


<b>SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT</b>	
<b>Branża</b>	elektroenergetyczna
<b>Kategoria obiektu</b>	VIII – inne budowle
<b>Nazwa inwestycji</b>	Instalacja fotowoltaiczna 40kWp z magazynem energii na ujęciu wody – Wierchowiska Drugie
<b>Inwestor</b>	<b>Gmina Modliborzyce</b> ul. Piłsudskiego 63, 23-310 Modliborzyce
<b>Jednostka projektowa</b>	 <p><b>MPM Energy Group Sp. z o. o.</b> ul. Dragonów 3/32 20-554 Lublin NIP: 712-341-74-16, KRS: 0000893873</p>
<b>Adres</b>	<b>Wierchowiska Drugie 152</b> gmina <b>Modliborzyce</b> województwo <b>lubelskie</b> Ujęcie wody
<b>Identyfikatory działek ewidencyjnych</b>	060506_5.0020.785/2
<b>Nazwa inwestycji</b>	Budowa mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy do 40kWp wraz z magazynem energii

<b>Projektant</b> <b>branża</b> <b>elektroenergetyczna</b>	<b>mgr inż.</b> <b>Mirostaw</b> <b>Mach</b>	Uprawnienia budowlane do projektowania, kierowania, nadzorowania, kontrolowania budowy i robót budowlanych bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych. nr upr. bud. LUB/0109/PWOE/09	
--	---	--	--

Lublin, 21 listopada 2025

Egz. nr

## **BUDOWA KABLOWYCH LINII ELEKTROENERGETYCZNYCH I INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH**

45231400-9 Roboty budowlane w zakresie budowy linii elektroenergetycznych  
45112710-5 Roboty w zakresie kształtowania terenów zielonych  
45311000-0 Roboty w zakresie okablowania oraz instalacji elektrycznych  
45315600-4 Prefabrykaty  
09331200-0 Słoneczne moduły fotoelektryczne

### **1. WSTĘP**

#### **1.1. Przedmiot STWiOR**

Przedmiotem niniejszej ogólnej specyfikacji technicznej (STWiOR) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru kablowych linii energetycznych oraz instalacji elektrycznych okablowania źródeł wytwarzania fotowoltaicznego energii.

#### **1.2. Zakres stosowania STWiOR**

Szczegółowa specyfikacja techniczna (STWiOR) stanowi dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót.

#### **1.3. Zakres robót objętych STWiOR**

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji mają zastosowanie do budowy elektroenergetycznych linii kablowych nn 0,4kV, instalacji fotowoltaicznych oraz magazynu energii na terenie ujęcia wody w miejscowości Wierzchowiska II. Inwestycja realizowana jest na terenie inwestora tj. Gminy Modliborzyce w miejscowości Wierzchowiska II dz. nr 785/2. Zakres obejmuje czynności umożliwiające i mające na celu wykonanie instalacji fotowoltaicznej na terenie ujęcia wody:

- wymagania wykonawcze;
- wymagania materiałowe;
- technologię montażu;
- sprzęt;
- transport;
- nadzór i odbiory.

#### **1.4. Ogólne wymagania dotyczące robót**

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość wykonania robót i ich zgodności z dokumentacją projektową, Specyfikacją Techniczną i poleceniami Inspektora Nadzoru Robót oraz za sposób ich prowadzenia, zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami, przestrzegając przepisów bhp oraz bezpieczeństwa ruchu.

#### **1.5. Wyszczególnienie i opis prac towarzyszących i robót tymczasowych**

1. Zapewnienie kierowania robotami przez osoby posiadające odpowiednie uprawnienia zgodnie z wymaganiami ustawy prawo budowlane,
2. Zapewnienie wykonywania robót przez osoby posiadające odpowiednie zaświadczenia zgodnie z wymaganiami ustawy prawo energetyczne,

#### **1.6. Informacja o terenie budowy**

##### **1.6.1. Charakterystyka terenu budowy.**

Szczegółową charakterystykę terenu budowy określa opracowana dokumentacja projektowa.

##### **1.6.2. Przekazanie terenu budowy**

Zamawiający protokolarnie przekazuje wykonawcy teren budowy w czasie na warunkach określonych w warunkach umowy.

W czasie przekazania terenu budowy zamawiający przekazuje wykonawcy:

- dokumentację projektową,
- kopie innych decyzji i uzgodnień, wymaganych przy prowadzeniu robót,
- dziennik budowy w przypadku gdy jest wymagany.

Przekazane dokumenty przekazane wykonawcy przez inspektora nadzoru stanowią załączniki do zawartej umowy. Wyszczególnione w nich wymagania są obowiązujące dla wykonawcy. Wykonawca nie może wykorzystywać ew. błędów lub braków – w dokumentach i w przypadku ich stwierdzenia winien niezwłocznie powiadomić inspektora nadzoru, który dokona stosownych zmian, poprawek lub udzieli wyjaśnień. Dane liczbowe podane na rysunkach są ważniejsze od odczytów ze skali rysunku.

Wszystkie wykonane roboty winny być wykonane zgodnie z dokumentacją i specyfikacją techniczną. W przypadku gdy zabudowane wyroby lub wykonane roboty nie będą zgodne z dokumentacją projektową i specyfikacją techniczną, zostaną one zastąpione innymi spełniającymi wymagania, a elementy budowli rozebrane i wykonane ponownie na koszt wykonawcy.

#### **1.6.3. Organizacja robót budowlanych**

Wykonawca będzie odpowiedzialny za teren budowy oraz wszystkie wyroby użyte do realizacji budowy od chwili przekazania przez zamawiającego terenu budowy do chwili ostatecznego zakończenia robót. W trakcie wykonywania robót wykonawca dostarczy i zainstaluje wszystkie niezbędne urządzenia i zabezpieczenia konieczne do prawidłowego wykonania robót.

#### **1.6.4. Zabezpieczenie interesów osób trzecich**

Przed rozpoczęciem robót wykonawca poda ten fakt do wiadomości właścicielom, użytkownikom wieczystym, zarządcom lub pełnomocnikom nieruchomości (działek) na których prowadzone będą roboty budowlane w sposób i w terminie uzgodnionym z inspektorem nadzoru inwestorskiego oraz w szczególnych wymaganiach właścicieli działek wskazanych w dokumentacji projektowej.

Przy wykonywaniu robót wykonawca uwzględni szczególne wymagania właścicieli działek określone w dokumentacji projektowej.

Po zakończeniu robót wykonawca przywróci teren do stanu pierwotnego, a w przypadku braku możliwości przywrócenia terenu do stanu pierwotnego wykonawca wypłaci stosowne odszkodowania określone przez właściwego rzeczoznawcę.

#### **1.6.5. Ochrona własności i urządzeń**

Wykonawca jest odpowiedzialny za ochronę istniejących instalacji i urządzeń nadziemnych i podziemnych na terenie placu budowy oraz w strefie oddziaływania wykonywanych robót. Wykonawca będzie odpowiedzialny za wszelkie szkody powstałe w wyniku jego działania lub zaniechania.

#### **1.6.6. Ochrona środowiska**

W trakcie wykonywanych robót wykonawca jest zobowiązany stosować się do wszystkich obowiązujących przepisów w zakresie ochrony środowiska.

#### **1.6.7. Warunki bezpieczeństwa pracy**

Jeżeli dla potrzeb wykonania robót konieczne jest opracowanie planu BIOZ wykonawca go sporządzi i dostarczy kopię Zamawiającemu wraz z oświadczeniem o planowanej ilości pracowników wykonujących roboty oraz czasu ich pracy koniecznego do wykonania kompletnego zakresu robót.

Wykonawca dostarczy na budowę wszelki niezbędny sprzęt i urządzenia konieczne dla zapewnienia ich prawidłowego wykonania pod względem zgodności z przepisami BHP.

Wykonawca jest odpowiedzialny za wykonanie robót w zgodzie z obowiązującymi przepisami w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy.

#### **1.6.8. Zaplecze dla potrzeb wykonawcy**

Za organizację zaplecza dla potrzeb budowy odpowiedzialny jest wykonawca.

#### **1.6.9. Warunki dotyczące organizacji ruchu**

Za organizację ruchu dla potrzeb budowy odpowiedzialny jest wykonawca. Wykonawca opracuje kompletny projekt organizacji ruchu, uzgodni z właściwym zarządcą drogi.

#### **1.6.10. Ogrodzenia**

Jeżeli wykonywane roboty będą wymagały zastosowania ogrodzeń, barier itp. ich koszty ponosi wykonawca robót.

#### **1.6.11. Zabezpieczenia poszycia dachu**

Wykonawca jest odpowiedzialny za ochronę poszycia dachu, a w przypadku gdy wykonywane roboty naruszają ich konstrukcję jest zobowiązany do przewrócenia ich do stanu pierwotnego.

## **1.7. Określenia podstawowe**

Określenia podane w niniejszej specyfikacji technicznej są zgodne z właściwymi obowiązującymi przepisami, właściwymi zharmonizowanymi Polskimi lub Europejskimi Normami oraz dokumentacją projektową.

## **2. Wymagania dotyczące wyrobów budowlanych**

### **2.1. Ogólne wymagania wyrobów budowlanych**

Wszystkie zakupione przez Wykonawcę materiały, dla których normy PN i BN przewidują posiadanie zaświadczenia o jakości lub atestu powinny być zaopatrzone przez producenta w taki dokument. Inne materiały powinny być wyposażone w dokumenty potwierdzające ich właściwości oraz zakres stosowania i winny być udostępnione na życzenie Inspektora Nadzoru Inwestorskiego.

### **2.2. Właściwości wyrobów budowlanych**

#### **2.2.1. Materiały elektryczne**

Przy budowie instalacji elektroenergetycznych należy stosować kable, inwertery, panele fotowoltaiczne i inne materiały elektryczne zgodnie z dokumentacją projektową. Dopuszcza się zastosowanie materiałów i urządzeń zamiennych do określonych w dokumentacji projektowej pod warunkiem akceptacji takiej zamiany przez Zamawiającego.

#### **2.3. Przechowywanie wyrobów budowlanych**

Przechowywanie urządzeń i innych materiałów winno być zgodne z normami dotyczącymi tych wyrobów lub wytycznymi ich producenta.

#### **2.4. Transport wyrobów budowlanych**

Transport wszelkich materiałów koniecznych do wykonania robót zapewnia wykonawca. Wykonawca jest zobowiązany do stosowania jedynie takich środków transportu wyrobów budowlanych, które nie wpłyną niekorzystnie na ich jakość. Liczba środków transportu powinna gwarantować dostarczenie wyrobów budowlanych z zasadami określonymi w dokumentacji projektowej, ST i wskazaniach inspektora nadzoru, w terminie przewidzianym umową.

#### **2.5. Warunki dostawy wyrobów budowlanych**

Wszelkie materiały konieczne do wykonania robót dostarcza wykonawca.

#### **2.6. Składowanie wyrobów budowlanych**

Za składowanie materiałów na terenie placu odpowiedzialny jest wykonawca robót.

#### **2.7. Kontrola jakości wyrobów budowlanych**

Zlecający może okresowo kontrolować dostarczane na budowę materiały i urządzenia aby skontrolować ich zgodność z wymaganiami specyfikacji technicznej oraz dokumentacji projektowej. Zlecający jest upoważniony do pobierania próbek materiałów i urządzeń aby sprawdzić ich właściwości. Wyniki tych prób mogą stanowić podstawę do aprobaty jakości danej partii materiałów. Wykonawca udzieli niezbędnego wsparcia w zakresie dostępu do materiałów i uzyskania jego próbek dla potrzeb zbadania ich właściwości.

### **3. WYMAGANIA DOTYCZĄCE SPRZĘTU I MASZYN NIEZBĘDNYCH LUB ZALECANYCH DO WYKONANIA ROBÓT BUDOWLANYCH ZGODNIE Z ZAŁOŻONĄ JAKOŚCIĄ**

#### **3.2. Ogólne wymagania**

Wykonawca jest zobowiązany do używania jedynie takiego sprzętu, który nie spowoduje niekorzystnego wpływu na jakość wykonywanych robót, zarówno w miejscu tych robót, jak też przy wykonywaniu czynności pomocniczych oraz w czasie transportu, załadunku i wyładunku materiałów, sprzętu itp. Sprzęt używany przez Wykonawcę powinien uzyskać akceptację inspektora nadzoru. Liczba i wydajność sprzętu powinna gwarantować wykonanie robót zgodnie z zasadami określonymi w dokumentacji projektowej, ST i wskazaniach inspektora nadzoru w terminie przewidzianym w umowie.

#### **3.3. Sprzęt do wykonania instalacji fotowoltaicznej**

Wykonawca przystępujący do wykonania instalacji fotowoltaicznej winien wykazać się możliwością korzystania z następujących maszyn i sprzętu, gwarantujących właściwą jakość robót:

- żurawia samochodowego,
- samochodu specjalnego liniowego z platformą i balkonem,
- spawarki transformatorowej,
- rusztowań, ruchomych podestów roboczych,
- inny drobny sprzęt montażowy,
- mierników pomiarowych odpowiednich dla zakresu robót.

#### **4. WYMAGANIA DOTYCZĄCE ŚRODKÓW TRANSPORTU**

##### **4.1. Ogólne wymagania**

Wykonawca jest zobowiązany do stosowania jedynie takich środków transportu, które nie wpłyną niekorzystnie na jakość wykonywanych robót. Liczba środków transportu powinna gwarantować prowadzenie robót zgodnie z zasadami określonymi w dokumentacji projektowej, ST i wskazaniach inspektora nadzoru, w terminie przewidzianym umową.

##### **4.2. Środki transportu**

Wykonawca przystępujący do wykonania robót powinien wykazać się możliwością korzystania następujących środków transportu:

- samochodu skrzyniowego,
- samochodu dostawczego,

Podczas transportu przewożone materiały powinny być zabezpieczone przed ich przemieszczeniem i układane zgodnie z warunkami transportu wydanymi przez ich wytwórcę.

## 5. WYMAGANIA DOTYCZĄCE WYKONANIA ROBÓT BUDOWLANYCH

### 5.1. Ogólne zasady wykonania robót

Wykonawca jest odpowiedzialny za prowadzenie robót zgodnie z umową i dokumentacją projektową, oraz za jakość stosowanych materiałów i wykonywanych robót, za ich zgodność z dokumentacją projektową, wymaganiami Specyfikacji Technicznej oraz poleceniami Inspektora Nadzoru.

Wykonawca ponosi odpowiedzialność za dokładne wytyczanie w terenie i wyznaczanie wysokości wszystkich elementów robót zgodnie z wymiarami i rzędnymi określonymi w dokumentacji projektowej lub przekazywanymi na piśmie przez Inspektora Nadzoru.

Następstwa jakiegokolwiek błędu spowodowanego przez wykonawcę w wytyczaniu i wyznaczaniu robót zostaną, jeśli wymagać tego będzie Inspektor Nadzoru, poprawione przez Wykonawcę na własny koszt. Sprawdzanie wytyczenia robót lub wyznaczenia wysokości przez Inspektora Nadzoru nie zwalnia Wykonawcy od odpowiedzialności za ich dokładność.

Decyzje Inspektora Nadzoru dotyczące akceptacji lub odrzucenia materiałów i elementów robót będą oparte na wymaganiach sformułowanych w umowie, dokumentacji projektowej i w ST, a także w przywołanych normach. Przy podejmowaniu decyzji Inspektor Nadzoru uwzględni wyniki badań materiałów i robót, rozrzuty normalnie występujące przy produkcji i przy badaniach materiałów, doświadczenia z przeszłości, wyniki badań naukowych oraz inne czynniki wpływające na rozważaną kwestię.

Polecenia Inspektora Nadzoru będą wykonywane nie później niż w czasie przez niego wyznaczonym, po ich otrzymaniu przez Wykonawcę, pod groźbą zatrzymania robót. Skutki finansowe z tego tytułu ponosi Wykonawca.

### Zakres projektowany

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z budową ogniw fotowoltaicznych i magazynu energii na terenie ujęcia wody w miejscowości Wierchowiska II dz. nr 785/2.

### Charakterystyka obiektu

Instalacja przewidziana jest o mocy 40 kWp. Zgodnie z zapisami Prawa energetycznego przygotowanie instalacji nie wymagało wydania przez Przedsiębiorstwo Energetyczne warunków przyłączenia do sieci. Przewody AC od inwerterów instalacji PV będą wpięte do tablicy rozdzielnic głównej budynku ujęcia wody, która znajduje się na terenie obiektu.

## 5. WYKONANIE ROBÓT INSTALACJI PV

### 5.1. Lokalizacja

Lokalizacja paneli fotowoltaicznych, magazynu energii, inwertera i kabli wg dokumentacji projektowej.

### 5.2. Instalacja fotowoltaiczna

Instalacje fotowoltaiczne zostaną umieszczone na gruncie na terenie ujęcia wody. Panele fotowoltaiczne będą przyjmowały kąt 25° skierowane będą na południe.

### 5.3. Specyfikacji modułów fotowoltaicznych

Do budowy instalacji fotowoltaicznej przewiduje się wykorzystanie modułów monokrystalicznych w technologii mono-facial o mocy 500 Wp.

Podstawowe minima parametrów technicznych projektowanych modułów:

▪ moc maksymalna $P_{max}$	500Wp
▪ napięcie obwodu otwartego $U_{oc}$	44,21 V
▪ napięcie w punkcie mocy maksymalnej $U_{mpp}$	36,79 V
▪ prąd w punkcie mocy maksymalnej $I_{mpp}$	13,59 A
▪ prąd zwarcia $I_{sc}$	14,17 A
▪ gwarancja	25 lat

Warunki gwarancji powinny być nie gorsze niż: 12 letnia gwarancja na produkt i 25 letnia gwarancja wydajności liniowej. Roczna degradacja w/w wydajności liniowej w zakresie od 0,4% do 0,7% w całym okresie 25lat. Moduły powinny być produkcji europejskiej oraz powinny być wyprodukowane nie wcześniej niż w roku 2025. Moduły powinny posiadać certyfikaty IEC 61215 oraz IEC 61730, a producent powinien posiadać certyfikaty zarządzania jakością takie jak: ISO 9001:2015, ISO 14001:2015.

#### 5.4. Specyfikacja inwerterów

Do połączenia paneli fotowoltaicznych z siecią zasilającą projektuje się dwa 3-fazowe inwertery o mocy 20kW każdy.

Podstawowe minima parametrów technicznych projektowanego inwertera:

▪ moc maksymalna wejściowa	20 kW
▪ zakres napięcia roboczego MPPT	200...1000 V
▪ napięcie startowe	200 V
▪ maksymalne napięcie wejściowe	1100 V
▪ maksymalny prąd MPPT	30 A
▪ maksymalny prąd zwarcia MPPT	40 A
▪ znamionowa moc czynna wyjściowa	20 kW
▪ znamionowe napięcie wyjściowe	400/230 V
▪ prąd znamionowy wyjściowy	28,9 A
▪ częstotliwość znamionowa wyjściowa	50/60 Hz
▪ zakres regulacji współczynnika mocy	0,8 (wyprzedzający).....0,8 (opóźniony)
▪ współczynnik zawartości harmoniczných THD	< 3%
▪ stopień ochrony	IP66
▪ zabezpieczenie przed pracą wyspową	tak
▪ monitorowanie awarii łańcucha modułów PV	tak
▪ zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją	tak
▪ ochronniki przeciwprzepięciowe AC i DC	tak

#### 5.5. Specyfikacja magazynu energii

Do budowy magazynu energii przewiduje się wykorzystanie ogniw typu litowo-żelazowo-fosforanowa (LiFePO<sub>4</sub>).

Podstawowe minima parametrów technicznych projektowanego magazynu energii:

▪ Moc znamionowa	10,5 kW
▪ Pojemność znamionowa	20,7 kWh
▪ Zakres napięcia pracy	600-980 A
▪ Żywotność	≥6000 cykli
▪ Klasa szczelności	IP66
▪ Ilość	2 szt.

#### 5.6. Instalacja AC i DC

Połączenia poszczególnych modułów do inwertera zostaną wykonane za pomocą kabli dedykowanych dla instalacji stałoprądowych fotowoltaicznych o przekroju żył wyznaczonych zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami, a także wg wytycznych branżowych producenta modułów PV i inwerterów. Inwertery zostały zlokalizowane w pomieszczeniach do tego przeznaczonych lub obszarach obiektu budowlanego na zewnątrz (ściana, konstrukcja gruntowa) – dokumentacja projektowa.

#### 5.7. Zabezpieczenia instalacji PV

Jako zabezpieczenie strony DC projektowanej instalacji fotowoltaicznej przewiduje się rozłączniki bezpiecznikowe 2-biegunowe 20A 1000VDC typu PCF 10 DC bezpiecznikami cylindrycznymi typu CH 10 PV 20 gPV. Rozłączniki należy zainstalować w obudowie z tworzywa termoutwardzalnego 3x12 modułów w II klasie izolacji, IP 65, 1000V DC, odporną na UV. Obudowę należy zlokalizować w pomieszczeniu z inwerterami lub w opcji na zewnątrz.

#### 5.8. Ochrona przeciwprzepięciowa instalacji PV

Ochronę przed wydrukowanymi przepięciami spowodowanymi wyładowaniami atmosferycznymi zaprojektowano w oparciu o dedykowane do instalacji PV ochronniki przepięciowe o parametrach 1000/12,5 (10/350) RC. Każdy łańcuch modułów PV zostanie zabezpieczony ochronnikiem przepięciowym.

#### 5.9. Ochrona odgromowa PV

W celu zapewnienia ochrony odgromowej dla projektowanej instalacji PV, należy wykorzystać stan istniejący tej instalacji uzupełniając go o ewentualne elementy zwodów pionowych ujmujących instalację PV w strefie ochronnej instalacji odgromowej. Zwody pionowe należy połączyć z istniejącą instalacją odgromową



za pomocą przewodów odprowadzających wykonanych z drutu FeZn  $\varnothing 8$  mm. Dodatkowo moduły fotowoltaiczne PV zostaną objęte systemem połączeń wyrównawczych za pomocą przewodu LgY 16 mm<sup>2</sup>.

## 5. WYKONANIE ROBÓT KABLI ELEKTROENERGETYCZNYCH

### 5.1. Wykopy pod fundamenty i kable

Przed przystąpieniem do wykonywania wykopów, Wykonawca ma obowiązek sprawdzenia zgodności rzędnych terenu z danymi w dokumentacji projektowej oraz oceny warunków gruntowych.

Metoda wykonywania robót ziemnych powinna być dobrana w zależności od głębokości wykopu, ukształtowania terenu oraz rodzaju gruntu. Pod fundamenty prefabrykowane zaleca się wykonywanie wykopów wąsko przestrzennych ręcznie. Ich obudowa i zabezpieczenie przed osypywaniem powinno odpowiadać wymaganiom BN-83/8836-02 [25].

W obu wypadkach wykopy wykonane powinny być bez naruszenia naturalnej struktury dna wykopu i zgodnie z PN-68/B-06050 [2].

Wykop rowka pod kabel powinien być zgodny z dokumentacją projektową, SST lub wskazaniem Inżyniera. Wydobyty grunt powinien być składowany z jednej strony wykopu. Skarpy rowka powinny być wykonane w sposób zapewniający ich stateczność.

W celu zabezpieczenia wykopu przed zalaniem wodą z opadów atmosferycznych, należy powierzchnię terenu wyprofilować ze spadkiem umożliwiającym łatwy odpływ wody poza teren przylegający do wykopu.

Zasypanie fundamentu lub kabla należy dokonać gruntem z wykopu, bez zanieczyszczeń (np. darniny, korzeni, odpadków). Zasypanie należy wykonać warstwami grubości od 15 do 20 cm i zagęszczać ubijakami ręcznymi lub zagęszczarką wibracyjną. Wskaźnik zagęszczenia gruntu powinien wynosić 0,95 według BN-77/8931-12 [26]. Zagęszczenie należy wykonywać w taki sposób aby nie spowodować uszkodzeń fundamentu lub kabla.

Nadmiar gruntu z wykopu, pozostający po zasypaniu fundamentu lub kabla, należy rozplantować w pobliżu lub odwieźć na miejsce wskazane w SST lub przez Inżyniera.

### 5.2. Budowa linii kablowych

Kable należy układać w trasach wytyczonych przez fachowe służby geodezyjne. Układanie kabli powinno być zgodne z normą PN-76/E-05125 [13].

Kable powinny być układane w sposób wykluczający ich uszkodzenie przez zginanie, skręcanie, rozciąganie itp. Temperatura otoczenia przy układaniu kabli nie powinna być mniejsza niż 0°C.

Kabel można zginać jedynie w przypadkach koniecznych, przy czym promień gięcia powinien być możliwie duży, jednak nie mniejszy niż 10-krotna zewnętrzna jego średnica.

Bezpośrednio w gruncie kable należy układać na głębokości 0,7 m z dokładnością  $\pm 5$  cm w rurach osłonowych  $\varnothing 75$  (sztywnych),  $\varnothing 75$  (giętkich) i  $\varnothing 50$  (sztywnych),  $\varnothing 50$  (giętkich) zasypać warstwą gruntu rodzimego. Typ zastosowania rur osłonowych uzależniony będzie od warunków terenowych w których prace będą wykonywane (ciągi komunikacyjne, grunt nie zagospodarowany).

Jako ochronę przed uszkodzeniami mechanicznymi, wzdłuż całej trasy, co najmniej 25 cm nad kablem, należy układać folię koloru niebieskiego szerokości 20 cm.

Przy skrzyżowaniu z innymi instalacjami podziemnymi lub z drogami, kabel należy układać w przepustach kablowych. Przepusty powinny być zabezpieczone przed przedostawaniem się do ich wnętrza wody i przed ich zamuleniem.

W miejscach skrzyżowań kabli z istniejącymi drogami o nawierzchni twardej, zaleca się wykonywanie przepustów kablowych metodą wiercenia poziomego, przewidując po jednym przepuscie rezerwowym na każdym skrzyżowaniu.

Kabel ułożony w ziemi na całej swej długości powinien posiadać oznaczniki identyfikacyjne.

Na mostach i wiaduktach kable należy układać w sposób zapewniający:

- nienaruszalność konstrukcji i nieosłabienie wytrzymałości mechanicznej mostu lub wiaduktu,
- łatwość układania, montażu, kontroli, napraw i ochronę kabli przed uszkodzeniami mechanicznymi w czasie prac związanych z naprawą i konserwacją konstrukcji.

Zaleca się przy latarniach, złączu kablowym, przepustach kablowych; pozostawienie 1-metrowych zapasów eksploatacyjnych kabla.

Po wykonaniu linii kablowej należy pomierzyć rezystancję izolacji poszczególnych odcinków kabla induktorem o napięciu nie mniejszym niż 2,5 kV, przy czym rezystancja nie może być mniejsza niż 20 M $\Omega$ /m.

Budowę linii należy wykonywać zgodnie z normami i przepisami budowy oraz bezpieczeństwa i higieny pracy [22].

### 5.3. Rowy pod kable

Rowy pod kable należy wykonywać za pomocą sprzętu mechanicznego lub ręcznie w zależności od warunków terenowych i podziemnego uzbrojenia terenu, po uprzednim wytyczeniu ich tras przez służby geodezyjne.

Wymiary poprzeczne rowów uzależnione są od rodzaju kabli i ich ilości układanych w jednej warstwie.

Głębokość rowu określona jest głębokością ułożenia kabla wg p. 5.4.4 powiększoną o 10 cm, natomiast szerokość dna rowu obliczamy ze wzoru:

$$S = nd + (n-1) a + 20 \text{ [cm]}$$

gdzie: n - ilość kabli w jednej warstwie,

d - suma średnic zewn. Wszystkich kabli w warstwie,

a - suma odległości pomiędzy kablami wg tablicy 1.

Tablica 1. Odległości między kablami ułożonymi w gruncie przy skrzyżowaniach i zbliżeniach

Skrzyżowanie lub zbliżenie	Najmniejsza dopuszczalna odległość w cm	
	pionowa przy skrzyżowaniu	pozioma przy zbliżeniu
Kabli elektroenergetycznych na napięcie znamionowe do 1 kV z kablami tego samego rodzaju lub sygnalizacyjnymi	25	10
Kabli sygnalizacyjnych i kabli przeznaczonych do zasilania urządzeń oświetleniowych z kablami tego samego rodzaju	25	mogą się stykać
Kabli elektroenergetycznych na napięcie znamionowe do 1 kV z kablami elektroenergetycznymi na napięcie znamionowe wyższe niż 1 kV	50	10
Kabli elektroenergetycznych na napięcie znamionowe wyższe niż 1 kV i nie przekraczające 10 kV z kablami tego samego typu	50	10
Kabli elektroenergetycznych na napięcie znamionowe wyższe niż 10 kV z kablami tego samego rodzaju	50	25
Kabli elektroenergetycznych z kablami telekomunikacyjnymi	50	50
Kabli różnych użytkowników	50	50
Kabli z mufami sąsiednich kabli`	-	25

### 5.4. Układanie kabli

#### 5.4.1.Ogólne wymagania

Układanie kabli powinno być wykonane w sposób wykluczający ich uszkodzenie przez zginanie, skręcanie, rozciąganie itp. Ponadto przy układaniu powinny być zachowane środki ostrożności zapobiegające uszkodzeniu innych kabli lub urządzeń znajdujących się na trasie budowanej linii.

Zaleca się stosowanie rolek w przypadku układania kabli o masie większej niż 4 kg/m. Rolki powinny być ustawione w takich odległościach od siebie, aby spoczywający na nich kabel nie dotykał podłoża.

Podczas przechowywania, układania i montażu, końce kabla należy zabezpieczyć przed wilgocią oraz wpływami chemicznymi i atmosferycznymi przez:

- szczelne zalutowanie powłoki,
- nałożenie kapturka z tworzywa sztucznego (rodzaju jak izolacja).

#### 5.4.2.Temperatura otoczenia i kabla

Temperatura otoczenia i kabla przy układaniu nie powinna być niższa niż:

- 4°C - w przypadku kabli o izolacji papierowej o powłoce metalowej,
- 0°C - w przypadku kabli o izolacji i powłoce z tworzyw sztucznych.

W przypadku kabli o innej konstrukcji niż wymienione w pozycji a) i b) temperatura otoczenia i temperatura układanego kabla - wg ustaleń wytwórcy.

Zabrania się podgrzewania kabli ogniem.

Wzrost temperatury otoczenia ułożonego kabla na dowolnie małym odcinku trasy linii kablowej powodowany przez sąsiednie źródła ciepła, np. rurociąg ciepły, nie powinien przekraczać 5°C.

#### **5.4.3. Zginanie kabli**

Przy układaniu kabli można zginać kabel tylko w przypadkach koniecznych, przy czym promień gięcia powinien być możliwie duży, nie mniejszy niż:

- a) 25-krotna zewnętrzna średnica kabla - w przypadku kabli olejowych,
- b) 20-krotna zewnętrzna średnica kabla - w przypadku kabli jednożyłowych o izolacji papierowej i o powłoce ołowianej, kabli o izolacji polietylenowej i o powłoce polwinitowej oraz kabli wielożyłowych o izolacji papierowej i o powłoce aluminiowej o liczbie żył nie przekraczających 4,
- c) 15-krotna zewnętrzna średnica kabla - w przypadku kabli wielożyłowych o izolacji papierowej i o powłoce ołowianej oraz w przypadku kabli wielożyłowych skręcanych z kabli jednożyłowych o liczbie żył nie przekraczających 4.

#### **5.4.4. Układanie kabli bezpośrednio w gruncie**

Kable należy układać na dnie rowu pod kable, jeżeli grunt jest piaszczysty, w pozostałych przypadkach kable należy układać na warstwie piasku o grubości co najmniej 10 cm. Nie należy układać kabli bezpośrednio na dnie wykopu kamiennego lub w gruncie, który mógłby uszkodzić kabel, ani bezpośrednio zasypywać takim gruntem.

Kable należy zasypywać warstwą piasku o grubości co najmniej 10 cm, następnie warstwą rodzimego gruntu o grubości co najmniej 15 cm, a następnie przykryć folią z tworzywa sztucznego. Odległość folii od kabla powinna wynosić co najmniej 25 cm.

Grunt należy zagęszczać warstwami co najmniej 20 cm. Wskaźnik zagęszczenia gruntu powinien osiągnąć co najmniej 0,85 wg BN-72/8932-01 [14].

Głębokość ułożenia kabli w gruncie mierzona od powierzchni gruntu do zewnętrznej powierzchni kabla powinna wynosić nie mniej niż:

- 70 cm - w przypadku kabli o napięciu znamionowym do 1 kV, z wyjątkiem kabli ułożonych w gruncie na użytkach rolnych,
- 80 cm - w przypadku kabli o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV, lecz nie przekraczającym 15 kV, z wyjątkiem kabli ułożonych w gruncie na użytkach rolnych,
- 90 cm - w przypadku kabli o napięciu znamionowym do 15 kV ułożonych w gruncie na użytkach rolnych,
- 100 cm - w przypadku kabli o napięciu znamionowym wyższym niż 15 kV.

Kable powinny być ułożone w rowie linią falistą z zapasem (od 1 do 3% długości wykopu) wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntu. Przy mufach zaleca się pozostawić zapas kabli po obu stronach mufy, łącznie nie mniej niż:

- 4 m - w przypadku kabli o izolacji papierowej nasyczonej lub z tworzyw sztucznych, o napięciu znamionowym od 15 do 40 kV,
- 3 m - w przypadku kabli o izolacji papierowej nasyczonej lub z tworzyw sztucznych, o napięciu znamionowym od 1 do 10 kV,
- 1 m - w przypadku kabli o izolacji z tworzyw sztucznych, o napięciu znamionowym 1 kV.

#### **5.4.5. Układanie kabli na wiaduktach i mostach**

Na wiaduktach i mostach należy układać kable w sposób zapewniający:

- nienaruszalność konstrukcji i nieosłabienie wytrzymałości mechanicznej wiaduktu lub mostu,
- łatwość układania, montażu, kontroli i napraw kabli,
- ochronę kabli przed uszkodzeniami mechanicznymi w czasie prac związanych z naprawą i konserwacją obiektu.

W miejscach przejścia kabli przez szczeliny dylatacyjne, przejścia kabli z konstrukcji nośnej na filary i przyczółki oraz w miejscach przejścia kabli z gruntu na wiadukty lub mosty, kable powinny mieć zapasy długości uniemożliwiające wystąpienie w kablu naprężeń rozciągających.

Nie powinno się łączyć kabli na wiaduktach i mostach.

#### **5.5. Skrzyżowania i zbliżenia kabli między sobą**

Skrzyżowania kabli między sobą należy wykonywać tak, aby kabel wyższego napięcia był zakopany głębiej niż kabel niższego napięcia, a linia elektroenergetyczna lub sygnalizacyjna głębiej niż linia telekomunikacyjna.

## 5.6. Skrzyżowania i zbliżenia kabli z innymi urządzeniami podziemnymi

Zaleca się krzyżować kable z urządzeniami podziemnymi pod kątem zbliżonym do 90° i w miarę możliwości w największym miejscu krzyżowanego urządzenia. Każdy z krzyżujących się kabli elektroenergetycznych i sygnalizacyjnych ułożony bezpośrednio w gruncie powinien być chroniony przed uszkodzeniem w miejscu skrzyżowania i na długości po 50 cm w obie strony od miejsca skrzyżowania. Przy skrzyżowaniu kabli z rurociągami podziemnymi zaleca się układanie kabli nad rurociągami.

Tablica 2. Najmniejsze dopuszczalne odległości kabli ułożonych w gruncie od innych urządzeń podziemnych

Rodzaj urządzenia podziemnego	Najmniejsza dopuszczalna odległość w cm	
	pionowa przy skrzyżowaniu	pozioma przy zbliżeniu
Rurociągi wodociągowe, ściekowe, ciepłe, gazowe z gazami niepalnymi i rurociągi z gazami palnymi o ciśnieniu do 0,5 at	80 <sup>1)</sup> przy średnicy rurociągu do 250 mm i 150 <sup>2)</sup>	50
Rurociągi z cieczami palnymi	przy średnicy	100
Rurociągi z gazami palnymi o ciśnieniu wyższym niż 0,5 at i nie przekraczającym 4 at	większej niż 250 mm	100
Rurociągi z gazami palnymi o ciśnieniu wyższym niż 4 at	BN-71/8976-31 [17]	
Zbiorniki z płynami palnymi	200	200
Części podziemne linii napowietrznych (ustój, podpora, odciążka)	-	80
Ściany budynków i inne budowle, np. tunele, kanały	-	50
Urządzenia ochrony budowli od wyładowań atmosferycznych	50	50

1) dopuszcza się zmniejszenie odległości do 50 cm pod warunkiem zastosowania rury ochronnej

2) dopuszcza się zmniejszenie odległości do 80 cm pod warunkiem zastosowania rury ochronnej.

## 5.7. Skrzyżowania i zbliżenia kabli z drogami

Kable powinny się krzyżować z drogami pod kątem zbliżonym do 90° i w miarę możliwości w jej największym miejscu.

Przy ułożeniu kabla bezpośrednio w gruncie ochrona kabla od urządzeń mechanicznych w miejscach skrzyżowania z drogą, powinna odpowiadać postanowieniom zawartym w tablicy 3.

Tablica 3. Długości przepustów kablowych przy skrzyżowaniu z drogami i rurociągami

Rodzaj krzyżowanego obiektu	Długość przepustu na skrzyżowaniu
Rurociąg	średnica rurociągu z dodaniem po 50 cm z każdej strony
Droga o przekroju ulicznym z krawężnikami	szerokość jezdni z krawężnikami z dodaniem po 50 cm z każdej strony

Droga o przekroju szlakurowym z rowami odwadniającymi	szerokość korony drogi i szerokości obu rowów do zewnętrznej krawędzi ich skarpy z dodaniem po 100 cm z każdej strony
Droga w nasypie	szerokość korony drogi i szerokość rzutu skarp nasypów z dodaniem po 100 cm z każdej strony od dolnej krawędzi nasypu

W przypadku przekrojów półlucicznych, z jednostronnym rowem lub jednostronnym nasypem - długości przepustów należy ustalać odpowiednio wg ww. wzorów.

Najmniejsza odległość pionowa między górną częścią osłony kabla a płaszczyzną jezdni nie powinna być mniejsza niż 100 cm.

Odległość między górną częścią osłony kabla a dnem rowu odwadniającego powinna wynosić co najmniej 50 cm.

Ww. minimalne odległości od powierzchni jezdni i dna rowu mogą być zwiększone, gdyż dla konkretnego odcinka drogi powinny wynikać z warunków określonych przez zarząd drogowy (uwzględniających projektowaną przebudowę konstrukcji nawierzchni lub pogłębienie rowu).

Kable należy układać poza pasem drogowym w odległości co najmniej 1 m od jego granicy.

Odległość kabli od zadrzewienia drogowego (od pni drzew) powinna wynosić co najmniej 2 m.

W przypadku niemożności prowadzenia linii kablowych poza pasem drogowym: na terenach zalewowych, zalesionych lub zajętych pod sady, dopuszcza się układanie ich w pasie drogowym na skarpach nasypów lub na częściach pasa poza koroną drogi.

Roboty przy układaniu kablowych linii elektroenergetycznych na skrzyżowaniach z drogami i na odcinkach ewentualnego wejścia linią kablową na teren pasa drogowego przy zbliżeniach do drogi - wymagają zezwolenia ze strony zarządu drogowego i należy je wykonywać na warunkach podanych w tym zezwoleniu, zgodnie z ustawą o drogach publicznych [25].

## 5.8. Wykonanie muf i głowic

Łączenie, odgałęzianie i zakańczanie kabli należy wykonywać przy użyciu muf i głowic kablowych.

Nie należy stosować muf odgałęźnych do kabli o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV.

Mufy i głowice powinny być tak umieszczone, aby nie było utrudnione wykonywanie prac montażowych.

W przypadku wiązek kabli składających się z kabli jednożyłowych, zaleca się przesunięcie względem siebie (wzdłuż kabla) muf montowanych na poszczególnych kablach.

Metalowe wkładki muf przelotowych powinny być przylutowane szczelnie do powłok metalowych kabli. Miejsca połączeń żył kabli w mufach powinny być izolowane oddzielnie, przy czym rozkład pola elektrycznego w izolacji tych miejsc powinien być zbliżony do rozkładu pola w kablu. Na izolację miejsc łączenia żył zaleca się stosować materiały izolacyjne o własnościach zbliżonych do własności izolacji łączonych kabli. Dopuszcza się niewykonywanie oddzielnego izolowania miejsc łączenia żył kabli o napięciu znamionowym nie przekraczającym 1 kV, jeżeli mufy wykonywane są z żywicy samoutwardzalnych.

Izolatory i kadłuby głowic oraz kadłuby muf do kabla o izolacji z tworzyw sztucznych powinny być wypełnione zalewą izolacyjną nie działającą szkodliwie na izolację i inne elementy tych kabli. Mufy przelotowe kabli olejowych umieszczone bezpośrednio w gruncie powinny mieć osłonę otaczającą wykonaną z materiałów niepalnych, np. z cegieł wg BN-64/6791-02 [13], połączonych zaprawą cementowo-wapienną wg PN-65/B-14503 [10] i wykonaną zgodnie z dokumentacją projektową.

## 5.9. Wykonanie połączeń powłok, pancerzy i żył kabli

Własności elektryczne połączeń powinny być zgodne z normą PN-74/E-06401 [3]. Przewodność połączenia metalowych powłok kabli lub pancerzy powinna być nie mniejsza niż przewodność łączonych powłok lub pancerzy. W przypadku łączenia aluminiowych powłok kabli dopuszcza się przewodność połączenia nie mniejszą niż 0,7 przewodności powłoki.

Metalowe powłoki kabli oraz pancerze powinny być połączone metalicznie ze sobą oraz z metalowymi kadłubami muf przelotowych i głowic. Połączenia powłok aluminiowych ze sobą i kadłubem mufy należy wykonywać wewnątrz mufy przy użyciu przewodów aluminiowych o przekroju nie mniejszym niż 10 mm<sup>2</sup>. Połączenia ze sobą powłok, żył powrotnych i pancerzy kabli z materiałów innych niż aluminium należy wykonać przewodami miedzianymi o przekroju nie mniejszym niż 6 mm<sup>2</sup>.

Połączenia powinny być wykonywane przez lutowanie lub spawanie. W przypadku muf z wkładkami metalowymi przylutowanymi do metalowych powłok obu łączonych odcinków kabli, nie wymaga się dodatkowego łączenia powłok przy użyciu oddzielnych przewodów.

## 5.10. Układanie przepustów kablowych

Przepusty kablowe należy wykonywać z rur stalowych lub z PCW o średnicy wewnętrznej nie mniejszej niż 100 mm dla kabli do 1 kV i 150 mm dla kabli powyżej 1 kV.

Przepusty kablowe należy układać w miejscach, gdzie kabel narażony jest na uszkodzenia mechaniczne. W jednym przepuszczeniu powinien być ułożony tylko jeden kabel; nie dotyczy to kabli jednożyłowych tworzących układ wielofazowy i kabli sygnalizacyjnych.

Głębokość umieszczenia przepustów kablowych w gruncie, mierzona od powierzchni terenu do górnej powierzchni rury, powinna wynosić co najmniej 70 cm - w terenie bez nawierzchni i 100 cm od nawierzchni drogi (niwelety) przeznaczonej do ruchu kołowego.

Minimalna głębokość umieszczenia przepustu kablowego pod jezdnią drogi może być zwiększona, gdyż powinna wynikać z warunków określonych przez zarząd drogowy dla danego odcinka drogi.

W miejscach skrzyżowań z drogami istniejącymi o konstrukcji nierozbieralnej, przepusty powinny być wykonywane metodą wiercenia poziomego, przewidując przepusty rezerwowe dla umożliwienia ułożenia kabli dodatkowych lub wymiany kabli uszkodzonych bez rozkopywania dróg.

Miejsca wprowadzenia kabli do rur powinny być uszczelnione nasmołowanymi szmatami, sznurami lub pakietami, uniemożliwiającymi przedostawanie się do ich wnętrza wody i przed ich zamuleniem.

#### **5.11. Ochrona przeciwporażeniowa**

Metalowe głowice kabli powinny być połączone z uziemieniami w sposób widoczny. Powłoki aluminiowe kabli mogą być bezpośrednio połączone w rozdzielni z szyną zerową lub uziemiającą.

Pancerze i powłoki metalowe kabli oraz metalowe kadłuby muf powinny stanowić nieprzerwany ciąg przewodzący linii kablowej.

#### **5.12. Oznaczenie linii kablowych**

Kable ułożone w gruncie powinny być zaopatrzone na całej długości w trwałe oznaczniki rozmieszczone w odstępach nie większych niż 10 m oraz przy mufach i miejscach charakterystycznych, np. przy skrzyżowaniach.

Kable ułożone w powietrzu powinny być zaopatrzone w trwałe oznaczniki przy głowicach oraz w takich miejscach i w takich odstępach, aby rozróżnienie kabla nie nastęczało trudności.

Na oznacznikach powinny znajdować się trwałe napisy zawierające:

- symbol i numer ewidencyjny linii,
- oznaczenie kabla,
- znak użytkownika kabla,
- znak fazy (przy kablach jednożyłowych),
- rok ułożenia kabla.

Trasa kabli ułożonych w gruncie na terenach niezabudowanych z dala od charakterystycznych stałych punktów terenu, powinna być oznaczona trwałymi oznacznikami trasy, np. słupkami betonowymi typu SD [19] wkopanymi w grunt, w sposób nie utrudniający komunikacji. Na oznacznikach trasy należy umieścić trwały napis w postaci ogólnego symbolu kabla „K”. Na prostej trasie kabla oznaczniki powinny być umieszczone w odstępach około 100 m, ponadto należy je umieszczać w miejscach zmiany kierunku kabla i w miejscach skrzyżowań lub zbliżeń.

Oznaczniki trasy kabli układanych w gruncie na użytkach rolnych należy umieszczać tak, aby nie utrudniały prac rolnych i stosować takie oznaczniki, które umożliwią łatwe i jednoznaczne określenie przebiegu trasy kabla.

## **6. OPIS DZIAŁAŃ ZWIĄZANYCH Z KONTROLĄ, BADANIAM I ORAZ ODBIOREM WYROBÓW I ROBÓT BUDOWLANYCH**

### **6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót**

Przedmiotem kontroli będzie sprawdzanie wykonywania robót w zakresie ich zgodności z dokumentacją projektową, specyfikacją techniczną i instrukcjami Inspektora Nadzoru. Wykonawca jest zobowiązany do stałej i systematycznej kontroli prowadzonych robót w zakresie i z częstotliwością określoną w niniejszej ST i zaakceptowaną przez Inspektora Nadzoru. Celem kontroli jest stwierdzenie osiągnięcia założonej jakości wykonywanych robót przy budowie oświetlenia obiektu.

Wykonawca ma obowiązek wykonywania pełnego zakresu badań na budowie w celu wskazania Inspektorowi Nadzoru zgodności dostarczonych materiałów i realizowanych robót z dokumentacją projektową i ST. Materiały posiadające atest producenta i realizowanych robót z dokumentacją projektową i ST. Wykonawca powinien powiadamiać Inspektora Nadzoru o rodzaju i terminie badania. Po wykonaniu badania, Wykonawca przedstawia na piśmie wynik badań do akceptacji Inspektora Nadzoru. Wykonawca powiadomi pisemnie Inspektora Nadzoru o zakończeniu każdej roboty zanikającej, celem stwierdzenia poprawności jej wykonania przez Inspektora Nadzoru. Kontynuacja robót może nastąpić po przeprowadzeniu kontroli przez Inspektora Nadzoru.

### **6.2. Inwerter i moduły fotowoltaiczne**

Parametry inwertera, magazynu energii i modułów fotowoltaicznych powinny być zgodne z dokumentacją projektową

### **6.3. Instalacja odgromowa**

Moduły PV muszą zostać objęte ochroną odgromową zgodnie z normą PE-IEC 62305 oraz systemem połączeń wyrównawczych.

### **6.4. Linia kablowe**

W czasie wykonywania i po zakończeniu robót kablowych należy przeprowadzić następujące pomiary:

- rezystancja izolacji i ciągłości żył kabla,
- skuteczności działania zabezpieczeń pod względem ochrony przewodów i kabli pod względem ochrony przeciwporażeniowej oraz ochrony przed skutkami przepływu prądu zwarciovego.

### **6.5. Konstrukcje**

Konstrukcja, po ich montażu podlegają sprawdzaniu pod kątem:

- prawidłowości ustawienia,
- jakości połączeń śrubowych ,
- stanu antykorozyjnej powłoki ochronnej wszystkich elementów
- zgodności ich montażu z wytycznymi ich producenta.

Dostarczona konstrukcja powinna być zgodna z projektem i spełniać odpowiednie normy statystyczne na obciążenie śniegiem (EN-1991-3) i wiatrem (EN-1991-4). Konstrukcja powinna spełniać wymagania jakościowe do pracy na wolnym powietrzu w szczególności:

- a) montaż należy realizować w sposób uniemożliwiający korozję kontaktową,
- b) do połączeń śrubowych należy stosować wyłącznie śruby, nakrętki i podkładki wykonane ze stali nierdzewnej,
- c) wady materiałowe oraz zabezpieczenie korozyjne objęte są 10-cio letnią gwarancją producenta mającego przedstawiciela na terenie polski.

### **6.6. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi elementami robót**

Wszystkie materiały nie spełniające wymagań ustalonych w odpowiednich punktach ST zostaną przez Inspektora Nadzoru odrzucone. Wszystkie elementy robót, które wykazują odstępstwa od postanowień ST zostaną rozebrane i ponownie wykonane na koszt Wykonawcy.

## **7. WYMAGANIA DOTYCZĄCE PRZEDMIARU I OBMIARU ROBÓT**

### **7.1. Ogólna zasady obmiaru robót**

Obmiar robót dokonany zostanie przez inspektora nadzoru lub osoby przez niego upoważnione i obejmował będzie:

1. ilość zabudowanych konstrukcji pod panele,
2. ilość zabudowanych paneli fotowoltaicznych,
3. ilość zabudowanych magazynów energii,
4. ilość zabudowanych inwerterów,
5. ilość kabli i przewodów

### **7.2. Jednostka obmiarowa**

Jednostką obmiarową dla oświetlenia terenu jest:

- m - z dokładnością do 0,25 jednostki wykonanych robót na podstawie dokumentacji projektowej, ST i pomiaru w terenie,
- szt - z dokładnością do 1 jednostki wykonanych robót na podstawie dokumentacji projektowej, ST i pomiaru w terenie,
- kpl - z dokładnością do 1 jednostki wykonanych robót na podstawie dokumentacji projektowej, ST i pomiaru w terenie.



## **8. OPIS SPOSOBU ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH**

### **8.1. Ogólne zasady odbioru robót**

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, ST i wymaganiami Inspektora Nadzoru, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji dały wyniki pozytywne.

### **8.2. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu**

Odbiór techniczny częściowy dotyczy w szczególności elementów instalacji, które ulegają zakryciu przez wykończenie budowlane lub zasypianie. Wszystkie roboty zanikające, jak oprzewodowanie podtynkowe itp. Powinny być odebrane przez inspektora nadzoru.

### **8.3. Dokumenty do odbioru końcowego robót**

Do odbioru końcowego Wykonawca jest zobowiązany przygotować:

- dziennik budowy,
- projektową dokumentację powykonawczą,
- protokół z dokonanych oględzin i pomiarów,
- protokoły odbioru robót zanikających,
- certyfikaty na urządzenia i wyroby jeśli są wymagane odrębnymi przepisami
- dokumentację techniczno-ruchową oraz instrukcje obsługi zainstalowanych urządzeń.
- gwarancję na wybudowane urządzenia.

Po zakończeniu robót, ich kolejnych etapów oraz przed podaniem napięcia Wykonawca zobowiązany jest dokonać oględzin instalacji w celu stwierdzenia kompatybilności i zgodności instalacji z projektem, właściwego doboru i montażu urządzeń oraz braku widocznych uszkodzeń, szczególnie takich które mogą spowodować pogorszenie bezpieczeństwa obsługi.

## **9. OPIS SPOSOBU ROZLICZENIA ROBÓT I PRAC TOWARZYSZĄCYCH**

### **9.1. Ogólne wymagania dotyczące płatności**

Podstawą płatności jest spełnienie warunków wykonania robót zgodnie z umową.

### **9.2. Płatności**

Warunki płatności określa umowa.

## 10. DOKUMENTY ODNIESIENIA

### 10.1. Dokumentacja projektowa

#### Dokumentacja Techniczna

*„Budowa mikroinstalacji fotowoltaicznej PV o mocy 40kW z magazynem energii na ujęciu wody – Wierchowiska Drugie” - lokalizacja Wierchowiska Drugie 152, gmina Modliborzyce.*

### 10.2. Normy

- PN-IEC 62305 Ochrona Odgromowa
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U. 2010 nr 109 poz. 719 z 2010r.)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z 2002r. z późniejszymi zmianami)
- PN-HD 60364-1:2009 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Zakres, przedmiot i wymagania podstawowe
- PN-HD 60364-4-41:2007 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przeciwporażeniowa
- PN-HD 60364-4-42:2011 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed skutkami oddziaływania ciepłego
- PN-HD 60364-4-43:2010 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed prądem przetężeniowym
- PN-IEC 60364-4-47:2001 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo -- Zastosowanie środków ochrony zapewniających bezpieczeństwo -- Postanowienia ogólne -- Środki ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym
- PN-HD 60364-4-41:2007 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Stosowanie środków ochrony dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Postanowienia ogólne -- Środki ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym
- PN-IEC 60364-4-482:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Dobór środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych -- Ochrona przeciwpożarowa
- PN-HD 60364-5-51:2006 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Postanowienia ogólne
- PN-IEC 60364-5-52:2002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Oprzewodowanie
- PN-IEC 60364-5-53:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Aparatura łączeniowa i sterownicza
- PN-IEC 60364-5-53:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Aparatura rozdzielcza i sterownicza
- PN-HD 60364-5-54:2007 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Uziemienia i przewody ochronne
- PN-HD 60364-5-56:2010 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Instalacje bezpieczeństwa
- PN-HD 60364-5-54:2007 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Układy uziemiające i połączenia wyrównawcze instalacji informatycznych
- PN-EN 62305 – Ochrona odgromowa
- N SEP-E-0002 Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa
- N SEP-E-0004 Elektroenergetyczne linie kablowe.
- PN-E-90301 Kable elektroenergetyczne o izolacji z tworzyw termoplastycznych i powłoce polwinitowej na napięcie znamionowe 0,6/1 kV.
- PN-EN 60439-5:2002 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe - Część 5: Wymagania szczegółowe dotyczące zestawów napowietrznych przeznaczonych do instalowania w miejscach ogólnie dostępnych - Kablowe rozdzielnice szafowe (CDCs) do rozdziału energii w sieciach.
- PN-EN 60439-5:2007 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe - Część 5: Wymagania szczegółowe dotyczące zestawów do rozdziału energii w sieciach (oryg.).
- N SEP-E-004 Elektroenergetyczne linie kablowe.
- PN-C-89205 Rury z nieplastyfikowanego polichlorku winylu.
- BN-88/6731-08 Cement. Transport i przechowywanie.

- Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlano-Montażowych- Część V Instalacje elektryczne 1988.
- Instrukcja zabezpieczeń przed korozją konstrukcji.
- Ustawa z dn.07.07.1994 – Prawo budowlane z późniejszymi zmianami.
- Ustawa z dn.10.04.1997 – Prawo energetyczne z późniejszymi zmianami.
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych. (Dz.U. 1999 Nr 80 poz. 912).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 06.02.2003 r. (Dz. U. nr 47 poz. 401) w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlanych

### **10.3. Inne dokumenty**

- Przepisy budowlane urządzeń elektrycznych. PBUE wyd 1997r.
- Rozporządzenie Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlano-montażowych i rozbiórkowych Rz.U.NR. 13 z dnia wyd COBR Elektromontaż.

*Projektant*