznaczenia przewodów fazowych, neutralnych, ochronnych oraz ochronno-neutralnych,
- umieszczenia schematów, tablic ostrzegawczych lub innych informacji na o znaczenie obwodów, bezpieczników, łączników, zacisków itp.,
- wykonania dostępu do instalacji i urządzeń elektrycznych w celu ich wygodnej obsługi i konserwacji.

#### 8.1.3. Estetyka i jakość wykonanej instalacji.

O jakości i estetyce wykonanej instalacji decydują następujące czynniki:

- zastosowanie jednego gatunku i zachowanie jednakowej kolorystyki sprzętu elektroinstalacyjnego,
- trwałość zamocowania sprzętu do podłoża oraz innych elementów mocujących i uchwytów,
- zamocowanie sprzętu na jednakowej wysokości w danym pomieszczeniu z zachowaniem zasad prostoliniowości mocowania,
- właściwe zabezpieczenie przed korozją elementów urządzeń i instalacji narażonych na wpływ czynników atmosferycznych.

#### 8.1.4. Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym.

Należy sprawdzić prawidłowość doboru środków ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym oraz ich zgodność z normami.

Skuteczność ochrony przeciwpożarowej należy sprawdzić pomiarami powykonawczymi. Sprawdza się zgodność instalacji z wymaganiami normy PN- IEC 60364-4-41 oraz PN- IEC60364-4-47.

#### 8.1.5. Ochrona przed pożarami i skutkami cieplnymi.

Należy sprawdzić, czy:

- instalacje i urządzenia elektryczne nie stwarzają zagrożenia pożarowego dla materiałów lub podłoży, na których (w pobliżu których) są zainstalowane,
- urządzenia mogące powodować powstawanie łuku elektrycznego są odpowiednio zabezpieczone przed jego negatywnym oddziaływaniem na otoczenie,
- urządzenia zawierające ciecze palne są odpowiednio zabezpieczone przed rozprzestrzenianiem się tych cieczy,
- dostępne części urządzeń i aparatów nie zagrażają poparzeniem,
- urządzenia do wytwarzania pary, gorącej wody lub powietrza mają wymagane zabezpieczenie przed przegrzaniem,
- urządzenia wytwarzające promieniowanie cieplne nie zagrażają, wystąpieniem niebezpiecznych temperatur.

Sprawdza się zgodność instalacji z wymaganiami normy PN-IEC60364-4-42 i PN-IEC60364-4-482.

#### 8.1.6. Połączenia przewodów.

Należy sprawdzić, czy:

- połączenia przewodów są wykonane przy użyciu odpowiednich metod i osprzętu,
- nie jest wywierany przez izolację nacisk na połączenia,
- zaciski nie są narażone na naprężenia spowodowane przez podłączone przewody.

Sprawdza się zgodność instalacji z wymaganiami normy PN-82/E-06290, PN-86/E-06291

#### 8.2. Warunki techniczne wykonania i odbioru konstrukcji aluminiowej.

- Warunki BHP wg „Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych tom III.
- Warunki zawarte w dokumentacji producenta.

### 9. PODSTAWA PŁATNOŚCI.

Zasady odbiorów i płatności za wykonane roboty określa Umowa.

Podstawę płatności stanowi komplet wykonanych robót i pomiarów pomontażowych.

Cena jednostkowa winna bezwzględnie obejmować:

- robocizną bezpośrednią wraz z towarzyszącymi kosztami oraz robotami tymczasowymi i instalacjami, które mogą okazać się niezbędne,
- wartość zużytych materiałów i wbudowanych urządzeń wraz z kosztami ich zakupu,
- wartość pracy sprzętu wraz z kosztami sprowadzenia montażu i demontażu,
- testowanie, kontrolę jakości, zabezpieczenie i utrzymanie Robót,
- koszty pośrednie, w skład których wchodzi: płace personelu i kierownictwa budowy, pracowników nadzoru, koszty urządzenia i eksploatacji zaplecza budowy (w tym doprowadzenie energii), koszty dotyczące oznakowania Robót, koszty projektów uzupełniających, wydatki dotyczące bhp, usługi obce na rzecz budowy, opłaty za dzierżawę placów, ekspertyzy dotyczące wykonanych Robót, ubezpieczenia oraz koszty zarządu przedsiębiorstwa Wykonawcy i inne,
- zysk kalkulacyjny zawierający ewentualne ryzyko Wykonawcy z tytułu innych wydatków mogących wystąpić w czasie realizacji Robót w okresie gwarancyjnym,
- ogólne ryzyko, obciążenia i obowiązki wymienione w Umowie lub z niej wynikające,

- wykonanie wszelkich czynności, jakie mogą być niezbędne dla prawidłowego wykonania Przedmiotu umowy.
- wszelkie dodatki, opłaty bądź inne płatności, które nie zostały określone osobno w Ofercie.

#### 10. PRZEPISY ZWIĄZANE.

- PN-87/E-90056. Przewody elektroenergetyczne ogólnego przeznaczenia do układania na stałe. Przewody o izolacji i powłoce polwinitowej, okrągłe.
- PN-87/E-90054. Przewody elektroenergetyczne ogólnego przeznaczenia do układania na stałe. Przewody jednożyłowe o izolacji polwinitowej.
- PN-IEC 60364 – norma wieloarkuszowa. Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.
- PN-E-04700:1998/2000. Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych.
- PN-IEC 61024 – norma wieloarkuszowa. Ochrona odgromowa obiektów budowlanych.
- PN-86/E-05003.01. Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Wymagania ogólne.
- N-SEP-E-004. Budowa linii kablowych.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 02.09.2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz. U. nr 202/2004 i 75/2005).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004 w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz.U z dnia 12 maja 2004 z załącznikiem (wykaz Polskich Norm obowiązującego stosowania),
- Rozporządzenie Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych Dz. U.80/99.
- Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych. Tom V. Instalacje elektryczne.
- Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych ITB część D: Roboty instalacyjne. Zeszyt 2: Instalacje elektryczne i piorunochronne w budynkach użyteczności publicznej.
- Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych. Tom III. Konstrukcje stalowe.
- PN-B-06200:2002 Konstrukcje stalowe budowlane. Warunki wykonania i odbioru. Warunki techniczne dostawy.
- PN-EN 50380:2003 -Karta danych i informacyjna tabliczka znamionowa modułów fotowoltaicznych.(j.ang.)
- PN-EN 50461:2007 -Ogniwa słoneczne - Karta informacyjna produktu i specyfikacja parametrów dla krystalicznych ogniw krzemowych. (j.ang.)
- PN-EN 50521:2009/A1:2012 -Złącza elektryczne do zastosowań w systemach fotowoltaicznych -Wymagania bezpieczeństwa i badania. (j.ang.)
- PN-EN 60891:2010 – Elementy fotowoltaiczne – Procedury dla korekcji zmierzonych charakterystyk I-V do określonych wartości temperatury i natężenia promieniowania (j.ang.)
- PN-EN 60904-1:2007 -Elementy fotowoltaiczne -Część 1: Pomiar charakterystyk prądowo-napięciowych elementów fotowoltaicznych. (j.ang.)
- PN-EN 60904-3:2008 -Elementy fotowoltaiczne -Część 3: Zasady pomiaru fotowoltaicznych (PV) elementów słonecznych przeznaczonych do zastosowań naziemnych z wykorzystaniem wzorcowego widma promieniowania słonecznego. (j.ang.)
- PN-EN 61173:2002 - Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej -Przewodnik.
- PN-EN 61215:2005 - Moduły fotowoltaiczne (PV) z krzemu krystalicznego do zastosowań naziemnych -Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu. (j.ang.)

- PN-EN 61724:2002 - Monitorowanie własności systemu fotowoltaicznego - Wytyczne pomiaru, wymiany danych i analizy.
- PN-EN 61730-1:2007/A1:2012 -Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) -Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji. (j.ang.)
- PN-EN 61730-2:2007/A1:2012 -Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) -Część 2: Wymagania dotyczące badań. (j.ang.)
- PN-EN 61829:2002 -Krystaliczny układ krzemowo-fotowoltaiczny (PV) -Pomiary charakterystyk prądowo-napięciowych w terenie. (j.ang.)

# **Specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych**

## **Kody CPV:**

**09331200-0 Słoneczne moduły fotoelektryczne.**

**45311000-0 Roboty w zakresie okablowania oraz instalacji elektrycznych.**

**45223210-1 Roboty konstrukcyjne z wykorzystaniem stali.**

**Zadanie:** Montaż instalacji fotowoltaicznej wraz z magazynem energii na terenie  
Nadleśnictwa Herby

## **Lokalizacja inwestycji:**

**dz. nr 910/13**

**ul. Lubliniecka**

**42-284 Herby**

**Branża: Elektryczna**

## **Inwestor:**

**Skarb Państwa**

**Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe**

**Nadleśnictwo Herby**

**42-284 Herby, ul. Lubliniecka 6**

**Projektował:**

Lubliniec, listopad 2025 r.

## SPIS TREŚCI

### 1. WSTĘP.

- 1.1. Przedmiot Szczegółowej Specyfikacji Technicznej.
- 1.2. Zakres stosowania Szczegółowej Specyfikacji Technicznej.
- 1.3. Zakres robót objętych Szczegółową Specyfikacją Techniczną.
- 1.4. Ogólne wymagania dotyczące robót.
- 1.5. Dokumentacja określająca przedmiot zamówienia
- 1.5.1. Oznaczenie zakresu prac kodami CPV

### 2. MATERIAŁY.

- 2.1. Odbiór materiałów na budowie.
- 2.2. Składowanie materiałów na budowie.
- 2.3. Instalacja fotowoltaiczna.
- 2.3.1. Moduły fotowoltaiczne.
- 2.3.2. Inwertery.
- 2.4. Konstrukcja nośna.

### 3. SPRZĘT.

### 4. TRANSPORT.

### 5. WYKONANIE ROBÓT.

- 5.1. Okablowanie i rozdzielnia.
- 5.2. Instalacja fotowoltaiczna.
- 5.2.1. Moduły fotowoltaiczne.
- 5.2.2. Inwerter.
- 5.2.3. Środki dodatkowej ochrony od porażeń.
- 5.2.4. Ochrona przeciwprzepięciowa.
- 5.2.5. Ochrona przed przetężeniową i przed prądami upływu
- 5.3. Konstrukcja nośna.

### 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT.

- 6.1. Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia przy wykonywaniu instalacji elektrycznych

### 7. OBMIAR ROBÓT.



## 8. ODBIÓR ROBÓT.

### 8.1. Warunki odbioru wykonanej instalacji elektrycznej

#### 8.1.1. Badania odbiorcze instalacji elektrycznych

#### 8.1.2. Oględziny instalacji elektrycznych.

#### 8.1.3. Estetyka i jakość wykonanej instalacji.

#### 8.1.4. Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym.

#### 8.1.5. Ochrona przed pożarami i skutkami cieplnymi.

#### 8.1.6. Połączenia przewodów.

### 8.2. Warunki techniczne wykonania i odbioru konstrukcji aluminiowej.

## 9. PODSTAWA PŁATNOŚCI.

## 10. PRZEPISY ZWIĄZANE.

## 1. WSTĘP.

### 1.1. Przedmiot Szczegółowej Specyfikacji Technicznej.

#### **Przedmiot ST**

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót zwanej w dalszej części Specyfikacją Techniczną (ST) jest budowa konstrukcji wsporczej, montaż modułów fotowoltaicznych, inwertera, zabezpieczeń wraz z instalacją elektryczną na terenie Nadleśnictwa Herby.

**Wszędzie tam, gdzie przy opisie przedmiotu zamówienia powołane są normy, aprobaty, specyfikacje techniczne i systemy odniesienia, bądź wskazane są znaki towarowe, patenty lub źródło pochodzenia (nazwy producentów lub urządzeń), postanowienia te należy odczytywać jako przykładowe, a wykonawca ma każdorazowo prawo zastosowania rozwiązania równoważnego.**

### 1.2. Zakres stosowania Szczegółowej Specyfikacji Technicznej.

Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1.

### 1.3. Zakres robót objętych Szczegółową Specyfikacją Techniczną.

Roboty, których dotyczy specyfikacja, obejmują wszystkie czynności umożliwiające i mające na celu wykonanie instalacji fotowoltaicznej na terenie Nadleśnictwa Herby

Zakres robót obejmuje wykonanie:

- instalacji systemowej konstrukcji nośnej dla modułów fotowoltaicznych,
- montażu modułów fotowoltaicznych,
- montaż inwertera,
- montaż magazynu energii,
- instalacji elektrycznej,
- środków dodatkowej ochrony od porażeń,
- ochrony przepięciowej,
- wymianę rozdzielnic głównej w budynku byłej portierni.

#### 1.4. Ogólne wymagania dotyczące robót.

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z dokumentacją projektową.

Rodzaje urządzeń, osprzętu i materiałów pomocniczych zastosowanych do wykonywania instalacji powinny być zgodne z podanymi w dokumentacji projektowej.

Zastosowanie do wykonania instalacji innych rodzajów urządzeń i osprzętu niż wymienione w projekcie dopuszczalne jest jedynie pod warunkiem wprowadzenia do dokumentacji projektowej zmian uzgodnionych w obowiązującym trybie z Inspektorem Nadzoru oraz z projektantem opracowującym dokumentację.

#### 1.5. Dokumentacja określająca przedmiot zamówienia.

1.5.1. Oznaczenie zakresu prac kodami CPV:

09331200-0 Słoneczne moduły fotoelektryczne.

45311000-0 Roboty w zakresie okablowania oraz instalacji elektrycznych.

45223210-1 Roboty konstrukcyjne z wykorzystaniem stali.

### 2. MATERIAŁY.

Wszystkie materiały do wykonania układu instalacji fotowoltaicznych powinny odpowiadać parametrom technicznym wyspecyfikowanym w dokumentacji projektowej i wykazach materiałowych oraz wymaganiom odpowiednich norm i aprobat technicznych.

#### 2.1. Odbiór materiałów na budowie.

Materiały należy dostarczać na budowę wraz z certyfikatami, deklaracjami zgodności, świadectwami jakości, kartami gwarancyjnymi, protokołami odbioru technicznego.

Dostarczone na miejsce budowy materiały należy sprawdzić pod względem kompletności i zgodności z danymi wytwórcy.

W przypadku stwierdzenia wad lub nasuwających się wątpliwości mogących mieć wpływ na jakość wykonania robót, materiały należy przed ich wbudowaniem poddać badaniom określonym przez dozór techniczny robót.

## 2.2. Składowanie materiałów na budowie.

Składowanie materiałów powinno odbywać się zgodnie z zaleceniami producentów, w warunkach zapobiegających zniszczeniu, uszkodzeniu lub pogorszeniu się właściwości technicznych na skutek wpływu czynników atmosferycznych lub fizykochemicznych. Należy zachować wymagania wynikające ze specjalnych właściwości materiałów oraz wymagania w zakresie bezpieczeństwa przeciwpożarowego.

## 2.3. Instalacja fotowoltaiczna.

### 2.3.1. Moduły fotowoltaiczne.

Instalacja fotowoltaiczna składająca się z modułów o mocy 545W o łącznej mocy nieprzekraczającej 23,98 kWp oraz magazyny energii o pojemności 15 kWh .

Podstawowe parametry modułów fotowoltaicznych:

1. Rodzaj: monokrystaliczne moduły fotowoltaiczne
2. Moc jednostkowa: 545 Wp.
3. Sprawność modułu: nie mniejsza niż 21 %.
4. Odporność mechaniczna: min. 5400 Pa (śnieg), 2400 Pa (wiatr).
5. Certyfikaty: IEC 61215, IEC 61730 lub równoważne.
6. Gwarancja:
  - produktowa: min. 12 lat,
  - na uzysk mocy: min. 25 lat.

Moduły fotowoltaiczne dostarczają prąd stały natomiast inwerter jako przemiennik częstotliwości przekształca prąd stały na zgodny z siecią energetyczną prąd przemienny - z możliwie wysoką wydajnością. Inwerter stale reguluje optymalny punkt mocy instalacji  $P_{mpp}$  dostosowując w ten sposób instalację do dynamicznych warunków pogodowych i nasłonecznienia. Inwerter wyposażony jest w funkcję, która odpowiada za połączenie i bezpieczne oddzielenie instalacji fotowoltaicznej od sieci w przypadku awarii sieci lub jej wyłączeniu w czasie prowadzenia prac energetycznych. Ochronniki przepięciowe w inwerterze chronią moduły i elektronikę przed szkodliwym przepięciem. Ochronniki przetężeniowe chronią moduły przed prądami wstecznymi.

Planuje się zastosować inwertera o mocy znamionowej AC 25 kW.

Podstawowe parametry inwertera :

1. Rodzaj: trójfazowy, hybrydowy inwerter sieciowy przystosowany do współpracy z magazynem energii.
2. Moc znamionowa AC: 25 kW.
3. Liczba niezależnych trackerów MPPT: minimum 2.
4. Liczba wejść na każdy MPPT: minimum 2.
5. Wyjście AC:  $3 \times 400$  V, 50 Hz.
6. Stopień ochrony obudowy: min. IP65, przystosowany do montażu na zewnątrz budynku.
7. Sprawność maksymalna: nie mniejsza niż 98 %, sprawność europejska  $\geq 97,5$  %.
8. Zabezpieczenia: nadprądowe, przepięciowe DC/AC, od pracy wyspowej, przed odwrotną polaryzacją, urządzenie odłączające po stronie wyjścia.
9. Komunikacja: RS485 / Ethernet, możliwość zdalnego monitoringu pracy systemu i magazynu energii.
10. Zgodność z normami: PN-EN 50549-1, PN-EN 62109, PN-EN 61000-6-2, PN-EN 61000-6-3 lub równoważne

Wymagane jest by inwerter miał możliwość regulacji mocy czynnej przy współpracy z zewnętrznymi urządzeniami spełniających funkcję przeciwdziałaniu wprowadzania nadmiarowej energii do sieci publicznej. Zabudowane urządzenia sterujące mocą czynną inwertera mają za zadanie obniżać moc inwertera lub włączać dodatkowe odbiorniki energii.

Podstawowe parametry magazynu energii:

1. Rodzaj: litowo-żelazowo-fosforanowy ( $\text{LiFePO}_4$ ) lub równoważny.
2. Moc znamionowa: nie mniejsza niż 15 kW.
3. Pojemność użytkowa: nie mniejsza niż 15 kWh.
4. Możliwość rozbudowy: możliwość łączenia kilku jednostek równolegle w celu zwiększenia pojemności i mocy systemu.
5. Napięcie znamionowe: dopasowane do inwertera (ok. 400 – 500 V DC).
6. Głębokość rozładowania (DoD): min. 90 %.
7. Sprawność cyklu ładowania/rozładowania: min. 95 %.
8. Żywotność: min. 6000 cykli przy zachowaniu  $\geq 80$  % pojemności.
9. Zakres temperatur pracy:  $-10$  °C ÷  $+50$  °C.
10. Stopień ochrony: min. IP65, umożliwiający zabudowę na zewnątrz budynku.
11. Kompatybilność: pełna zgodność i komunikacja z zastosowanym inwerterem hybrydowym (np. poprzez protokół CAN / RS485).
12. Zabezpieczenia: zintegrowany system BMS.

13. Gwarancja: min. 10 lat.

14. Certyfikaty: CE, IEC 62619, UN 38.3 lub równoważne.

#### 2.4. Konstrukcja nośna.

Moduły będą montowane na systemowej konstrukcji odpornej na korozję, z profili stalowych, spełniającej wymagania trwałości środowiskowej

### 3. SPRZĘT.

Do wykonania instalacji przewiduje się użycie następującego sprzętu:

- samochód dostawczy do 0,9 t,
- samochód skrzyniowy 5 t,
- żuraw samochodowy 5 t,
- wózek widłowy lub wózek paletowy w przypadku rozładunku z samochodu z windą.

### 4. TRANSPORT.

Materiały na budowę powinny być przywożone odpowiednimi środkami transportu, zabezpieczone w sposób zapobiegający uszkodzeniu oraz zgodnie z przepisami BHP i ruchu drogowego. Należy zwracać szczególną uwagę na rozładunek palet z modułami fotowoltaicznymi i stosować się do wskazań na opakowaniu.

### 5. WYKONANIE ROBÓT.

#### 5.1. Okablowanie i rozdzielnia.

Okablowanie po stronie DC dostosowane do wymogów instalacji PV, kabel jednożyłowy giętki w specjalnej izolacji, odporny na promienie UV oraz wysoką temperaturę dedykowany do instalacji fotowoltaicznych. Przekrój kabla minimum 4 mm<sup>2</sup>.

Trasy kablowe prowadzić wzdłuż konstrukcji metalowej w jej zagłębieniach oraz w korytach. Do przewodów stosować systemowe akcesoria łączeniowe - dławiki, złącza, wtyki, itp., przykładowo MC4 lub kompatybilne.

Stosowane przewody muszą spełniać następujące wymagania:

- napięcie robocze systemu fotowoltaicznego min 1,0 kV DC,
- temperatura pracy od – 40 C do +120 C,
- odporność na promieniowanie UV i ozon,
- odporność na środowisko kwaśne i warunki atmosferyczne (wiatr, deszcz).

Całość urządzeń składających się na system projektuje się umieścić w istniejącej szafie technicznej zamykanej na zamek patentowy zgodnie z opisem w projekcie. Należy zapewnić odpowiednią przestrzeń i wentylację w szafie z uwzględnieniem nagrzewania się urządzeń.

Opcjonalnie dopuszcza się zabudowę w innym miejscu chronionym przed dostępem osób niepowołanych montaż urządzeń bezpośrednio na ścianie – bez centralnej szafy:

- osobno inwerter,
- osobno rozdzielnica PVDC przy modułach fotowoltaicznych,

- osobno rozdzielnica PVDC przy inwerterze (jeśli będzie wymagana),
- osobno system zarządzania energią.

## 5.2. Instalacja fotowoltaiczna.

### 5.2.1. Moduły fotowoltaiczne.

Moduły montować na konstrukcji zgodnie ze schematem dokumentacji projektowej. Do mocowania wykorzystać wsporniki oraz łączniki zgodnie z dokumentacją projektową. Połączenia elektryczne wykonać przewodem odpornym na promienie UV ( 4 mm<sup>2</sup>) zgodnie z pkt. 5.1. Do połączeń wykorzystać łączniki wtykowe (np. kompatybilne ze standardem MC4). Właściwie oznaczyć polaryzację strony DC czerwonym (+) oraz czarnym (-) przewodem lub oznaczeniem. W przypadku, gdy odległość od konstrukcji modułów do szafki PV DC liczona wzdłuż parowanych tras kablowych DC jest większa niż 10m należy zastosować dodatkowe zabezpieczenia przepięciowe DC B+C w pobliżu modułów fotowoltaicznych.

### 5.2.2. Inwerter.

Inwerter zabudować na konstrukcji paneli fotowoltaicznych. Zabudowę wykonać zgodnie ze schematem dokumentacji projektowej oraz dokumentacjami poszczególnych urządzeń producentów. Obok inwertera należy zabudować rozdzielnicę PVDC (jeśli jest wymagana). Połączenie od inwertera do złącza rozdzielnicy w RG wykonać zgodnie ze schematem dokumentacji projektowej.

### 5.2.3. Środki dodatkowej ochrony od porażeń.

Ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym zapewni:

- zachowanie odległości izolacyjnych,
- izolacja robocza,
- samoczynne wyłączenie w układzie sieciowym.

### 5.2.4. Ochrona przeciwprzepięciowa.

W celu ochrony systemu przed uszkodzeniami należy stosować system ochrony przeciwprzepięciowej zarówno po stronie DC jak i AC inwertera, zgodnie z dokumentacją projektową.

### 5.2.5. Ochrona przed przetężnieniami i przed prądami upływu (uszkodzeniowymi).

Instalację fotowoltaiczną po stronie AC zabezpieczyć zgodnie z dokumentacją projektową oraz wymaganiami zawartymi w dokumentacjach technicznych producentów inwerterów.

## 5.3. Konstrukcja nośna.

Moduły będą montowane na systemowej konstrukcji odpornej na korozję, z profili stalowych, spełniającej wymagania trwałości środowiskowej

## 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT.

Sprawdzenie i odbiór robót powinno być wykonane zgodnie z normami i przepisami.

Sprawdzeniu i kontroli w czasie wykonywania robót oraz po ich zakończeniu powinno podlegać:

- zgodność wykonania robót z dokumentacją projektową,
- prawidłowość mocowania konstrukcji i urządzeń,
- właściwe wykonanie instalacji i podłączenie urządzeń,
- wykonanie wymaganych pomiarów z przekazaniem wyników do protokołu odbioru.

#### 6.1. Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia przy wykonywaniu instalacji elektrycznych.

Wszystkie prace wykonać zgodnie:

- z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004 w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz.U z dnia 12 maja 2004 z załącznikiem (wykaz Polskich Norm obowiązującego stosowania),
- z Rozporządzeniem Min. Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych Dz. U.80/99.
- warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych. Tom V. Instalacje elektryczne. Zagrożenia występujące podczas realizacji robót, instalacje na napięciu do 1,0kV;
- wyłączenia urządzeń rozdzielczych pod napięciem,
- wyłączenia napięcia na poszczególne obwody odbiorcze,
- wyłączenie napięcia istniejącej instalacji i tablic rozdzielczych przeznaczonych do demontażu,
- pomiary skuteczności ochrony od porażeń.

Monterzy wykonujący prace powinni mieć właściwe uprawnienia instalatorskie (SEP) oraz badania lekarskie. Zaleca się by instalatorzy posiadali uprawnienia UDT instalatorów systemów fotowoltaicznych.

Na placu budowy razem z instalacją elektrycznymi będą wykonywane instalacje innych branż.

Przewidywanie zagrożenia występujące podczas realizacji inwestycji.

Mogą wystąpić następujące zagrożenia podczas pracy:

- Porażenie prądem elektrycznym,

Sposób prowadzenia instruktażu BHP.

Przed przystąpieniem do pracy kierownik budowy przeprowadza ustny instruktaż BHP, zapoznaje pracowników z zagrożeniami występującymi na placu budowy i podczas transportu materiału na budowę.

Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające wystąpieniu niebezpieczeństwa.

Prowadzeniu prac w pobliżu istniejących urządzeń i budowli z zachowaniem szczególnej ostrożności.

W razie potrzeby stosowania sprzętu ochrony osobistej

## 7. OBMIAR ROBÓT.



Obmiar robót obejmuje całość instalacji. Jednostką obmiarową jest komplet robót.

## 8. ODBIÓR ROBÓT.

### 8.1. Warunki odbioru wykonanej instalacji elektrycznej.

#### 8.1.1. Badania odbiorcze instalacji elektrycznych.

Każda instalacja elektryczna powinna być poddana szczegółowym oględzinom i próbom, obejmującym niezbędny zakres pomiarów, w celu sprawdzenia, czy spełnia wymagania dotyczące ochrony ludzi, zwierząt i mienia przed zagrożeniami.

Badania odbiorcze powinna przeprowadzać komisja składająca się z co najmniej dwóch osób, dobrze znających wymagania stawiane instalacjom elektrycznym i systemom fotowoltaicznym.

Badania odbiorcze instalacji elektrycznych mogą wykonywać wyłącznie osoby posiadające zaświadczenia kwalifikacyjne.

Osoba wykonująca pomiary może korzystać z pomocy osoby nie posiadającej zaświadczenia kwalifikacyjnego, pod warunkiem, że odbyła przeszkolenie BHP pod względem prac przy urządzeniach elektrycznych.

Zakres badań odbiorczych obejmuje:

- oględziny instalacji elektrycznych,
- badania (pomiar i próby) instalacji elektrycznych,
- próby rozruchowe.

Oględziny, pomiary i próby powinny być wykonywane przez oddzielne zespoły, a komisja ustala jedynie stan faktyczny na podstawie dostarczonych protokołów.

Protokoły z badań (pomiarów i prób), sprawdzeń i odbiorów częściowych należy przedłożyć komisji w trakcie odbioru.

Komisja może być jednocześnie wykonawcą oględzin, badań i prób, z tym, że z badań i prób powinny być sporządzone oddzielne protokoły.

Po zakończeniu badań odbiorczych komisja powinna sporządzić protokół końcowy z badań odbiorczych. Protokół ten należy przedłożyć do odbioru końcowego. Protokół ten powinien zawierać co najmniej następujące dane:

- numer protokołu, miejscowość i datę sporządzenia,
- nazwę i adres obiektu,
- imiona i nazwiska członków komisji oraz stanowiska służbowe,
- datę wykonania badań odbiorczych,
- ocenę wyników badań odbiorczych,
- decyzję komisji odbioru o przekazaniu (lub nieprzekazaniu) obiektu do eksploatacji,
- ewentualne uwagi i zalecenia komisji,
- podpisy członków komisji, stwierdzające zgodność ustaleń zawartych w protokole.

#### 8.1.2. Oględziny instalacji elektrycznych.

Oględziny należy wykonać przed przystąpieniem do prób i po odłączeniu zasilania instalacji.

Oględziny mają na celu stwierdzenie, czy wykonana instalacja lub urządzenie:

- spełniają wymagania bezpieczeństwa,
- zostały prawidłowo zainstalowane i dobrane oraz oznaczone zgodnie z projektem,
- nie posiadają widocznych uszkodzeń mechanicznych, mogących mieć wpływ na pogorszenie bezpieczeństwa użytkowania.

Zakres oględzin obejmuje sprawdzenie prawidłowości:

- wykonania instalacji pod względem estetycznym (jakość wykonanej instalacji),
- ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym,
- doboru urządzeń i środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych,
- ochrony przed pożarem i skutkami cieplnymi,
- doboru przewodów do obciążalności prądowej i spadku napięcia,
- wykonania połączeń obwodów,
- doboru i nastawienia urządzeń zabezpieczających i sygnalizacyjnych,
- umieszczenia odpowiednich urządzeń odłączających i łączących,
- rozmieszczenia oraz umocowania aparatów, sprzętu i osprzętu,
- oznaczenia przewodów fazowych, neutralnych, ochronnych oraz ochronno-neutralnych,
- umieszczenia schematów, tablic ostrzegawczych lub innych informacji na o znaczenie obwodów, bezpieczników, łączników, zacisków itp.,
- wykonania dostępu do instalacji i urządzeń elektrycznych w celu ich wygodnej obsługi i konserwacji.

#### 8.1.3. Estetyka i jakość wykonanej instalacji.

O jakości i estetyce wykonanej instalacji decydują następujące czynniki:

- zastosowanie jednego gatunku i zachowanie jednakowej kolorystyki sprzętu elektroinstalacyjnego,
- trwałość zamocowania sprzętu do podłoża oraz innych elementów mocujących i uchwytów,
- zamocowanie sprzętu na jednakowej wysokości w danym pomieszczeniu z zachowaniem zasad prostoliniowości mocowania,
- właściwe zabezpieczenie przed korozją elementów urządzeń i instalacji narażonych na wpływ czynników atmosferycznych.

#### 8.1.4. Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym.

Należy sprawdzić prawidłowość doboru środków ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym oraz ich zgodność z normami.

Skuteczność ochrony przeciwpożarowej należy sprawdzić pomiarami powykonawczymi. Sprawdza się zgodność instalacji z wymaganiami normy PN- IEC 60364-4-41 oraz PN- IEC60364-4-47.

#### 8.1.5. Ochrona przed pożarami i skutkami cieplnymi.

Należy sprawdzić, czy:

- instalacje i urządzenia elektryczne nie stwarzają zagrożenia pożarowego dla materiałów lub podłoży, na których (w pobliżu których) są zainstalowane,
- urządzenia mogące powodować powstawanie łuku elektrycznego są odpowiednio zabezpieczone przed jego negatywnym oddziaływaniem na otoczenie,
- urządzenia zawierające ciecze palne są odpowiednio zabezpieczone przed rozprzestrzenianiem się tych cieczy,
- dostępne części urządzeń i aparatów nie zagrażają poparzeniem,
- urządzenia do wytwarzania pary, gorącej wody lub powietrza mają wymagane zabezpieczenie przed przegrzaniem,
- urządzenia wytwarzające promieniowanie cieplne nie zagrażają, wystąpieniem niebezpiecznych temperatur.

Sprawdza się zgodność instalacji z wymaganiami normy PN-IEC60364-4-42 i PN-IEC60364-4-482.

#### 8.1.6. Połączenia przewodów.

Należy sprawdzić, czy:

- połączenia przewodów są wykonane przy użyciu odpowiednich metod i osprzętu,
- nie jest wywierany przez izolację nacisk na połączenia,
- zaciski nie są narażone na naprężenia spowodowane przez podłączone przewody.

Sprawdza się zgodność instalacji z wymaganiami normy PN-82/E-06290, PN-86/E-06291

#### 8.2. Warunki techniczne wykonania i odbioru konstrukcji aluminiowej.

- Warunki BHP wg „Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych tom III.
- Warunki zawarte w dokumentacji producenta.

### 9. PODSTAWA PŁATNOŚCI.

Zasady odbiorów i płatności za wykonane roboty określa Umowa.

Podstawę płatności stanowi komplet wykonanych robót i pomiarów pomontażowych.

Cena jednostkowa winna bezwzględnie obejmować:

- robocizną bezpośrednią wraz z towarzyszącymi kosztami oraz robotami tymczasowymi i instalacjami, które mogą okazać się niezbędne,
- wartość zużytych materiałów i wbudowanych urządzeń wraz z kosztami ich zakupu,
- wartość pracy sprzętu wraz z kosztami sprowadzenia montażu i demontażu,
- testowanie, kontrolę jakości, zabezpieczenie i utrzymanie Robót,
- koszty pośrednie, w skład których wchodzi: płace personelu i kierownictwa budowy, pracowników nadzoru, koszty urządzenia i eksploatacji zaplecza budowy (w tym doprowadzenie energii), koszty dotyczące oznakowania Robót, koszty projektów uzupełniających, wydatki dotyczące bhp, usługi obce na rzecz budowy, opłaty za dzierżawę placów, ekspertyzy dotyczące wykonanych Robót, ubezpieczenia oraz koszty zarządu przedsiębiorstwa Wykonawcy i inne,
- zysk kalkulacyjny zawierający ewentualne ryzyko Wykonawcy z tytułu innych wydatków mogących wystąpić w czasie realizacji Robót w okresie gwarancyjnym,
- ogólne ryzyko, obciążenia i obowiązki wymienione w Umowie lub z niej wynikające,

- wykonanie wszelkich czynności, jakie mogą być niezbędne dla prawidłowego wykonania Przedmiotu umowy.
- wszelkie dodatki, opłaty bądź inne płatności, które nie zostały określone osobno w Ofercie.

#### 10. PRZEPISY ZWIĄZANE.

- PN-87/E-90056. Przewody elektroenergetyczne ogólnego przeznaczenia do układania na stałe. Przewody o izolacji i powłoce polwinitowej, okrągłe.
- PN-87/E-90054. Przewody elektroenergetyczne ogólnego przeznaczenia do układania na stałe. Przewody jednożyłowe o izolacji polwinitowej.
- PN-IEC 60364 – norma wieloarkuszowa. Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.
- PN-E-04700:1998/2000. Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych.
- PN-IEC 61024 – norma wieloarkuszowa. Ochrona odgromowa obiektów budowlanych.
- PN-86/E-05003.01. Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Wymagania ogólne.
- N-SEP-E-004. Budowa linii kablowych.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 02.09.2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz. U. nr 202/2004 i 75/2005).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004 w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz.U z dnia 12 maja 2004 z załącznikiem (wykaz Polskich Norm obowiązującego stosowania),
- Rozporządzenie Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych Dz. U.80/99.
- Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych. Tom V. Instalacje elektryczne.
- Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych ITB część D: Roboty instalacyjne. Zeszyt 2: Instalacje elektryczne i piorunochronne w budynkach użyteczności publicznej.
- Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych. Tom III. Konstrukcje stalowe.
- PN-B-06200:2002 Konstrukcje stalowe budowlane. Warunki wykonania i odbioru. Warunki techniczne dostawy.
- PN-EN 50380:2003 -Karta danych i informacyjna tabliczka znamionowa modułów fotowoltaicznych.(j.ang.)
- PN-EN 50461:2007 -Ogniwa słoneczne - Karta informacyjna produktu i specyfikacja parametrów dla krystalicznych ogniw krzemowych. (j.ang.)
- PN-EN 50521:2009/A1:2012 -Złącza elektryczne do zastosowań w systemach fotowoltaicznych -Wymagania bezpieczeństwa i badania. (j.ang.)
- PN-EN 60891:2010 – Elementy fotowoltaiczne – Procedury dla korekcji zmierzonych charakterystyk I-V do określonych wartości temperatury i natężenia promieniowania (j.ang.)
- PN-EN 60904-1:2007 -Elementy fotowoltaiczne -Część 1: Pomiar charakterystyk prądowo-napięciowych elementów fotowoltaicznych. (j.ang.)
- PN-EN 60904-3:2008 -Elementy fotowoltaiczne -Część 3: Zasady pomiaru fotowoltaicznych (PV) elementów słonecznych przeznaczonych do zastosowań naziemnych z wykorzystaniem wzorcowego widma promieniowania słonecznego. (j.ang.)
- PN-EN 61173:2002 - Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej -Przewodnik.
- PN-EN 61215:2005 - Moduły fotowoltaiczne (PV) z krzemu krystalicznego do zastosowań naziemnych -Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu. (j.ang.)

- PN-EN 61724:2002 - Monitorowanie własności systemu fotowoltaicznego - Wytyczne pomiaru, wymiany danych i analizy.
- PN-EN 61730-1:2007/A1:2012 -Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) -Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji. (j.ang.)
- PN-EN 61730-2:2007/A1:2012 -Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) -Część 2: Wymagania dotyczące badań. (j.ang.)
- PN-EN 61829:2002 -Krystaliczny układ krzemowo-fotowoltaiczny (PV) -Pomiary charakterystyk prądowo-napięciowych w terenie. (j.ang.)