



Program funkcjonalno-użytkowy Inwestycji pn.:

*„Budowa mikroinstalacji odnawialnych
źródeł energii na terenie Gmin
Kazimierza Wielka i Bejsce”*

**BURMISTRZ
Miasta i Gminy**

Adam Bodzioch

**KONTRASYGNA
Skarbnik Miasta i Gminy**

mgr Zofia Nocoń

**GMINA
KAZIMIERZA WIELKA**

28-500 Kazimierza Wielka, ul. T.Kościuszki 12
tel. 041/ 3521-937, fax. 041/ 3521-956
NIP 605-001-32-49 • Regon 291009780

WÓJT GMINY
mgr Józef Zuwała

SKARBNIK GMINY

Katarzyna Klasińska

GMINA BEJSCE
28-512 BEJSCE
NIP: 605-00-53-728
REGON: 291009952

Wykonawca:

PREZES ZARZĄDU

Karol Kaczmarski

**ŚWIĘTOKRZYSKIE CENTRUM
INNOWACJI I TRANSFERU TECHNOLOGII**
Sp. z o.o.
ul. Studencka 1, 25-401 Kielce
NIP 657-24-40-128, REG. 292455493
tel. 41 34 32 910, fax 41 34 32 912

Październik 2017 r.

Spis treści

Wstęp	4
1. Część opisowa	6
1.1. Podstawa opracowania.....	6
1.2. Przedmiot programu funkcjonalno – użytkowego.....	6
1.3. Ogólny opis przedmiotu zamówienia.....	6
1.4. Lokalizacja	7
1.5. Warunki atmosferyczne w miejscu realizacji projektu	7
2. Opis wymagań zamawiającego do przedmiotu zamówienia.....	10
2.1. Charakterystyczne parametry określające zakres robót budowlanych.....	10
2.1.1. System fotowoltaiczny	10
2.1.1.1 Zasada działania panelu fotowoltaicznego	10
2.1.1.1.1 Proponowane parametry paneli PV	12
2.1.1.2 Falownik fotowoltaiczny	13
2.1.1.2.1 Proponowane parametry inwerterów PV.	13
2.1.1.3 Optymizery mocy DC.....	13
2.1.1.3.1 Proponowane parametry optymizerów mocy DC.....	14
2.1.1.4 Systemy montażu paneli PV	14
2.1.1.4.1 System mocowania paneli na gruncie – systemy stałe	14
2.1.1.4.2 Systemy mocowania paneli na dachu skośnym	16
2.1.1.4.2 Systemy mocowania paneli na dachu płaskim	19
2.1.1.4.3 Wymagania techniczne podkonstrukcji do montażu paneli fotowoltaicznych	21
2.1.1.4.3.1 Podkonstrukcja wolno stojąca na gruncie.....	22
2.1.1.4.3.2 Podkonstrukcja na dach skośny	22
2.1.1.4.3.3 Podkonstrukcja na dach płaski	22
2.1.1.5 Sposób podłączenia instalacji PV do sieci elektroenergetycznej	22
2.1.1.5.1 Strona AC	23
2.1.1.5.2 Strona DC	23
2.1.1.5.3 Ograniczenie strat przesyłowych	23
2.1.1.5.4 Szybko złączniki kablowe strony DC	23
2.1.1.5.5 Ochrona przed porażaniem.....	24
2.1.1.6 Uwarunkowania dotyczące miejsca mocowania paneli na dachu	24
2.1.1.7 Wymagania formalno – prawne dotyczące opracowania i odbioru dokumentacji projektowej.....	26
2.1.2. Instalacje kolektorów słonecznych	26
2.1.2.1 Lokalizacja Kolektorów słonecznych.....	27
2.1.2.2 Opis stanu istniejącego.....	28
2.1.2.3 Opis stanu docelowego	28
2.1.2.4 Zakres robót instalacyjnych i montażowych.....	29

2.1.2.4.1 Obowiązki wykonawcy	29
2.1.2.5 Proponowane parametry odnośnie materiałów instalacji solarnych.....	29
2.1.2.5.1 Kolektor słoneczny	29
2.1.2.5.2 Uchwyty do zamocowania kolektorów słonecznych pod optymalnym kątem (dachy o małym nachyleniu).....	30
2.1.2.5.3 Podgrzewacz ciepłej wody użytkowej.....	30
2.1.2.5.4 Zespół pompowo – sterowniczy powinien posiadać	31
2.1.2.5.5 Zespół naczynia wzbiorniczego przeponowego powinien posiadać	31
2.1.2.5.6 Komplet orurowania wraz z armaturą przyłączeniową i izolacją cieplną	31
2.1.2.5.7 Nośnik ciepła (płyn solarny).....	32
2.1.2.5.8 Przewody elektryczne wraz z zabezpieczeniem przeciw przeciążeniowym zespołu pompowo – sterowniczego.....	32
2.1.2.6 Wymagania formalno – prawne dotyczące opracowania i odbioru dokumentacji projektowej.....	32
2.1.2.7 Wykończenie prac montażowych.....	33
2.1.2.8 Wymagania dotyczące wykonania robót instalacyjnych i montażowych	33
2.1.2.8.1 Montaż kolektorów słonecznych	33
2.1.2.8.2 Montaż rurociągów instalacji.....	34
2.1.2.8.2 Montaż armatury i osprzętu	34
2.1.2.8.2 Badanie i uruchomienie instalacji	35
2.1.2.8.3 Wykonanie izolacji termicznej	35
3. Odbiór robót, dokumenty do odbioru końcowego	36
3.1. Odbiór robót zanikających lub podlegających zakryciu	36
3.2. Odbiór częściowy - końcowy dla jednej instalacji.....	36
3.3. Odbiór końcowy – wszystkich instalacji.....	36
4. Gwarancja	38
5. Część informacyjna	39
5.1. Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ochrony przeciwpożarowej	39
5.2. Przepisy związane	40
5.3. Uwagi końcowe.....	42
6. Załączniki	43
6.1. Załącznik 1 – lista instalacji Gmina Kazimierza Wielka	43
6.2. Załącznik 2 – lista instalacji Gmina Bejsce.....	52

Wstęp

I. Nazwa przedsięwzięcia: „Budowa mikroinstalacji odnawialnych źródeł energii na terenie Gmin Kazimierza Wielka i Bejsce”

II. Adres obiektu: Instalacje na budynkach prywatnych zgodnie z załącznikiem nr 1 i 2.

III. Przedmiot zamówienia wg Wspólnego Słownika Zamówień (CPV):

09 331 200-0 Słoneczne moduły fotoelektryczne
09 332 000-5 Instalacje słoneczne
09 331 100-9 Kolektory słoneczne do produkcji ciepła
44 112 110-5 Konstrukcje dachowe
45 300 000-0 Roboty instalacyjne w budynkach
45 310 000-3 Roboty instalacji elektrycznych
45 311 200-2 Roboty w zakresie instalacji elektrycznych
45 315 600-4 Instalacje niskiego napięcia
45 315 300-1 Instalacje zasilania elektrycznego
45 311 100-1 Roboty w zakresie okablowania elektrycznego
45 315 100-9 Instalacyjne roboty elektrotechniczne
45 330 000-9 Roboty instalacyjne wodno – kanalizacyjne i sanitarne
45 111 200-0 Roboty w zakresie przygotowania terenu pod budowę i roboty ziemne
45 331 000-6 Instalowanie urządzeń grzewczych, wentylacyjnych i klimatyzacyjnych
45 000 000-0 Roboty instalacyjne w budynkach
45 331 110-0 Instalowanie kotłów
45 453 000-7 Roboty remontowe i renowacyjne
45 315 700-5 Instalowanie rozdzielni elektrycznych
45 231 000-5 Roboty budowlane w zakresie budowy rurociągów, ciągów komunikacyjnych i linii energetycznych
45 000 000-7 Prace budowlane
45 321 000-3 Izolacja cieplna
45 260 000-7 Roboty w zakresie wykonywania pokryć i konstrukcji dachowych i inne podobne roboty
45 210 000-2 Roboty budowlane w zakresie budynków
45 400 000-1 Roboty wykończeniowe w zakresie obiektów budowlanych
45 261 215-4 Pokrywanie dachów panelami ogniwo słonecznych
71 320 000-7 Usługi inżynierskie w zakresie projektowania
71 247 000-1 Nadzór nad robotami budowlanymi
71 520 000-9 Usługi nadzoru budowlanego
71 300 000-1 Usługi inżynierskie
71 251 000-2 Usługi architektoniczne i dotyczące pomiarów budynków
71 220 000-6 Usługi projektowania architektonicznego
71 200 000-0 Usługi architektoniczne i podobne
71 300 000-1 Usługi inżynierskie
71 314 100-3 Usługi elektryczne
71 321 000-4 Usługi inżynierii projektowej dla mechanicznych i elektrycznych instalacji budowlanych
71 323 100-9 Usługi projektowania systemów zasilania energią elektryczną
71 326 000-9 Dodatkowe usługi budowlane
71 334 000-8 Mechaniczne i elektryczne usługi inżynierskie

IV. Nazwa i adres Zamawiającego (Inwestora):

Gmina Kazimierza Wielka
ul. Kościuszki 12
28-500 Kazimierza Wielka

V. Opracowanie wykonał:

Świętokrzyskie Centrum Innowacji i Transferu Technologii Sp. z o.o.
ul. Studencka 1
25-401 Kielce

Program opracowany zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlano – instalacyjnych oraz programu funkcjonalno – użytkowego.

Program funkcjonalno – użytkowy służy do ustalenia planowanych kosztów prac projektowych i robót budowlano – instalacyjnych, przygotowania oferty szczególnie w zakresie obliczenia ceny oferty oraz wykonania prac projektowych.

Program funkcjonalno – użytkowy ma posłużyć do realizacji inwestycji w trybie „zaprojektuj i wybuduj”

1. Część opisowa

1.1. Podstawa opracowania

Niniejszy program funkcjonalno – użytkowy został sporządzony na zlecenie gminy Kazimierza Wielka zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. „W sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji przetargowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót oraz programu funkcjonalno – użytkowego” Dz. U. nr 202 /2004 r. poz. 2072. Program funkcjonalno – użytkowy jest stosowany jako dokument przetargowy i stanowi Załącznik do Specyfikacji Istotnych Warunków Zamówienia.

1.2. Przedmiot programu funkcjonalno – użytkowego

Przedmiotem niniejszego programu funkcjonalno – użytkowego są wymagania dotyczące zakupu i montażu instalacji fotowoltaicznych (89 szt.), instalacji solarnych (291 szt.) na obiektach indywidualnych gospodarstw domowych o mocy min. 1 597,6 kW. Materialnym efektem realizacji przedsięwzięcia pn.: „Budowa mikroinstalacji odnawialnych źródeł energii na terenie Gmin Kazimierza Wielka i Bejsce” będzie wprowadzenie na terenie objętym opracowaniem technologii umożliwiającej wykorzystanie energii odnawialnej. Planowane przedsięwzięcie służyć będzie produkcji energii elektrycznej oraz ciepłej, która zostanie wykorzystana wyłącznie na potrzeby własne w celu poprawy jakości powietrza na terenie gmin Kazimierza Wielka i Bejsce. Niniejszy program funkcjonalno – użytkowy opisuje wymagania i oczekiwania Zamawiającego stawiane przedmiotowej inwestycji.

1.3. Ogólny opis przedmiotu zamówienia

Program funkcjonalno – użytkowy wraz z załącznikiem stanowi podstawę do sporządzenia oferowanej kalkulacji na kompleksową realizację zadania obejmującego zaprojektowanie i zakup instalacji oraz wszelkie prace budowlano – montażowe. Realizacja przedstawionych powyżej celów szczegółowych wpłynie pośrednio na wzrost atrakcyjności turystycznej regionu, poprawę warunków życia jego mieszkańców oraz bezpośrednio na poprawę jakości energetycznej:

- zmniejszy zapotrzebowania na energię wytwarzaną z węgla kamiennego i innych paliw kopalnych, przy produkcji, której powstają zanieczyszczenia powietrza w postaci szkodliwych substancji takich jak dwutlenek siarki, tlenki azotu, dwutlenek węgla, pyły,
- zwiększy świadomość oraz wykorzystanie odnawialnych źródeł energii przez odbiorców projektu oraz ich otoczenie, poprzez innowacyjne rozwiązania w zakresie montażu instalacji fotowoltaicznych oraz kolektorów słonecznych,
- przyczyni się do niwelowania barier dla wdrażania nowych rozwiązań (wykorzystywania alternatywnych źródeł energii), gdzie z jednej strony jest niska świadomość potrzeby ochrony środowiska, z drugiej strony obawa przed nadmiernymi kosztami w stosunku do efektów,
- przyczyni się do wdrożenia i promocji tego rodzaju rozwiązań, usług i produktów czystej energii, w tym promocji lokalizowania ośrodków czystej energii na obszarach peryferyjnych,
- wpłynie na poprawę jakości powietrza na terenie gmin Kazimierza Wielka i Bejsce,
- wpłynie na poprawę warunków zdrowotnych odbiorców projektu,
- przyczyni się do zmniejszenia kosztów utrzymania gospodarstwa domowego oraz pośrednio wpłynie dodatnio na walkę z ubóstwem.

Spodziewane prace budowlano – montażowe nie będą stanowiły zagrożenia dla ochrony środowiska i nie będą przedsięwzięciem mającym szkodliwy wpływ na środowisko naturalne. W sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko z przepisów Ustawy z dnia 27 kwietnia 2001r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 2001, Nr 62 poz.627 z póź. zm.) oraz Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. 2010, Nr 213, poz.1397 z późn. zm.) oraz obowiązujących wytycznych Ministra Rozwoju Regionalnego wynika, iż planowana inwestycja nie wymaga sporządzania raportu oddziaływania na środowisko. Rozwiązania technologiczne stosowane w projekcie nie stanowią zagrożenia dla środowiska naturalnego w świetle obowiązującego prawa. Program funkcjonalno – użytkowy jest stosowany jako dokument przetargowy. Oferta dostarczona przez Wykonawcę powinna obejmować całość dostaw i usług koniecznych do przeprowadzenia przedsięwzięcia aż do momentu przekazania Zamawiającemu. Oferta powinna być zgodna z niniejszą specyfikacją. Wykonawca, w swoim zakresie, ujmie także te prace dodatkowe i elementy instalacji, które nie zostały wyszczególnione, lecz są ważne bądź niezbędne dla poprawnego funkcjonowania i stabilnego działania oraz wymaganych prac konserwacyjnych, jak również dla uzyskania gwarancji sprawnego i bezawaryjnego działania.

Planowana inwestycja pn.: „Budowa mikroinstalacji odnawialnych źródeł energii na terenie Gmin Kazimierza Wielkiej i Bejsce”, będzie realizowana w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Świętokrzyskiego na lata 2014 – 2020, Oś priorytetowa 3. Efektywna i zielona energia Działanie 3.1 „Wytwarzanie i dystrybucja energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych – projekty parasolowe”.

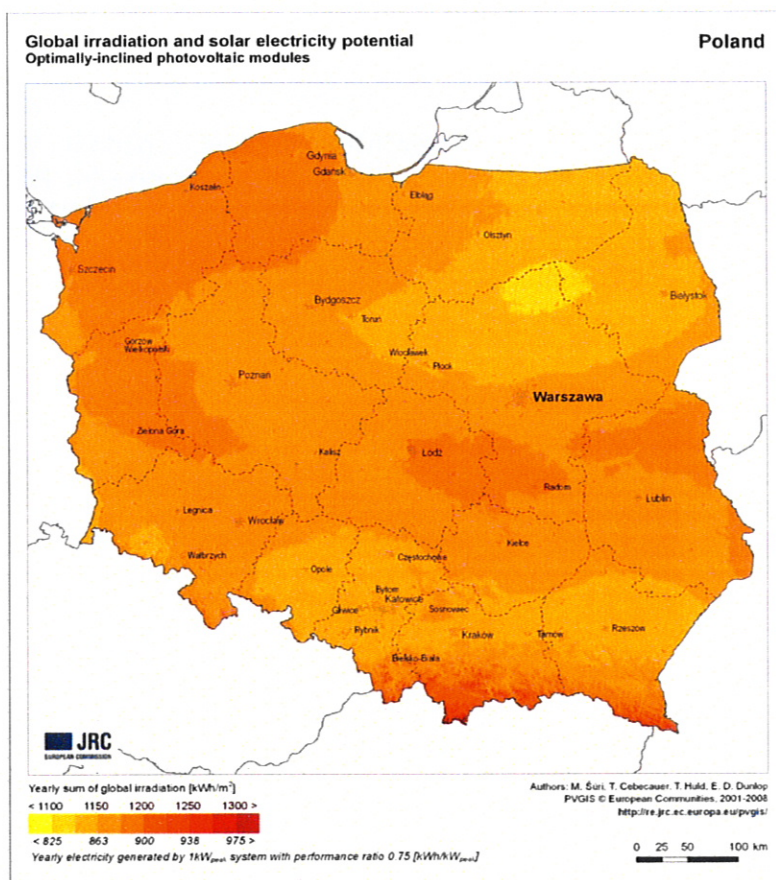
1.4. Lokalizacja

Projektowana inwestycja obejmuje budynki indywidualnych gospodarstw domowych zlokalizowane na terenie Gminy Kazimierza Wielka i Bejsce. Szczegółowa lokalizacja (adres, rodzaj instalacji) przedstawiono w załączniku nr 1 – 2. Zamawiający zastrzega, iż w przypadku braku możliwości (cofnięcie zgody przez właściciela budynku, za małą powierzchnią dachu w stosunku do zakładanej do montażu mocy lub inne wynikiłe na etapie projektowania) montażu instalacji OZE (fotowoltaika, kolektory słoneczne C.W.U.,) w lokalizacji wskazanej powyżej Zamawiający wskaże inną lokalizację montażu na terenie Gminy Kazimierza Wielka i Bejsce zakładając iż inna lokalizacja będzie dotyczyła tego samego rodzaju instalacji co lokalizacja, co do której stwierdzono niemożność montażu.

1.5. Warunki atmosferyczne w miejscu realizacji projektu

Rozkład promieniowania słonecznego jest nierównomierny w cyklu rocznym. Około 80% rocznego nasłonecznienia przypada na okres wiosenno – letni (kwiecień – wrzesień). Ponadto w każdym rejonie występują okresowe zmiany nasłonecznienia wywołane zjawiskami klimatycznymi, zachmurzeniem czy też zanieczyszczeniem powietrza (np. przez przemysł). W Polsce roczna średnia suma nasłonecznienia wynosi około 1000 godzin. Rozkład średniorocznego nasłonecznienia na terenie Polski jest w zasadzie równomierny. Są jednak obszary, gdzie te wskaźniki są znacznie lepsze. Najlepszymi czyt. najbardziej nasłonecznionymi regionami są: Pomorze, Wielkopolska, Mazowsze Południowe i Lubelszczyzna. Oczywiście również w tych rejonach znajdują się obszary ze specyficznym mikroklimatem, którego objawami mogą być np. mgły i zamglenia. Należy jednak pamiętać o nierównym rozkładzie nasłonecznienia w ciągu roku, wynikającym zarówno z warunków meteorologicznych (ilość dni słonecznych), jak i geograficznych (zmieniająca się długość dnia w ciągu doby). W okresie zimowym nasłonecznienie może być nawet siedmiokrotnie mniejsze niż w lecie. W czerwcu i lipcu dociera miesięcznie blisko 160 kWh/m² energii słonecznej. Natomiast w grudniu i styczniu

jest to jedynie ok. 25 kWh/m² na miesiąc czyli przeszło sześciokrotnie mniej. Polskie zasoby energii promieniowania słonecznego charakteryzują się nierównomiernym rozkładem w ciągu roku.



Rys. 1 Średnie roczne nasłonecznienie w Polsce wynosi około 1000 kWh/m².

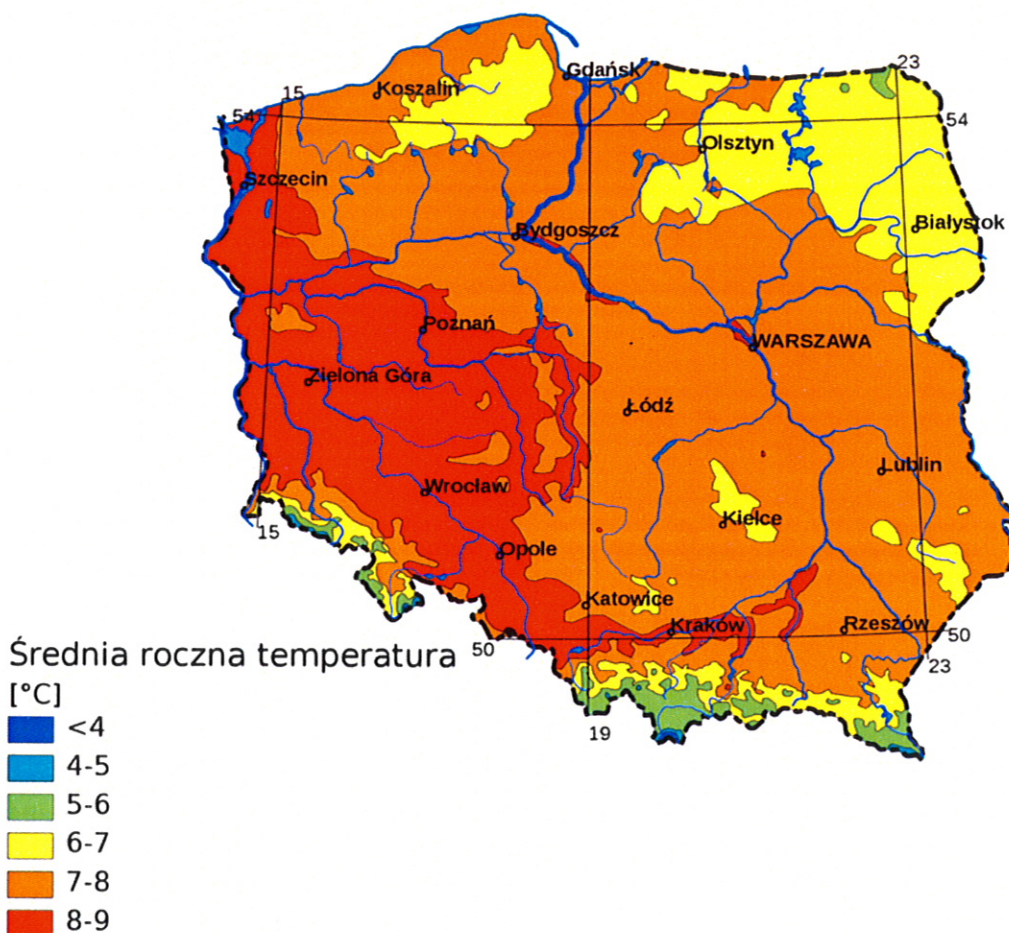
Zgodnie z klasyfikacją Köppena, obszar Polski leży w strefie wilgotnego klimatu kontynentalnego (DFA), inaczej klimatu przejściowego, pomiędzy klimatem umiarkowanym oceanicznym na zachodzie, a klimatem umiarkowanym kontynentalnym na wschodzie. Nad obszarem Polski ścierają się różne masy powietrza, co jest wynikiem położenia w centrum Europy oraz równoleżnikowego układu krain geograficznych. Średnia temperatura w lecie waha się pomiędzy 16,5 °C a 20 °C, w zimie – między -6 °C a 0 °C. Średnia roczna temperatura powietrza w Polsce wynosi 7-9 °C (poza obszarami górskimi). Najcieplejsze miasta w Polsce ze względu na średnią roczną temperaturę powietrza to Tarnów, Legnica, Wrocław oraz Słubice. Przeważający obszar Polski znajduje się w strefie mrozoodporności 6: od 5a na północnym-wschodzie, poprzez 6a na wschodzie i 6b w centrum, po 7a na samym zachodzie i nad samym morzem oraz 7b na północno – zachodnim krańcu kraju. Największy wpływ na klimat Polski mają masy powietrza polarno – morskiego i polarno – kontynentalnego, decydujące o przejściowości klimatu polskiego. Nad Polskę napływają również masy powietrza, arktycznego, zwrotnikowego – morskiego i kontynentalnego, mające mniejszy wpływ na kształtowanie klimatu. Masy powietrza polarno – morskiego powodują latem zachmurzenie, ochłodzenie i wzrost wilgotności, zimą zaś przynoszą ocieplenie, odwilż i mgły. Masy powietrza polarno – kontynentalnego latem przynoszą piękną, suchą i upalną pogodę, zimą – pogodę słoneczną, suchą i duże mrozy. Masy powietrza zwrotnikowo – morskiego z nad Morza Śródziemnego i Azorów napływają nad Polskę rzadziej, przynosząc latem upały i częste burze, a zimą gwałtowne odwilże. Masy powietrza zwrotnikowo –

kontynentalnego napływają z nad Azji Mniejszej i Bałkanów bardzo rzadko, przeważnie latem i wczesną jesienią. Przynoszą piękną, suchą pogodę ("złota polska jesień").

Masy powietrza arktycznego napływają nad Polskę:

- zimą z nad Morza Barentsa i Nowej Ziemi, przynosząc pogodę mroźną i słoneczną, czasami z obfitymi opadami śniegu,
- wiosną z nad Grenlandii, przynosząc krótkotrwałe kwietniowo - majowe (często z przymrozkami) ochłodzenie, tzw. zimni ogrodnicy

Średnie opady ok. 600 mm rocznie. Rozkład opadów w ciągu roku jest nierównomierny, 2/3 opadów rocznych to opady półroczna letniego. Polska leży w strefie wiatrów zmiennych z przewagą wiatrów zachodnich (północno - zachodnich i południowo - zachodnich), których udział stanowi ok. 60%. Wiatry wschodnie wieją głównie zimą, rzadsze są natomiast wiatry wiejące z południa i północy.



Rys. 1 Średnia roczna temperatura w Polsce.

2. Opis wymagań zamawiającego do przedmiotu zamówienia

2.1. Charakterystyczne parametry określające zakres robót budowlanych

2.1.1. System fotowoltaiczny

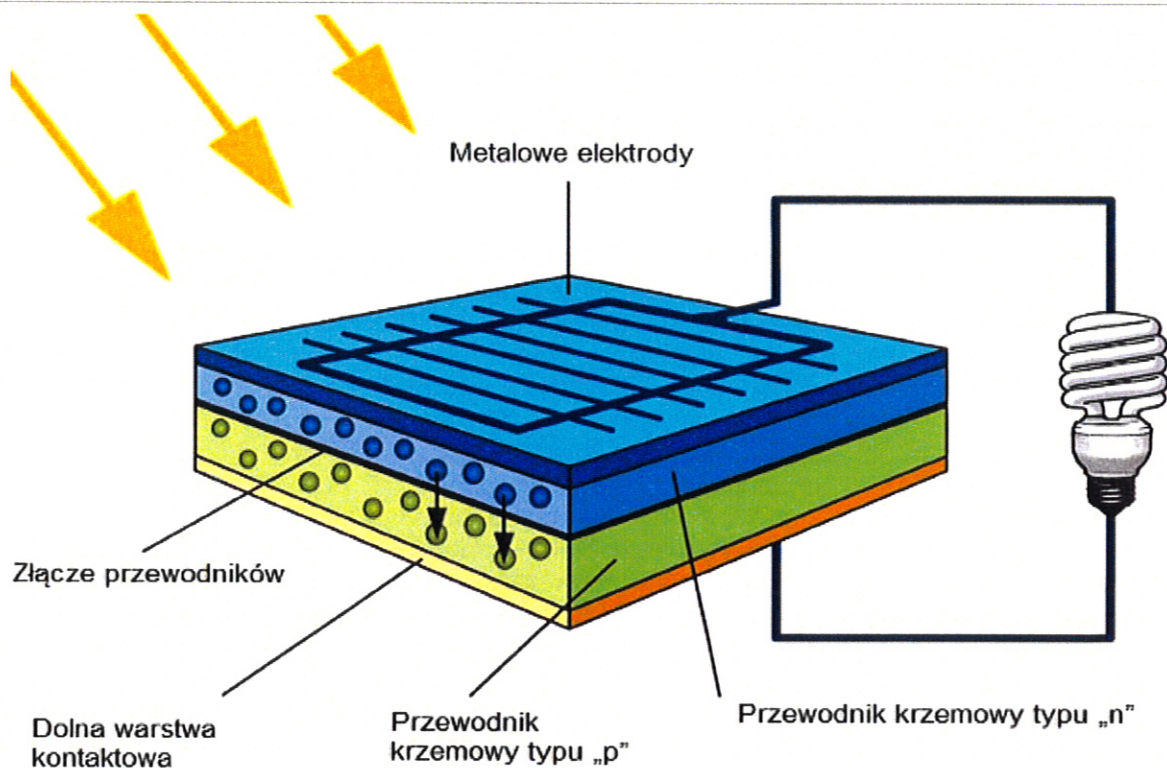
Celem systemu jest zaplanowane pozyskanie energii elektrycznej z energii słonecznej przy użyciu technologii krzemowej polikrystalicznej. Zakłada się podłączenie systemu fotowoltaicznego do sieci typ instalacji on grid. Energia produkowana przez moduły fotowoltaiczne będzie wykorzystywana na potrzeby własne gospodarstw domowych. Instalacja on-grid pozwala korzystać z energii tylko w czasie kiedy faktycznie jest ona produkowana, natomiast nadwyżka energii przesyłana jest do sieci. Użytkownicy rozliczać będą się na zasadach opustu zgodnie z Ustawą o odnawialnych źródłach energii (Dz.U. 2015 poz. 478) Sprzedawca, o którym mowa w art. 40 ust. 1a, dokonuje rozliczenia ilości energii elektrycznej wprowadzonej przez prosumenta do sieci elektroenergetycznej wobec ilości energii elektrycznej pobranej z tej sieci w stosunku ilościowym 1 do 0,7 z wyjątkiem mikroinstalacji o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 10 kW, dla których ten stosunek ilościowy wynosi 1 do 0,8.

W systemie on grid w przypadku braku napięcia w sieci dostawcy energii falownik sieciowy wyłącza się. Z tego powodu w przypadku awarii na sieci Zakładu Energetycznego nasza instalacja fotowoltaiczna także nie będzie produkować energii mimo występowania korzystnych warunków słonecznych. Każdy odbiorca posiada elektryczne warunki przyłączenia do sieci o określonej mocy. Jeżeli moc zainstalowanego systemu PV jest w granicach tych warunków (nie przekracza ich), to aby przyłączyć system do sieci, Wykonawca złoży jedynie zawiadomienie do odpowiedniego OSD. Urządzenia pomiarowo – rozliczeniowe na własny koszt zamontuje Zakład Energetyczny. Im bardziej intensywnie napromieniowywane jest przez światło ogniwo solarne, tym więcej prądu elektrycznego generuje, a w związku z tym panele fotowoltaiczne zwiększają swoją wydajność. W godzinach porannych i wieczornych, przy zachmurzonym niebie lub podczas mgły wydajność jest wprawdzie niższa, ale prąd produkowany jest nieprzerwanie, ponieważ systemy fotowoltaiczne działają również przy naświetlaniu światłem rozproszonym. Wbrew obiegowej opinii panele fotowoltaiczne mają wyższą wydajność przy niższych temperaturach niż w pełnym słońcu. Przy odpowiedniej cyrkulacji powietrza z tylnej strony paneli solarnych można obniżyć ich temperaturę, a tym samym zwiększyć moc generowaną przez ogniwa.

Znamionowa moc instalacji fotowoltaicznych określona została zgodnie ze Standardowymi Warunkami Pomiaru.

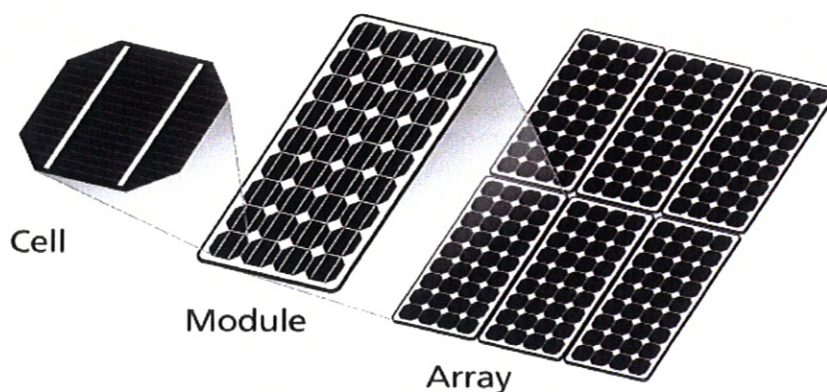
2.1.1.1 Zasada działania panelu fotowoltaicznego

Ogniwo fotowoltaiczne składa się z wysokiej czystości krzemu, na którym uformowana została bariera potencjału w postaci złącza P – N (positiv – negative). Padające na złącze fotony powodują powstawanie pary nośników o przeciwnych ładunkach elektrycznych, elektron – dziura, które na skutek obecności złącza P-N zostają rozdzielone w dwie różne strony. Elektrony trafiają do złącza N a dziury do złącza P. Na złączu powstanie napięcie elektryczne. Ponieważ rozdzielone ładunki są nośnikami nadmiarowymi, mające tzw. nieskończony czas życia a napięcie na złączu P – N jest stałe, złącze, na które pada światło działa jak stabilne ogniwo elektryczne.



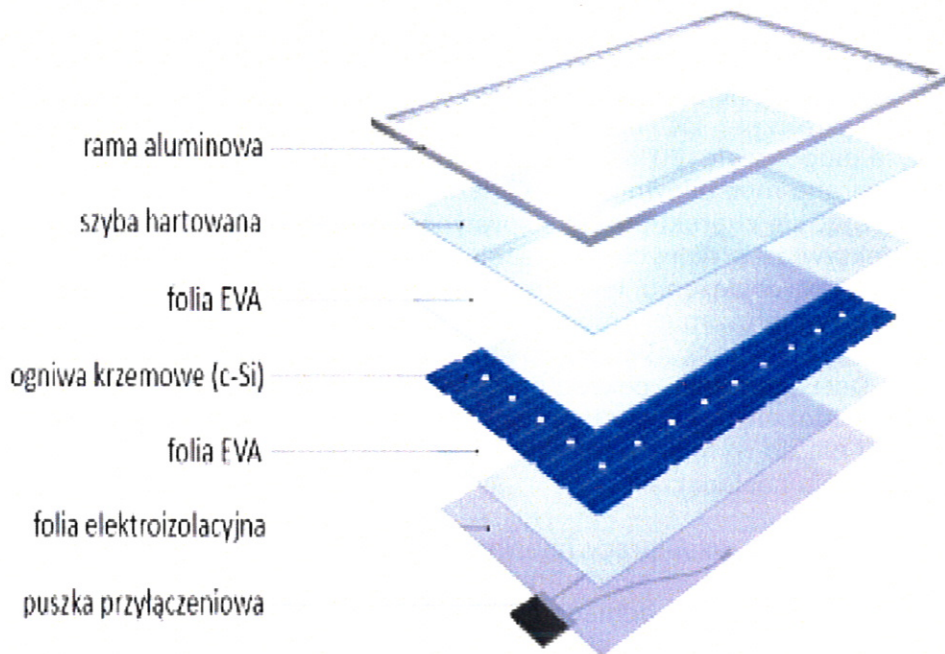
Rys. 2 Budowa ogniwa fotowoltaicznego

Ze względu na małą moc prądu elektrycznego wytwarzanego przez pojedyncze ogniwa (ok. 4 – 6 W), łączone są one szeregowo w moduły fotowoltaiczne. Połączenie kilku modułów stanowi panel fotowoltaiczny.



Rys. 3 Schemat modułu PV

Moc modułu zależy od ilości wbudowanych w niego fotoogniw oraz od powierzchni czynnej modułu. Ogniwa znajdują się pomiędzy dwoma foliami EVA zabezpieczającymi przed działaniem czynników zewnętrznych. Od strony zewnętrznej dodatkową warstwę ochronną stanowi tafla niskożelazowego, hartowanego szkła. Jego specjalna struktura poprawia przepuszczalność fotonów promieniowania słonecznego, minimalizując odbicie promieniowania słonecznego od szkła. Folia tylna ma za zadanie zwiększenie odporności modułu na warunki atmosferyczne i uszkodzenia mechaniczne. Moduł zabudowany jest w ramie aluminiowej.



Rys. 4 Budowa typowego modułu PV

W zależności od materiału, na bazie którego zostało wykonane ogniwo fotowoltaiczne, rozróżnia się następujące typy modułów fotowoltaicznych:

- Monokrystaliczne (zbudowane na bazie krzemu monokrystalicznego),
- Polikrystaliczne (zbudowane na bazie krzemu polikrystalicznego),
- Amorficzne cienkowarstwowe (zbudowane na bazie krzemu bezpostaciowego)

W przedmiotowym projekcie zakłada się zastosowanie ogniw polikrystalicznych.

2.1.1.1.1 Proponowane parametry paneli PV

- powierzchnia pojedynczego modułu PV powinna być nie mniejsza niż $1,6 \text{ m}^2$,
- moc pojedynczego panelu powinna być nie mniejsza niż 270 Wp ,
- liczba ogniw min 60 szt.,
- dodatnia tolerancja mocy nie mniej niż $0/+4,99 \text{ W}$,
- napięcie pojedynczego panelu powinno być nie mniejsze niż $30,35 \text{ V}$ (V_{mp} przy P_{max}),
- prąd pojedynczego panelu powinien być nie mniejszy niż $8,25 \text{ A}$ (I_{mp} przy P_{max}),
- sprawność optyczna pojedynczego panelu nie mniejsza niż $16,6\%$,
- okablowanie po stronie stałoprądowej (DC) o przekroju minimum 4 mm^2 i zmiennoprądowej (AC) o przekroju minimum $2,5 \text{ mm}^2$,
- długość przewodów DC nie mniejsza niż 900 mm ,
- gwarancja sprawności uzyskanej po 25 latach na poziomie minimum 80% mocy nominalnej,
- podstawowa gwarancja producenta: 10 lat na cały panel,
- panele powinny być wykonane w technologii polikrystalicznej, zamontowane na lekkiej ramie aluminiowej stelaże aluminiowe lub stalowe
- gniazdo przyłączeniowe w technologii IP 67,
- waga modułu ok 18 kg , nie większa niż 19 kg ,
- fabrycznie nowe moduły,
- klasa ogniw: A,
- maksymalne obciążenie 8000 Pa
- Zgodne z normą PN – EN 61215 lub PN – EN 61646 lub z normami równoważnymi wydanych przez właściwą akredytowaną jednostkę certyfikującą.

2.1.1.2 Falownik fotowoltaiczny

Moc falownika (inwertera) po stronie prądu stałego powinna być dobrana w zależności od polskich warunkach klimatycznych. Maksymalna rzeczywista moc instalacji fotowoltaicznej DC nie będzie przekraczać nawet krótko trwale 90% mocy nominalnej, a długotrwale 80% mocy wyznaczonej w warunkach STC. Z tego względu optymalnie dobrana moc falownika powinna wynosić 85-90% wartości mocy instalacji.

Przyglądając się charakterystyką sprawności inwerterów łatwo zauważyć, że pracują bardzo nie efektywnie w dolnych zakresach mocy. Wyraźny spadek efektywności zaczyna być widoczny przy obciążeniu inwertera mocą poniżej 30% mocy nominalnej. Z tego względu przewymiarowanie mocy inwertera w stosunku do mocy modułów fotowoltaicznych będzie skutkowało spadkiem sprawności konwersji prądu stałego na przemienny. Doświadczenie pokazuje, że każde przewymiarowanie instalacji będzie przyczyniać się do nieefektywnej pracy inwertera przy przetwarzaniu znacznej części energii. Z kolei nie do wymiarowanie inwertera spowoduje efektywniejszą jego pracę przy niskich wartościach nasłonecznienia.

Wymagania co do współpracy falownika z siecią:

- Falownik automatycznie synchronizuje się z publiczną sieć energetyczną.
- Przy parametrach sieci odbiegających od normy falownik natychmiast wstrzymuje pracę i odcina zasilanie do sieci elektrycznej (np. przy odłączeniu sieci, przerwaniu obwodu itp.). Monitorowanie sieci odbywa się przez monitorowanie napięcia, monitorowanie częstotliwości i monitorowanie synchronizacji falownika.
- Działanie falownika jest w pełni zautomatyzowane. Gdy tylko po wschodzie słońca moduły solarne wygenerują wystarczającą ilość energii, falownik rozpoczyna monitorowanie sieci. Gdy nasłonecznienie jest wystarczające, falownik rozpoczyna zasilanie sieci.
- Falownik pracuje w taki sposób, aby z modułów PV pobierana była maksymalna możliwa moc, poprzez zamontowane przy panelach lub wbudowane w moduły optyimizery mocy.
- Falownik posiada licznik umożliwiający gromadzenie i lokalną prezentację danych o ilości energii elektrycznej wytworzonej w instalacji oraz wbudowany moduł do przesyłania danych za pośrednictwem sieci internetowej.

2.1.1.2.1 Proponowane parametry inwerterów PV.

- inwertery powinny być na napięcie 400/230VAC (3 – fazowe), oraz 1 – fazowe dla instalacji do 4kWp,
- inwertery powinny posiadać zabezpieczenie odcinające napięcie przy braku obecności sieci zasilającej,
- inwertery powinny umożliwiać komunikację np. RS485, RS232, Ethernet, Zigbee,
- nominalne napięcie DC na wejściu inwertera: 750VDC dla inwerterów 3 – fazowych,
- nominalne napięcie DC na wejściu inwertera: 350VDC dla inwerterów 1 – fazowych,
- minimalna ilość trackerów MPP: równa ilości modułów PV w każdej instalacji,
- stopień ochrony IP65,
- gwarancja min. 10 lat

2.1.1.3 Optyimizery mocy DC

Optymizer jest urządzeniem z wyjściem DC, jest wykorzystywane do maksymalizacji wydajności poszczególnych paneli lub stringów. Optyimizery DC mogą być połączone równolegle, szeregowo lub zastępują bypass diody w panelu i śledzą MPP na poziomie sub-stringów. Z punktu widzenia funkcji mogą być typem buck/impuls (umożliwiają zwiększenie lub zmniejszenie napięcia wyjściowego), albo potrafią napięcie tylko zwiększyć lub tylko zmniejszyć. Optyimizery DC nie wykonują konwersji z DC do

AC, jak mikroinwertery, tylko maksymalizują wydajność każdego panelu. Do konwersji jest jeszcze potrzebny uproszczony inwerter lub połączenie z klasycznym inwerterem innej firmy.

2.1.1.3.1 Proponowane parametry optyimizerów mocy DC

- Nominalna moc wejściowa – 300W,
- Zakres napięcia MPPT – 8-48V,
- Maksymalny prąd wejściowy (Isc) – 10A,
- Maksymalna sprawność – min 99,4 %,
- Kategoria przepięciowa – II,
- Bezpieczne napięcie wyjściowe optimizera mocy (wyjście w trybie gotowości) – max. 1V,
- Maksymalny prąd wyjściowy (Wyjście w trakcie pracy) – 15A

2.1.1.4 Systemy montażu paneli PV

System fotowoltaiczny przymocowany jest do dachu za pomocą specjalnego systemu montażowego, którego wybór zależy od rodzaju powierzchni, na której mają znaleźć się moduły fotowoltaiczne. Elementy systemu montażowego wykonane są najczęściej ze stali nierdzewnej i aluminium. Wykonawca bezwzględnie winien dobrać system montażu do rodzaju pokrycia dachu.

Przy systemach na dachu wyróżniamy dwa systemy :

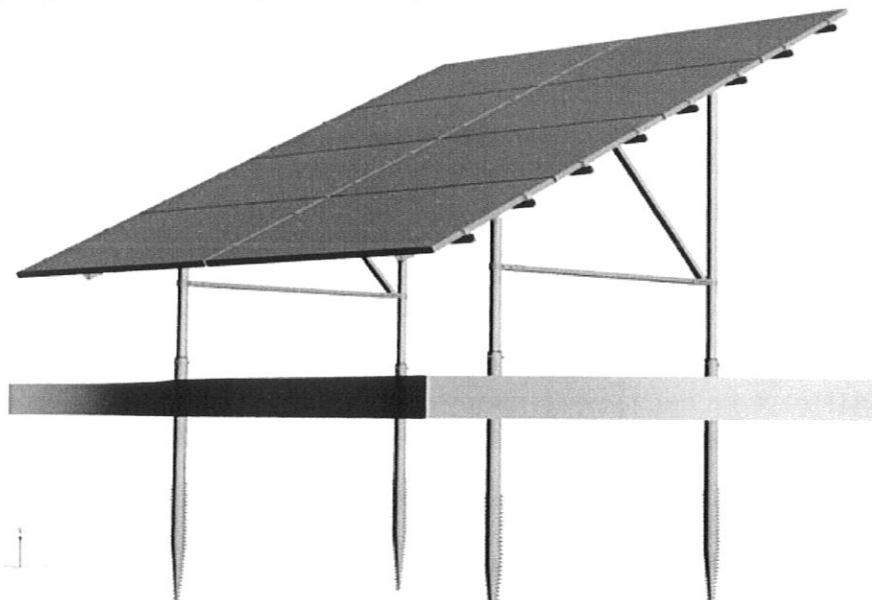
- System montażowy na dach skośny – stosuje się przy minimum 15% kącie pochylenia dachu.
- System montażowy na dach płaski – stosujemy wszędzie tam gdzie kąt pochylenia dachu nie ma minimum 15%. Wtedy należy zastosować konstrukcje wsporcze wymuszające najbardziej optymalny kąt nachylenia paneli.

Na dachach skośnych moduły montuje się tak, aby przylegały do dachu. Odległość ta powinna być tylko taka, aby zapewnić prawidłową wentylację modułów słonecznych i zagwarantować brak możliwości uszkodzenia paneli przez wiatr. Najbardziej popularnym systemem montażu jest system oparty na specjalnych hakach montowanych pod dachówką, a haki przykręcane są do krokwi. Liczba haczyków zależy od długości krokwi, architektury dachu i wielkości modułów. Następnym etapem montażu jest zamontowanie szyn aluminiowych, w których osadza się moduły słoneczne i przytwierdza się je do tak powstałej aluminiowej ramy za pomocą uchwyty (klem). Panele fotowoltaiczne posiadają już otwory montażowe co ułatwia ich przytwierdzenie. Zamontowanie 1 kW mocy paneli fotowoltaicznych na dachu skośnym wymaga ok. 7 m² wolnej powierzchni. W przypadku dachu płaskiego wykorzystywane są stelaże, na których możliwe jest ustawienie modułów fotowoltaicznych pod odpowiednim kątem. W zależności od potrzeb, system montażowy na dach płaski może być przymocowany na stałe do powierzchni dachu lub może to być system samonośny z obciążeniem balastowym, uniemożliwiający poderwanie konstrukcji przez wiatr. W przeciwieństwie do dachów skośnych, system fotowoltaiczny na dachu płaskim nie pełni jednocześnie funkcji ochronnej dachu. Montaż modułów słonecznych na dachu płaskim wymaga zastosowania konstrukcji wsporczej (wymuszającej kąt 30 stopni).

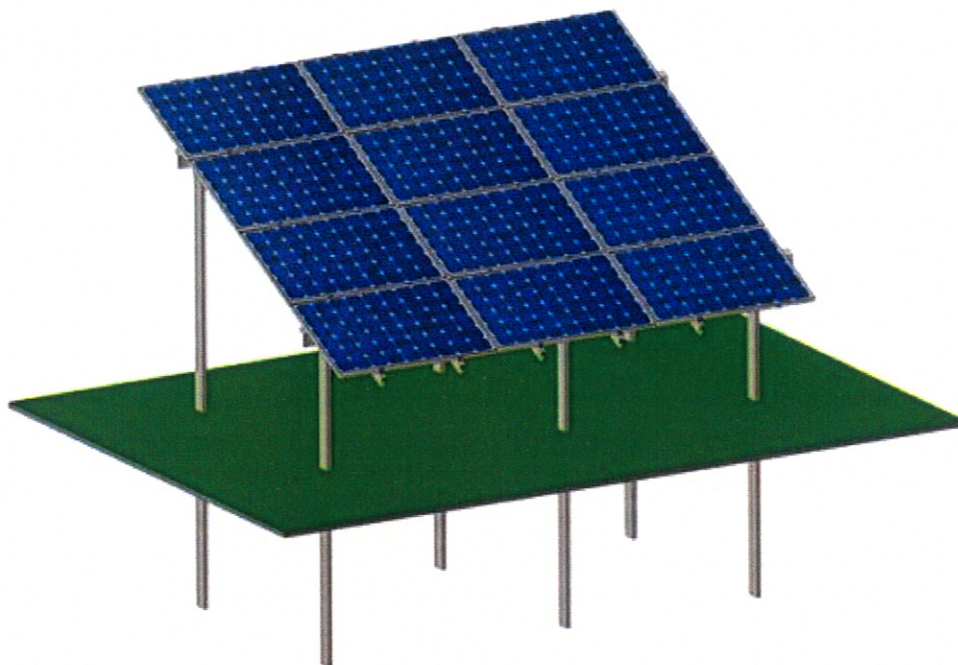
Trzecią możliwością jest montaż modułów fotowoltaicznych na gruncie, na specjalnych wspornikach wbijanych w ziemię lub mocowanych do gruntu. W przypadku montażu paneli na gruncie, wymagana powierzchnia do zabudowy paneli wynosi ok. 20 m² na każdy kW mocy.

2.1.1.4.1 System mocowania paneli na gruncie – systemy stałe

Zakłada się zastosowanie systemu wbijanego lub wkręcanego w grunt – dwupodporowego. System opiera się na słupkach wbijanych lub wkręcanych w podłoże na głębokość zależną od struktury gleby, obciążenia śniegiem i wiatrem. Zwykle nie mniej niż na 1,5m. Na słupkach mocowane są uchwyty do których w następnej kolejności montuje się szyny. Elementy podstawy konstrukcji są ze stali cynkowanej ogniowo, szkieletowa konstrukcja na której mocowane są panele wykonana jest z profili aluminiowych, natomiast do łączenia tych elementów wykorzystuje się śruby ze stali nierdzewnej. W konstrukcji nie ma żadnych połączeń spawanych, co minimalizuje ryzyko korozji. Dodatkowo należy zastosować izolację pomiędzy stalą cynkowaną a aluminium. Szkieletowa konstrukcja z profili aluminiowych umożliwia montaż trzech lub czterech rzędów paneli fotowoltaicznych, nachylonych do podłoża pod kątem 15-36° umieszczonych poziomo dłuższym bokiem panela.



Rys. 5 Rysunek wkręcanej konstrukcji wolno stojącej

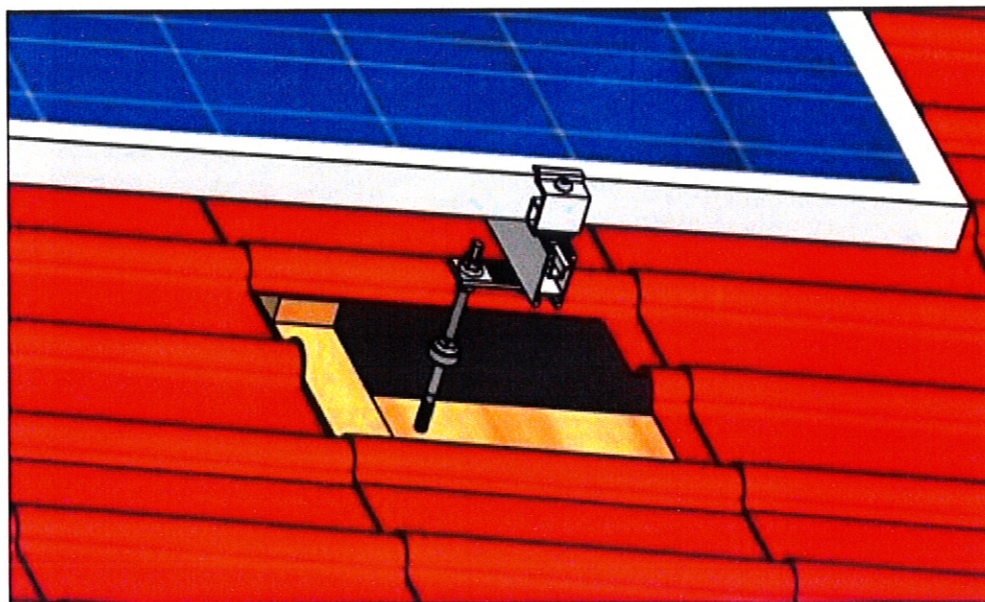


Rys. 6 Rysunek wbijanej konstrukcji wolno stojącej

2.1.1.4.2 Systemy mocowania paneli na dachu skośnym

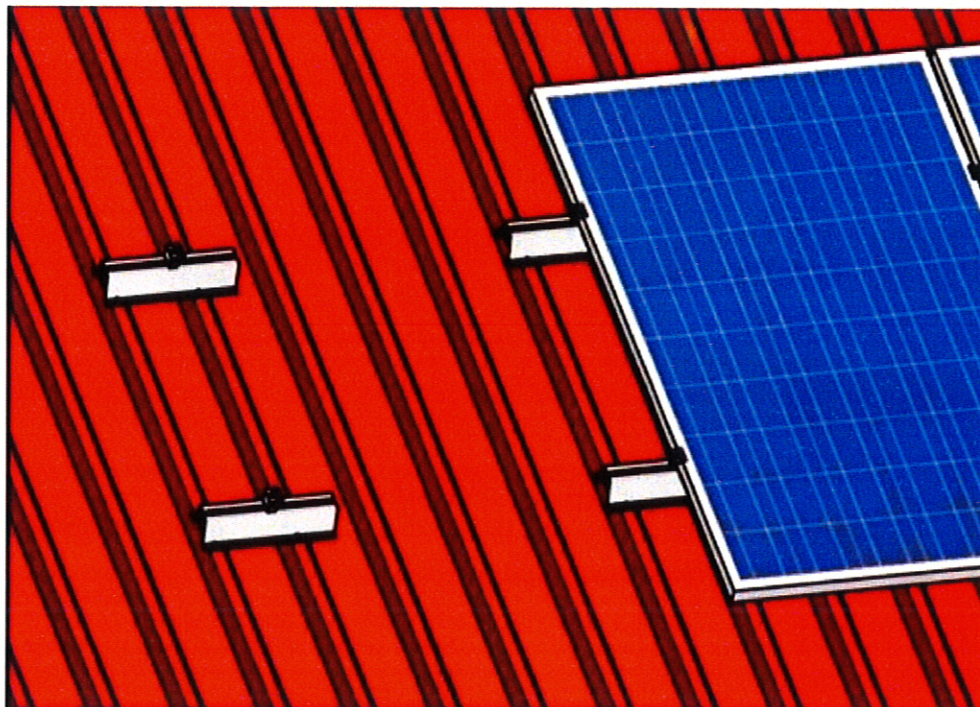
Elementy montażowe do dachów stromych zależą od konstrukcji i pokrycia dachu. Najczęściej stosowane wyróżniamy:

- system montażu dla dachu pokrytego blacho-dachówką



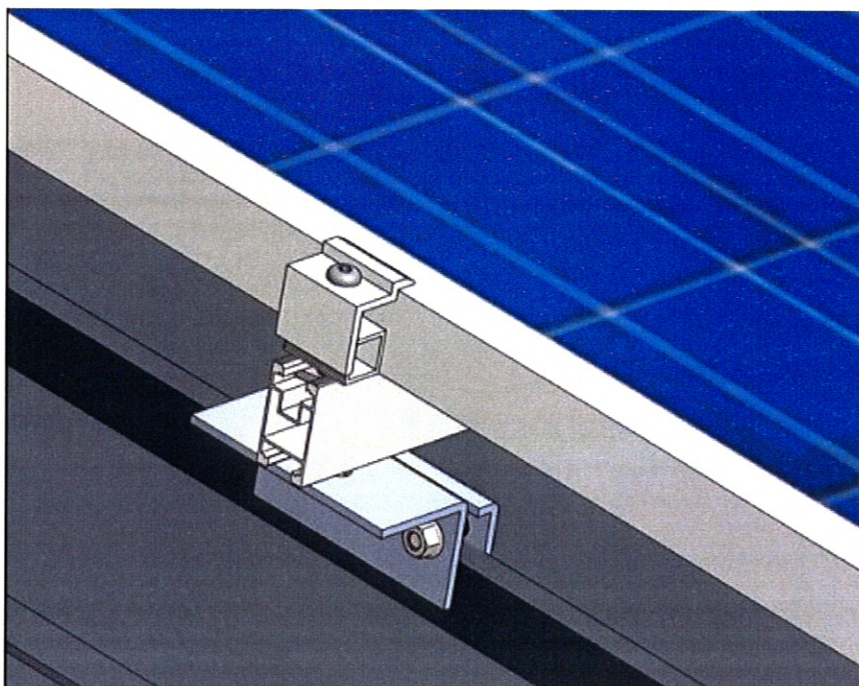
Rys. 7 Rysunek przykładowej konstrukcji blacho – dachówka

- system montażu dla dachu pokrytego blachą trapezową



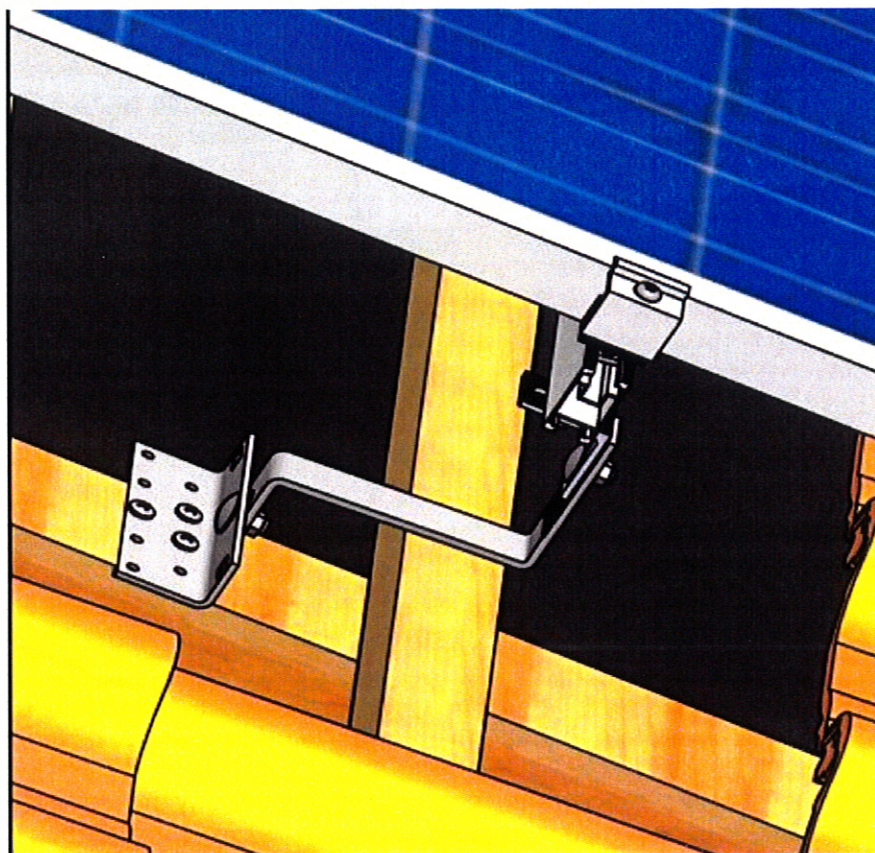
Rys. 8 Rysunek przykładowej konstrukcji blacha trapezowa

- system montażu dla dachu pokrytego blachą „na rąbek”



Rys. 9 Rysunek przykładowej konstrukcji blacha „na rąbek”

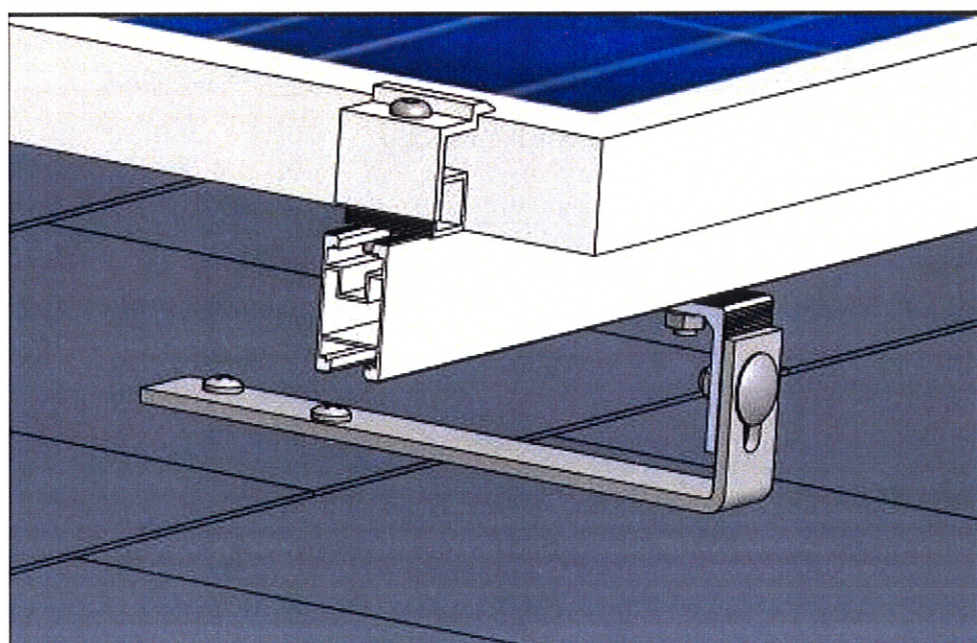
- system montażu dla dachu pokrytego dachówką ceramiczną



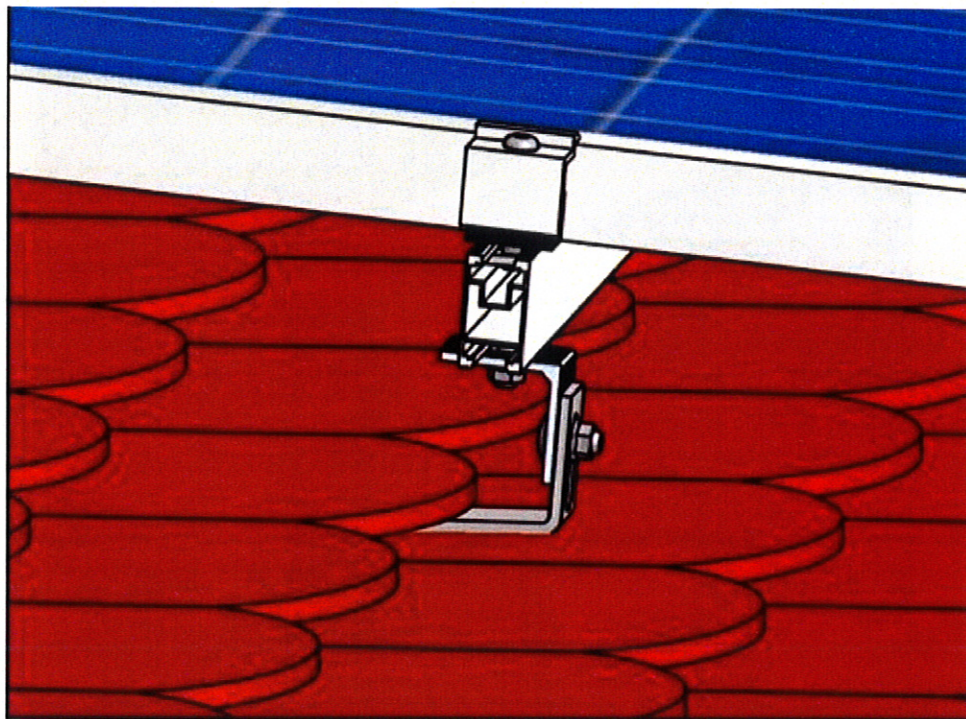
Rys. 10 Rysunek przykładowej konstrukcji dachówka ceramiczna

- system montażu dla dachu pokrytego dachówką łupkową

Rys. 11 Rysunek przykładowej konstrukcji dachówka łupkowa



- system montażu dla dachu pokrytego dachówką karpiówką



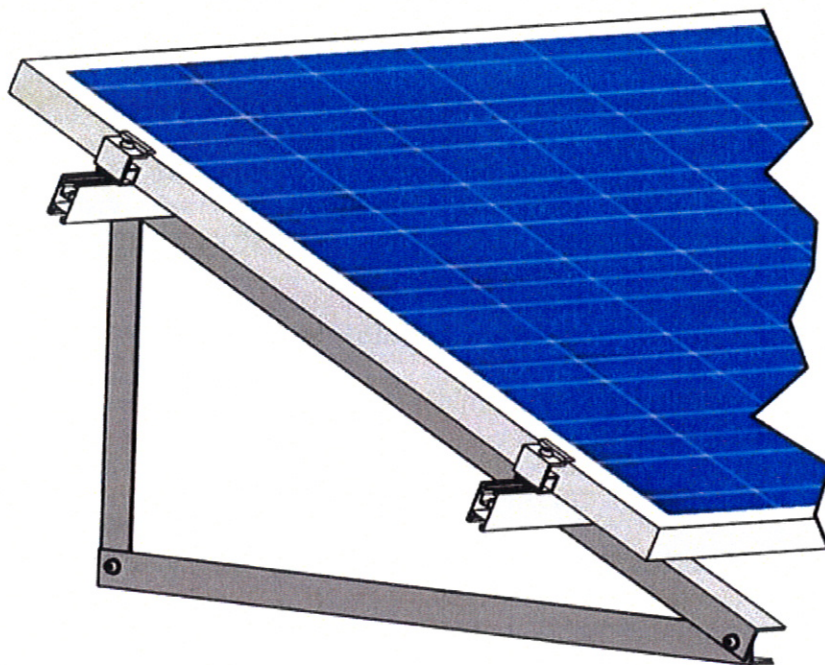
Rys. 12 Rysunek przykładowej konstrukcji dachówka karpiówka.

Powyższe systemy mocowań bazują na podobnych konstrukcjach szyn montażowych ale odmiennych uchwytach. Rozstaw szyn i uchwytów jest związany z lokalnymi warunkami (np. obciążenie wiatrem i śniegiem), wielkością paneli, czy układem paneli (poziomy, pionowy). Nachylenie panelu PV w odniesieniu do dachu wynosi 15° , co daje optymalne proporcje pomiędzy wydajnością a liczbą modułów fotowoltaicznych na dachu.

2.1.1.4.2 Systemy mocowania paneli na dachu płaskim

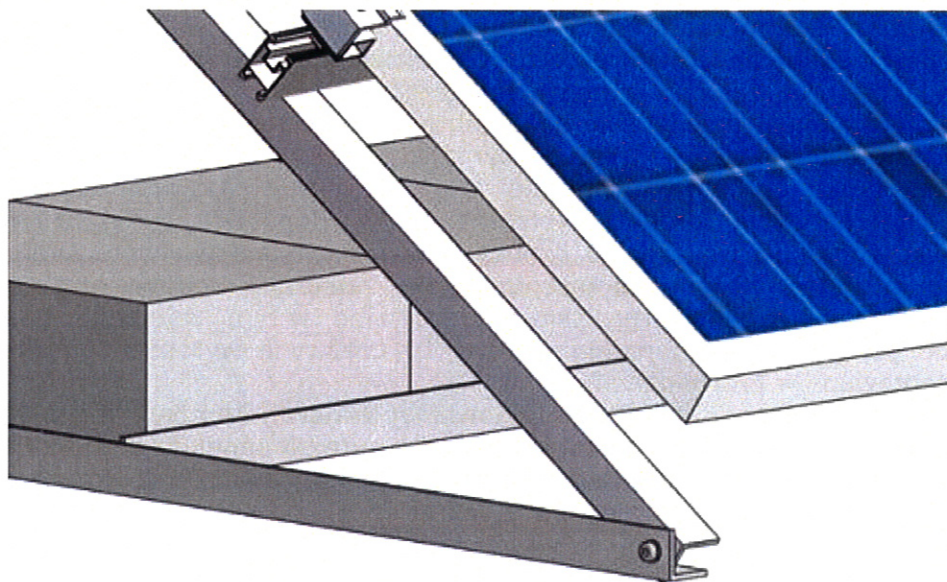
Elementy montażowe do dachów płaskich dzielimy na dwa rodzaje:

- inwazyjne: przykręcane do konstrukcji dachu



Rys. 13 Rysunek przykładowej konstrukcji dach płaski

- bezinwazyjne: nie ingerujące w konstrukcję dachu, obciążane balastem



Rys. 14 Rysunek przykładowej konstrukcji dach płaski (balastowa)

Powyższe systemy mocowań bazują na podobnych konstrukcjach szyn montażowych ale odmiennych uchwytach. Rozstaw szyn i uchwytów jest związany z lokalnymi warunkami (np. obciążenie wiatrem i śniegiem), wielkością paneli, czy układem paneli (poziomy, pionowy). Nachylenie panelu PV w odniesieniu do dachu wynosi 15° - 35° , co daje optymalne proporcje pomiędzy wydajnością a liczbą modułów fotowoltaicznych na dachu.

2.1.1.4.3 Wymagania techniczne podkonstrukcji do montażu paneli fotowoltaicznych

Wymaga się aby konstrukcja nośna paneli posiadała aktualną, krajową Aprobate Techniczną ITB. W przypadku braku takowego dokumentu wśród oferentów dopiero w dalszej kolejności jako alternatywę dopuszcza się wyroby, które posiadają tzw. badania typu przeprowadzone przez jednostkę akredytowaną jaką jest Instytut Techniki Budowlanej lub Instytut Mechaniki Precyzyjnej. Badania typu muszą być potwierdzone raportami z badań, które potwierdzają/określają poniższe cechy techniczne wyrobu w minimalnym zakresie, który obejmuje:

- klasyfikacja wyrobów pod kątem kształtu, wymiarów na zgodność z PN-EN 755-9:2010.
- Klasyfikacja kształtowników aluminiowych pod kątem trwałości wg normy PN-EN 1999-1-1:2011. W tym zakresie powinna spełniać min klasę B bez powłoki ochronnej i musi być potwierdzenie, że może być stosowana w środowiskach o kategorii korozyjności atmosferycznej C1, C2 i C3 wg normy PN-EN ISO 12944-2:2001.
- Klasyfikację wyrobów stalowych pod kątem anty-korozyjności.
- badania wytrzymałościowe połączeń.
- badanie obciążenia paneli PV wraz z konstrukcją nośną.

Aprobata Techniczna lub w dalszej kolejności raporty z badań typu muszą być udostępnione do wglądu podczas procedury przetargowej i później muszą być zawarte w dokumentacji po wykonawczej podstemplowane za zgodność z oryginałem. Nie dopuszcza się wyrobów nie spełniających powyższe parametry.

Deklarowanie zgodności: W przypadku zastosowania wyrobów posiadających krajową Aprobate Techniczną producent musi przedstawić Krajową Deklarację zgodności, która musi wymieniać podstawowe cechy techniczne wyrobu jakie określa specyfikacja techniczna (AT). Na żądanie komisji przetargowej lub innych umocowanych osób producent/oferent musi przedstawić dokumentację Zakładowej Kontroli Produkcji, która będzie odzwierciedlała swą treścią wymogi ustawy o wyrobach budowlanych. W przypadku braku aprobaty technicznej w procesie przetargowym dopiero w dalszej kolejności alternatywnie producent/oferent może dopuścić wyrób a tym samym zadeklarować zgodność wg art. 10 ustawy o wyrobach budowlanych. Draft takowego dokumentu musi być złożony do akceptacji jako załącznik do procesu przetargowego i musi zawierać wymagane przepisami opracowania w tym wszystkie badania typu wymienione powyżej. Dokumentacja wg art. 10 Ustawy o wyrobach budowlanych nie będzie akceptowana w przypadkach:

- wydania przez Instytut techniki Budowlanej Krajowej Aprobaty Technicznej, której przedmiotem jest system konstrukcji do mocowania paneli fotowoltaicznych,
- braku zawartych w dokumentacji sporządzonej wg art. 10 raportów z badań typu w kompletnym wyżej wymienionym zakresie.

Dodatkowo w przypadku instalacji naziemnych wymaga się aby konstrukcja nośna oferowanego wyrób składała się w całości ze stali „czarnej” S235 lub S355 i po zakończeniu procesu produkcyjnego została zanurzana w roztopionym cynku o temperaturze ok. 450⁰C **wg PN-EN ISO 1461 /DIN EN ISO 1461**. Uszkodzone krawędzie po montażu (np. wbijaniu kafarem) należy zabezpieczyć farbą cynkową nanoszoną na zimno. Wymaga się aby zgodnie z PN-EN ISO 1461 grubość miejscowa powłoki cynku (wartość minimalna) wynosiła:

- 45µm dla materiału o grubości do 1,5 mm
- 55µm dla materiału o grubości od 1,5 do 3 mm
- 70µm dla materiału o grubości od 3 do 6 mm

Tym samym wymaga się aby wyroby z powłoką cynkową nanoszoną metodą zanurzeniową zgodnie z normą EN ISO 1461 nadawały się do środowisk z kategorią korozyjności C3 oraz z pewnymi ograniczeniami C4.

2.1.1.4.3.1 Podkonstrukcja wolno stojąca na gruncie

- mocowanie do podłoża 2 podpory wbijane lub wkręcane w odstępach co 2,5m,
- mocowanie paneli horyzontalne,
- wymiary paneli wg projektu (bez ograniczeń),
- kąt nachylenia paneli 15-36°,
- ilość rzędów paneli 3 rzędy / 4,
- rzędy długość stołu preferowana do 30m,
- wytrzymałość konstrukcji obliczana wg lokalizacji inwestycji,
- specyfikacja materiałów: Aluminium, Stal nierdzewna A2, Stal ocynkowana ogniowo DX51D+Z275, Stal ze specjalną powłoką antykorozyjną,
- brak połączeń spawanych.

2.1.1.4.3.2 Podkonstrukcja na dach skośny

- mocowanie do krokwi za pomocą uchwytów,
- mocowanie paneli wg projektu (bez ograniczeń),
- wymiary paneli wg projektu (bez ograniczeń),
- wytrzymałość konstrukcji obliczana wg lokalizacji inwestycji,
- specyfikacja materiałów : Aluminium 6060 T66, Stal nierdzewna A2,
- brak połączeń spawanych.

2.1.1.4.3.3 Podkonstrukcja na dach płaski

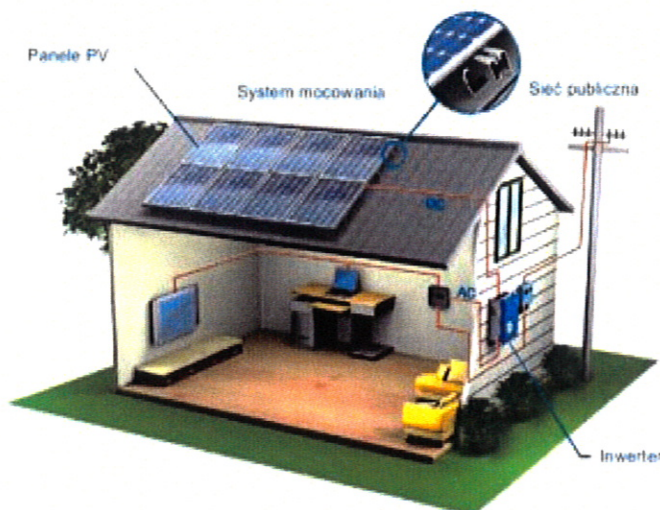
- mocowanie paneli wg projektu (bez ograniczeń),
- wymiary paneli wg projektu (bez ograniczeń),
- wytrzymałość konstrukcji obliczana wg lokalizacji inwestycji,
- specyfikacja materiałów : Aluminium 6060 T66, Stal nierdzewna A2,
- brak połączeń spawanych.

2.1.1.5 Sposób podłączenia instalacji PV do sieci elektroenergetycznej

Połączenia pomiędzy poszczególnymi panelami mają zostać wykonane kablami fabrycznymi za pomocą dedykowanych złączek w standardzie MC4. Powstały łańcuch składający się z paneli zostanie włączony do inwertera. Połączenie wykonane zostanie specjalnym kablem odpornym na promieniowanie UV, dedykowanym do stosowania w elektrowniach fotowoltaicznych. Kable układane będą w korytkach instalacyjnych, przymocowanych do dachu, w sposób, który nie obciąża złącz konektorowych. Układając kable należy zachować szczególną ostrożności by nie uszkodzić izolacji o ostre krawędzie konstrukcji i korytek instalacyjnych. Kable należy układać blisko siebie by zminimalizować możliwość indukowania się w nich przepięć. Włączenie inwerterów do sieci wewnętrznej budynku odbędzie się za pomocą kabli typu YKY.

Wykonawca jest zobowiązany do zaprojektowania i montażu systemu fotowoltaicznego w taki sposób aby jak najmniej ingerować w elementy konstrukcyjne i wykończenia budynków. Prowadzenie przewodów w elewacjach budynków musi być wykonane w sposób estetyczny. W przypadku konieczności naruszenia tych elementów w celu wykonania robót montażowych Wykonawca zobowiązany jest do ich naprawy w ramach umowy (bez dodatkowego wynagrodzenia) w zakresie uzupełnienia ubytków ścian, stropów, uszczelnienia pokrycia dachowego po przejściach przewodów. Zakres tych prac Wykonawca uzgodni z Inspektorem Nadzoru i właścicielem budynku.

Wykonawca uzgodni warunki przyłączeniowe z Zakładem Energetycznym.



Rys. 15 Schemat instalacji fotowoltaicznej

2.1.1.5.1 Strona AC

Między Falownikiem, a rozdzielnią główną należy poprowadzić okablowanie miedziane o parametrach dobranych do mocy zainstalowanej w Instalacji fotowoltaicznej. Przekrój przewodu należy dobrać do warunków obciążenia długotrwałego, spadku napięć oraz warunków zwarciovych danej sekcji. Rozdzielnia Użytkownika zostanie wyposażona w zabezpieczenia dobrane do warunków pracy każdego Falownika.

2.1.1.5.2 Strona DC

Zastosowane okablowanie fotowoltaiczne (strona DC) powinno się charakteryzować następującymi parametrami:

- napięcie znamionowe: 1000VDC,
- podwójna izolacja,
- przekrój min. $\varnothing 4,0\text{mm}^2$,
- żyły: wg PN/EN-60228, miedziane wielodrutowe klasy 5,
- izolacja: polietylen usieciowany (XLPE) lub guma termoutwardzalna bezhalogenowa (LSZH) dla których temperatura pracy - 40 °C do + 90 °C,
- powłoka: odporna na UV.

2.1.1.5.3 Ograniczenie strat przesyłowych

Starty systemowe pojawiają się w instalacjach fotowoltaicznych zarówno po stronie stałoprądowej (DC) jak i zmiennoprądowej (AC). Aby ograniczyć straty przesyłowe między panelami fotowoltaicznymi, a inwerterem, należy stosować kable o właściwym przekroju i minimalnej odległości między elementami systemu, co pozwoli na ograniczenie spadków napięcia. Spadki napięć po stronie DC i AC instalacji nie powinny przekraczać 1%.

2.1.1.5.4 Szybko złączniki kablowe strony DC

Każdy Panel Fotowoltaiczny należy wyposażyć w złączki typu MC-4. Parametry techniczne złącz przewodowania systemu fotowoltaicznego:

- Maksymalny prąd systemu PV 30 A,
- Maksymalne napięcie systemu PV 1 000 V,

- Termiczne warunki pracy pomiędzy -40°C - $+90^{\circ}\text{C}$,
- Stopień ochrony – min. IP67.

Złącza kablowe powinny zapewnić możliwość szybkiego przełączania oraz pozwolić na dowolność modyfikowania struktury okablowania paneli.

2.1.1.5.5 Ochrona przed porażaniem

Ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym należy zapewnić poprzez:

- zachowanie odległości izolacyjnych,
- izolację roboczą,
- szybkie samoczynne wyłączanie w układzie sieciowym TN-S.

W celu zapewnienia bezpieczeństwa urządzeń przed wyładowaniami atmosferycznymi zostanie zrealizowana ochrona odgromowa poprzez podłączenie konstrukcji modułów fotowoltaicznych do instalacji odgromowej. Obowiązkiem wykonawcy jest podłączenie do instalacji odgromowej już istniejącej lub przewidzieć jej montaż.

Systemy fotowoltaiczne posiadają odpowiednie zabezpieczenia przeciwpożarowe, przepięciowe i odgromowe.

2.1.1.6 Uwarunkowania dotyczące miejsca mocowania paneli na dachu

Idealną orientacją dla instalacji fotowoltaicznej jest południe. Co do zasady montaż należy przewidzieć na dachu skierowanym na południe. Takie usytuowanie pozwala osiągnąć maksymalną produkcję energii elektrycznej. Istotnym parametrem, wpływającym na poziom produkcji energii jest kąt nachylenia paneli fotowoltaicznych względem linii horyzontu. Optymalny kąt nachylenia to 25 – 35 stopni. Większe lub mniejsze nachylenie, poza zakres 25 – 35 stopni, wpływa na proporcjonalny spadek poziomu produkcji energii. Należy unikać zacinienia paneli fotowoltaicznych przy montażu instalacji. Niestety w przypadku instalacji dachowych niema możliwości całkowitego uniknięcia okresowego zacinienia z uwagi na powszechnie występujące na dachach zaciniająca elementy konstrukcyjne jak kominy, jaskółki, anteny, wywietrzniki itp.



Rys. 16 Strefy zacinienia na dachu skierowanym na południe

Planując rozplanowanie modułów na dachu należy wziąć pod uwagę strefy zacienienia, które będą tworzone przez elementy konstrukcyjne. Na wschód i zachód od takiego obiektu rzucającego cień, w najbliższym sąsiedztwie będą rozciągać się strefy wysokiego zagrożenia cieniem (obszar pomarańczowy), w którym umieszczenie panelu będzie skutkowało ponad 10% spadkiem wydajności. W tej strefie bezwzględnie nie należy instalować paneli gdyż będą one powodowały wysokie straty wydajności. Strefa umiarkowanego zagrożenia cieniem (obszar żółty), w którym umieszczenie panelu będzie skutkowało spadkiem wydajności od 2 – 5%. W tej strefie w przypadku braku wystarczającej powierzchni na dachu można montować panele. Ważne, jednak, aby panel w tej strefie był odpowiednio ustawiony (pionowo) celem zminimalizowania skutków zacienienia. Strefa niskiego zacienienia (obszar zielony). Strefa ta zajmuje często obszar większości połąci dachu. Straty wynikające z zacienienia w tej strefie są zazwyczaj poniżej 1% i jest to obszar, w którym instaluje się panele. W przypadku instalacji modułów na dachu, w którym będą występować zacienienia ważne, aby zastosowany inwerter posiadał mechanizm szukania globalnego punktu mocy maksymalnej w innym wypadku straty wynikające z zacienienia będą proporcjonalne do strat najbardziej zacienianego modułu.



Rys. 17 Strefy zacieniania na dachu skierowanym na południowy wschód



Rys. 18 Strefy zacieniania na dachu skierowanym na południowy zachód

Jeżeli budynek nie jest skierowany idealnie na południe elementy zacierniające na dachu będą rzucać cień bardziej na wschodnią lub zachodnią część dachu. W przypadku

odchylenia południowej elewacji dachu w kierunku południowo wschodnim (SE). Bardziej zacieniana będzie część dachu na wschód od przeszkody (patrząc na wprost na dach strona prawa). W przypadku odchylenia południowej elewacji dachu w kierunku południowo zachodnim (SW). Bardziej zacieniana będzie część dachu na zachód od przeszkody (patrząc na wprost na dach strona lewa). **Nie dopuszcza się montażu instalacji fotowoltaicznej na dachach pokrytych eternitem.**

2.1.1.7 Wymagania formalno – prawne dotyczące opracowania i odbioru dokumentacji projektowej

Dokumentacja techniczna winna być opracowana zgodnie z obowiązującymi przepisami w szczególności:

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane (tekst jedn. z 2006 r. Dz. U. Nr 156, poz. 1118 ze zmianami).
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. poz. 462).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. Nr 47 poz. 401).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie informacji dot. bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz. U. Nr 120 poz. 1126).
- Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej oraz programu funkcjonalno – użytkowego (Dz.U. Nr 202, poz. 2072).
- Przepisami techniczno – budowlanymi.
- Obowiązującymi normami.
- Zasadami wiedzy technicznej i sztuką budowlaną.

Kompletna dokumentacja projektowa (poprojektowa) winna zawierać:

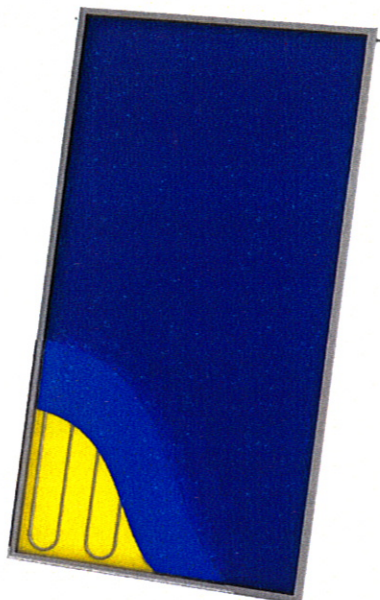
- Projekt budowlany w tym obliczenie uzysku energetycznego i efektu ekologicznego.
- Przedmiar robót.
- Kosztorys.

Wykonawca ma obowiązek zapewnienia opracowania dokumentacji projektowej przez osobę posiadającą niezbędne uprawnienia lub kwalifikacje w odpowiedniej specjalności.

Jeśli będzie to wymagane, Wykonawca zdobędzie wszystkie niezbędne pozwolenia i zezwolenia do prowadzenia inwestycji.

2.1.2. Instalacje kolektorów słonecznych

Kolektory Słoneczne to urządzenia pochłaniające promienie słoneczne, przekształcające je w energię cieplną wykorzystywaną finalnie do ogrzewania wody użytkowej, wody basenowej oraz wspomaganie c.o. **Kolektory płaskie** są najbardziej popularnym rodzajem kolektorów na świecie i powszechnie montowanym z uwagi na wysoką wydajność, trwałość, a także niską cenę. Podstawowa zasada działania płaskich kolektorów słonecznych sprowadza się do absorbowania promieni słonecznych poprzez ciemną powłokę zwaną absorberem, do której przylutowane są miedziane lub aluminiowe kanały przepływowe dla płynu grzewczego. Poprzez węzownice w zbiorniku wody, płyn solarny (glikol) przekazuje ciepło podgrzewając wodę użytkową. Absorber zbudowany jest z blachy miedzianej bądź aluminiowej pokrytej warstwą absorbującą i to od niego zależy przede wszystkim trwałość i wysoka sprawność kolektora przez wieloletni okres jego użytkowania. Pod absorberem kolektor izolowany jest wełną mineralną, a od góry przykryty szybą solarną, odporną na grad i inne czynniki zewnętrzne. Całość zamknięta jest w estetycznej obudowie aluminiowej.

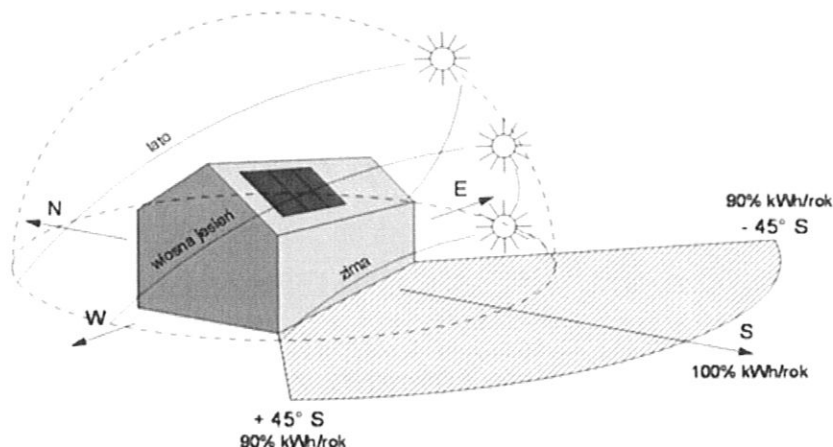


Rys. 19 Przykładowy wygląd kolektora płaskiego

- Popularność w stosowaniu kolektorów słonecznych wynika z:
- obniżenia cen kolektorów słonecznych,
 - wzrostu cen energii konwencjonalnej bez perspektywy ich obniżenia,
 - wszechstronności ich zastosowania (podgrzewanie wody użytkowej, wody basenowej, wspomaganie C.O.),
 - krótkiego czasu zwrotu z inwestycji,
 - wysokiej sprawności, trwałości i estetyki kolektorów,
 - wspierania przez państwo i instytucje pozarządowe technologii ekologicznych w postaci preferencyjnych kredytów lub bezpośrednich dotacji.

2.1.2.1 Lokalizacja Kolektorów słonecznych

Aby maksymalnie wykorzystać energię promieniowania słonecznego, płaszczyzna kolektora powinna być skierowana w miarę możliwości na południe oraz prostopadle do padających promieni słonecznych. W praktyce jednak nie zawsze możliwe jest skierowanie kolektora na południe, więc dopuszcza się odchylenia kąta w granicach $\pm 45^\circ$. Z programów symulacyjnych wynika, że straty zysków energetycznych kolektorów odchylonych od kierunku południowego o kąt 45° nie są znaczące i mieszczą się w granicach do 10%. Zdecydowanie istotniejsze jest ustawienie płaszczyzny kolektora prostopadle do padających promieni słonecznych. Poniżej przedstawiono analizę ilości docierającej energii promieniowania słonecznego do płaszczyzny kolektora w poszczególnych miesiącach w zależności od kąta nachylenia dachu (25° , 45° , 75°).



Rys. 20 Kąty odchylenia kolektora

Instalację solarną stosuje się do wspomaganie centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej lub podgrzewania wody basenowej. Jeżeli instalacja będzie podgrzewać ciepłą wodę użytkową lub basen tylko w sezonie letnim najlepiej ustawić kolektory pod kątem w przedziale 0-20°. Zysk energii będzie znikomy, ale w lecie przynajmniej nie nastąpi jej spadek. Natomiast, jeżeli instalacja solarna planowana jest do całorocznego podgrzewania c.w.u. optymalnym ustawieniem jest zakres kątów 55°-65°. Zyskujemy znacznie zwiększenie ilości energii docierającej do kolektora w zimnie, także sporo więcej mamy wiosną i jesienią. W lecie następuje nieznaczny spadek energii docierającej do kolektora, który bez problemu jest kompensowany, znacznie większym nasłonecznieniem w tym okresie. Jeżeli instalacja oprócz c.w.u. ma także wspomagać centralne ogrzewanie jedynym sensownym ustawieniem jest pochylenie kolektorów w zakresie kątów 75° -85°. Przy takim ustawieniu mamy maksymalny zysk energii w okresie zimowym, czyli w czasie, gdy potrzebujemy najwięcej energii.

2.1.2.2 Opis stanu istniejącego

Źródłem ciepła dla budynków mieszkalnych jest paliwo stałe, węgiel, gaz lub olej. W przeważającej większości kotłowni wyposażone są w kotły węglowe, miałowe lub na eko-groszek. Kotły w indywidualnych kotłowniach dobrane są w zależności od wielkości mocy zapotrzebowania na ciepło danego budynku mieszkalnego oraz w wielu przypadkach posiadają rezerwę do podgrzewania c.w.u. Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest również w podgrzewaczach c.w.u. tzw. bojlerach.

2.1.2.3 Opis stanu docelowego

Na podstawie danych uzyskanych od Inwestora wielkość instalacji solarnej dla poszczególnych budynków została określona w oparciu o kryterium ilości mieszkańców i zużycia ciepłej wody użytkowej. Ilość montowanych kolektorów słonecznych i pojemność zbiornika na ciepłą wodę powinna zapewniać przynajmniej 50 l ciepłej wody na osobę/dobę o temperaturze 55°C – dla gospodarstw domowych. Kolektory słoneczne zlokalizowane będą na dachu budynków, elewacjach oraz na konstrukcjach zlokalizowanych obok budynków – (w zależności od ustaleń z właścicielem oraz doboru najefektywniejszej lokalizacji). Przed opracowaniem rozmieszczenia kolektorów słonecznych niezbędna jest wizja lokalna oraz uzgodnienia z właścicielami gospodarstw. Planując liczbę, a tym samym powierzchnię kolektorów na budynkach o określonej liczbie użytkowników należy uwzględnić parametry kolektorów, położenie geograficzne (szerokość geograficzną), możliwą orientację i pochylenie kolektorów, długość przewodów. Z racji długoletniego okresu trwałości projektu, jak również mając na uwadze zadowolenie mieszkańców zakłada się w projekcie produkty o bardzo wysokiej jakości co potwierdzone jest stosownie jak najdłuższym okresem gwarancji zaoferowanych urządzeń.

Szczegółowe parametry instalacji należy określić indywidualnie dla każdego budynku na etapie wykonywania projektu. Wykonawca zobowiązany jest do zweryfikowania orientacyjnie podanych w programie funkcjonalno – użytkowym ilości kolektorów w poszczególnych instalacjach uwzględniając parametry kolektorów, ich usytuowanie (pochylenie, orientację), położenie geograficzne, długości przewodów itp.

W przypadku, gdy wg obliczeń Wykonawcy założona ilość nie będzie wystarczająca dla wymaganego stopnia pokrycia zapotrzebowania na energię potrzebną do ogrzania wody użytkowej Wykonawca zobowiązany jest do zwiększenia ilości kolektorów do ilości zapewniającej wymagany stopień pokrycia zapotrzebowania, w ramach ceny podanej w ofercie.

2.1.2.4 Zakres robót instalacyjnych i montażowych

2.1.2.4.1 Obowiązki wykonawcy

W zakresie instalacji solarnych:

- Demontaż istniejącego zasobnika ciepłej wody.
- Wyprowadzenie króćca z instalacji c.o. wraz z armaturą potrzebną do wpięcia drugiej węzownicy zasobnika ciepłej wody montowanego w ramach instalacji solarne.
- Montaż kolektorów słonecznych.
- Podłączenie zbiorników c.w.u. do istniejącej instalacji c.w.u.
- Podłączenie drugiej węzownicy do pieca c.o. lub montaż grzałki elektrycznej.
- Wykonanie instalacji łączących kolektory ze zbiornikami i jej ocieplenie.
- Montaż armatury (termometry, zawory bezpieczeństwa, zawory zwrotne, itp.).
- Montaż zespołu pompowego z osprzętem.
- Montaż zespołu naczynia przeponowego.
- Montaż licznika ciepła montowanego w obiegu kolektorów umożliwiającym prezentację danych dotyczących produkowanej energii.
- Instalacja układu sterującego, automatyki i wizualizacja pracy instalacji.
- Wykonanie płukania oraz prób ciśnienia instalacji.
- Napełnienie instalacji czynnikiem solarnym.
- Uruchomienie instalacji.
- Przeszkolenie użytkowników.
- Sporządzenie instrukcji obsługi.
- Uzupełnienie ubytków ścian, stropów, uszczelnienie pokrycia dachowego po przejściach przewodów.
- Wykonanie dodatkowej konstrukcji dachowej (platformy) umożliwiającej zamontowanie kolektorów słonecznych jeżeli nie będzie innej możliwości montażu tak aby uzyskać odpowiednią orientację kolektorów.
- Wykucia i osadzenia ościeżnicy w trakcie montażu zbiornika c.w.u., w przypadku takiej konieczności.
- Wykonania przewodów instalacji wody zimnej, ciepłej, c.o. i elektrycznych w pomieszczeniu, w którym zostanie zamontowany zasobnik ciepłej wody niezależnie od ich długości.

2.1.2.5 Proponowane parametry odnośnie materiałów instalacji solarnych

2.1.2.5.1 Kolektor słoneczny

Wykonawca w celu potwierdzenia, że oferowane przez niego kolektory słoneczne spełniają wymagania stawiane przez Zamawiającego wraz z ofertą składa zaświadczenie podmiotu uprawnionego do kontroli jakości potwierdzającego, że oferowane kolektory słoneczne przeszły badania potwierdzające ich zgodność z pełnym zakresem normy PN-EN 12975-1 (lub równoważną normą) według metodyki badań ujętej w normie PN-EN

12975-2 (lub równoważnej normie). Zamawiający uzna w tym zakresie przedstawienie dla oferowanych kolektorów certyfikatu Solar Keymark lub innego równoważnego certyfikatu wraz z pełnym sprawozdaniem z badań, przeprowadzonych zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 12975-1, z którego wynikać będzie potwierdzenie spełnienia wymaganych parametrów. Dodatkowo zamawiający wymaga, aby pełne sprawozdanie z badań kolektora potwierdzało wykonanie badania odporności na uderzenia zgodnie z punktem 5.10 normy PN-EN 12975-2.

Ponadto kolektory powinny spełniać dyrektywę o ogólnym bezpieczeństwie produktów (Dz. U.L 11 z 15.01.2012). Dyrektywa ta wdrożona została do polskiego prawa Ustawą z 13 stycznia 2007 r. o ogólnym bezpieczeństwie produktów (Dz. U nr 35, poz. 214). Określa ona wymagania, jakie muszą spełniać wyroby, aby mogły być dopuszczane do swobodnego obrotu na terenie UE.

- Wymagane parametry sprawności energetycznej:
 - o Sprawność optyczna apertury – nie mniejszy niż 82 %,
 - o Współczynnik strat a_1 apertury – nie większy niż $3,9 \text{ W/m}^2\text{K}$,
 - o Współczynnik strat a_2 apertury – nie większy niż $0,025 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- Ciężar kolektora bez cieczy nie większy niż 50 kg.
- Typ: Płaski kolektor płytowy.
- Absorber kolektora miedziany lub aluminiowy z pokryciem selektywnym z dołączoną gwarancją trwałości pokrycia wydana przez producenta kolektorów – nie mniej niż 10 lat.
- Budowa kolektora absorbera powinna zabezpieczać nośnik ciepła przed jego niszcącym przegrzaniem w wyniku przerwy, awarii zasilania elektrycznego instalacji trwającej dłużej niż 1 dzień bez konieczności wyposażenia instalacji we własne źródło zasilania elektrycznego.
- Obudowa kolektorów aluminiowa anodowana lub lakierowana, izolowana cieplnie.
- Szyba ze szkła hartowanego o wysokiej przepuszczalności promieniowania słonecznego (klasa U1).
- Układ hydrauliczny kolektorów – harfa pojedyncza składająca się z rurek pionowych lub układ meandryczny każdorazowo wykonany z miedzi z czterema drożnymi króćcami przyłączeniowymi.
- Połączenia orurowania absorbera z płytą absorbera muszą zabezpieczać materiał absorbera i orurowania przed wzajemnym negatywnym wpływem (np. spawane laserowo lub zgrzewane ultradźwiękowo).
- Powierzchnia absorbera pojedynczego kolektora nie mniejsza niż $1,8 \text{ m}^2$.

Rodzaje instalacji kolektorów słonecznych:

- instalacja dwóch kolektorów płaskich z zasobnikiem solarnym min. 250 l o mocy szczytowej min. 2,95 kW,
- instalacja trzech kolektorów płaskich z zasobnikiem solarnym min. 300 l o mocy szczytowej min. 4,42 kW,
- instalacja czterech kolektorów płaskich z zasobnikiem solarnym min. 500 l o mocy szczytowej min. 5,9 kW;

2.1.2.5.2 Uchwyty do zamocowania kolektorów słonecznych pod optymalnym kątem (dachy o małym nachyleniu)

- Elementy uchwytów i konstrukcji wsporczych powinny być wykonane z kształtowników aluminiowych lub stali nierdzewnej.
- Przejścia dachowe systemowe do rur kolektorów w kolorze zbliżonym do koloru pokrycia dachowego budynku.
- Przewody solarne biegnące po dachu należy zabezpieczyć przed negatywnym wpływem osuwającego się śniegu lub lodu (montaż śniegołapów) nad rurami.

2.1.2.5.3 Podgrzewacz ciepłej wody użytkowej

- Zabezpieczenie antykorozyjne zasobnika i węzownicy emalią ceramiczną oraz dodatkowe zabezpieczenie aktywne elektrodą tytanową.
- Płaszcz zewnętrzny izolowany termicznie pianką poliuretanową o grubości min. 50 mm.
- Wbudowany termometr (w przypadku braku możliwości podłączenia do kotła c.o.).
- Dwie węzownice jedna dla układu solarnego druga dla układu istniejącego c. w. u.
- Króciec pozwalający na zamontowanie grzałki elektrycznej.
- Ciśnienie robocze: zasobnik min. 6 bar, węzownica min. 6 bar.
- Zewnętrzny płaszcz zbiornika z tworzywa sztucznego.
- Na wyjściu c.w.u. należy zastosować termostatyczne zawory antyoparzeniowe.
- Każdy zasobnik montowany musi mieć króciec umożliwiający podłączenie grzałki elektrycznej. Grzałkę elektryczną o odpowiedniej mocy należy zamontować w tych instalacjach, w których nie ma możliwości podłączenia górnej węzownicy zasobnika do kotła c.o. lub użytkownik nie będzie chciał podłączać drugiej węzownicy.

2.1.2.5.4 Zespół pompowo – sterowniczy powinien posiadać

- Pompa obiegowa nośnika ciepła ze sterowaniem,
- Separator powietrza,
- Czujniki temperatury,
- Termometr,
- Manometr,
- Miernik przepływu,
- Automatyczną regulację obrotów pompy,
- Automatyczne lub ręczne odpowietrzanie,
- Zawór bezpieczeństwa 6 bar,
- Izolację termiczną,
- Układ automatyki (sterownik) powinien spełnić następujące funkcje:
 - o sterować pracą systemu kolektorów we współpracy z dodatkowym źródłem ciepła,
 - o sterować pracą stacji pompowej w zależności od różnicy temperatur, realizować procedurę schładzania kolektorów po przekroczeniu temperatury dopuszczalnej,
 - o realizować funkcje przeciwmrozową,
 - o zabezpieczać odbiorniki ciepła oraz urządzenia instalacji glikolowej przed przekroczeniem ich temperatury maksymalnej,
 - o posiadać możliwość schładzania nocą zbiornika c.w.u poprzez wymuszenie obiegu płynu solarnego przez kolektor – funkcja tryb urlopowy lub tryb wakacyjny,
 - o wyliczać dzienną oraz sumaryczną energię zgromadzoną przez kolektory słoneczne.

2.1.2.5.5 Zespół naczynia wzbiórczego przeponowego powinien posiadać

- Do zabezpieczenia instalacji w obiegu glikolowym i po stronie wody wodociągowej zastosować membranowe zawory bezpieczeństwa o ciśnieniu otwarcia 6 bar, posiadające dopuszczenie i certyfikaty zgodnie z obowiązującymi przepisami Dozoru Technicznego.
- W obiegu glikolowym i po stronie wodociągowej zastosować przeponowe naczynia wzbiórcze na ciśnienie 6 bar, posiadające dopuszczenia i certyfikaty zgodnie z obowiązującymi przepisami Dozoru Technicznego.

2.1.2.5.6 Komplet orurowania wraz z armaturą przyłączeniową i izolacją cieplną

- Przewody instalacji solarnej w obiegu glikolowym należy projektować i wykonywać

- z rur miedzianych bez szwu lub rur karbowanych ze stali nierdzewnej przeznaczonych do stosowania w instalacjach sanitarnych i ogrzewaniu.
- Łączenia rur miedzianych za pomocą kształtek miedzianych lutem twardym.
 - Armaturę na przewodach projektować i montować tak aby umożliwić obsługę i konserwację.
 - Na przewodach w obiegu glikolowym stosować izolację termiczną z otulinami z kauczuku syntetycznego EPDM typu HT o grubości min 13 mm i odporną na temperaturę do 150 o C.
 - Fragmenty przewodów prowadzonych na zewnątrz budynku należy dodatkowo zabezpieczyć przed uszkodzeniem mechanicznym (np. dziobanie ptaków) płaszczem blachy aluminiowej lub ocynkowanej.
 - Przewody przyłączeniowe do instalacji wody zimnej i ciepłej należy zaprojektować i wykonać z rur miedzianych lub trójwarstwowych typ PEX-AL-PEX lub innego materiału jak materiał instalacji istniejącej. Na przewodach ciepłej wody należy zastosować izolację termiczną.
 - Przewody przyłączeniowe drugiej wężownicy zasobnika z drugim źródłem ciepła należy zaprojektować i wykonać z rur miedzianych twardych lub stalowych łączonych za pomocą kształtek gwintowanych lub spawane. Należy zastosować taki sam rodzaj materiału jak materiał instalacji istniejącej. Należy przewidzieć dostawę i montaż pompy obiegowej na podłączeniu górnej wężownicy z kotłem c.o. wraz z armaturą odcinającą i zaworem bezpieczeństwa.

2.1.2.5.7 Nośnik ciepła (płyn solarny)

Płyn solarny (nośnik ciepła): wodny roztwór glikolu propylenowego o temperaturze krzepnięcia - 35°C, biodegradowalny z inhibitorami korozji.

2.1.2.5.8 Przewody elektryczne wraz z zabezpieczeniem przeciw przeciążeniowym zespołu pompowo – sterowniczego

- Przewody miedziane do instalacji elektrycznych min. 3 x 1,5 mm².
- korytka z tworzyw sztucznych lub uchwyty natynkowe do przewodów.
- wyłącznik 10A klasy B10.

2.1.2.6 Wymagania formalno – prawne dotyczące opracowania i odbioru dokumentacji projektowej

Dokumentacja techniczna winna być opracowana zgodnie z obowiązującymi przepisami w szczególności:

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane (tekst jedn. z 2006 r. Dz. U. Nr 156, poz. 1118 ze zmianami).
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. poz. 462).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. Nr 47 poz. 401).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie informacji dot. bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz. U. Nr 120 poz. 1126).
- Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej oraz programu funkcjonalno – użytkowego (Dz.U. Nr 202, poz. 2072).
- Przepisami techniczno – budowlanymi.
- Obowiązującymi normami.
- Zasadami wiedzy technicznej i sztuką budowlaną.

Kompletna dokumentacja projektowa (poprojektowa) winna zawierać:

- Projekt budowlany w tym obliczenie stopnia pokrycia zapotrzebowanie na energię potrzebną do ogrzania wody użytkowej uzysku energetycznego i efektu ekologicznego.
- Przedmiar robót.
- Kosztorys.

Wykonawca ma obowiązek zapewnienia opracowania dokumentacji projektowej przez osobę posiadającą niezbędne uprawnienia lub kwalifikacje w odpowiedniej specjalności.

Jeśli będzie to wymagane, Wykonawca zdobędzie wszystkie niezbędne pozwolenia i zezwolenia do prowadzenia inwestycji.

2.1.2.7 Wykończenie prac montażowych

Przedmiotem zamówienia jest montaż zestawów solarnych do podgrzewania wody użytkowej. Wykonawca jest zobowiązany do zaprojektowania i montażu zestawów solarnych w taki sposób aby jak najmniej ingerować w elementy konstrukcyjne i wykończenia budynków (okładziny wewnętrzne, elewacja, powłoki malarskie). Prowadzenie przewodów w elewacjach budynków musi być wykonane w **sposób estetyczny**. W przypadku konieczności naruszenia tych elementów w celu wykonania robót montażowych Wykonawca zobowiązany jest do ich naprawy w ramach umowy (bez dodatkowego wynagrodzenia) w zakresie uzupełnienia ubytków ścian, stropów, uszczelnienia pokrycia dachowego po przejściach przewodów. Zakres tych prac Wykonawca uzgodni z Inspektorem Nadzoru i właścicielem budynku.

2.1.2.8 Wymagania dotyczące wykonania robót instalacyjnych i montażowych

2.1.2.8.1 Montaż kolektorów słonecznych

Kolektory słoneczne należy montować zgodnie z instrukcją producenta. Niedopuszczalne są działania mogące powodować deformację kolektora słonecznego lub zniszczenie powłoki absorpcyjnej. Należy przewidzieć montaż kolektorów na dachach o różnym pokryciu: np. dachówką, papą, blacho – dachówką i inne lub ścianach budynków w sposób zapewniający optymalizację uzysków energii słonecznej. **Nie dopuszcza się montażu kolektorów słonecznych na dachach pokrytych eternitem.**

Kolektory słoneczne montowane na dachu o odpowiednim pochyleniu i orientacji połaci (strona południowa) należy instalować w płaszczyźnie równoległej do powierzchni dachowej za pomocą systemowych uchwytych dachowych dostarczanych przez producenta kolektorów. Przy montażu kolektorów należy zwracać uwagę na to by nie uszkodzić pokrycia dachowego. Wszystkie otwory wykonane w dachu muszą być zabezpieczone systemowymi zestawami uszczelniającymi. W przypadku montażu kolektorów na ścianach lub dachach płaskich z odpowiednią orientacją połaci kolektory należy montować z użyciem systemowych konstrukcji wsporczych dostarczonych przez producenta kolektorów. W przypadku konieczności montażu kolektorów na dachach o nieodpowiedniej orientacji połaci należy zastosować oprócz konstrukcji wsporczych dostarczonych przez producenta kolektorów dodatkową konstrukcję (platformę) umożliwiającą właściwą orientację kolektorów. W takim przypadku Wykonawca zobowiązany jest do wykonania i montażu dodatkowej konstrukcji w ramach ceny podanej w ofercie.

Kolejność wykonywanych robót winna być następująca:

- wyznaczenie miejsca zamontowania uchwytów,
- wykonanie otworów i osadzenie profili wsporczych,
- montaż stelaża,
- montaż kolektora słonecznego ze stelażem nośnym,
- montaż dodatkowej konstrukcji dachowej umożliwiającej zamontowanie kolektorów słonecznych jeżeli nie będzie innej możliwości montażu tak aby uzyskać odpowiednią orientację kolektorów.

2.1.2.8.2 Montaż rurociągów instalacji

Przewody i rury należy prowadzić po ścianach budynku na uchwytach mocowanych do ścian z uszczelnieniem temperaturowym. Połączenia rurociągów miedzianych po stronie solarnej wyłącznie lutem twardym. Rurociągi instalacyjne należy prowadzić w odległości 3 cm (dla średnic 15 mm, 18 mm, 22 mm) od otuliny do powierzchni ścian i stropów a także pomiędzy otulinami rurociągów. Przejścia przez dach należy wykonać z użyciem przejść dachowych systemowych do rur w kolorze zbliżonym do koloru pokrycia dachowego budynku. Przejścia przez ściany i stropy powinny być wykonane w tulejach ochronnych, co najmniej o 1 cm dłuższych od grubości przegrody budowlanej. Armatura nie może być instalowana na łukach i załamaniach rurociągów. Prosty odcinek przed i za armaturą powinien wynosić minimum 1,5 D (gdzie D - jest średnicą zewnętrzną rurociągu). Rurociągi powinny być nie zanieczyszczone od wewnątrz i wolne od wad zewnętrznych, korozji i uszkodzeń mechanicznych. Nie dopuszcza się montażu rurociągów solarnych w kanałach wentylacji grawitacyjnej, jeżeli pomieszczenie, w którym instaluje się węzeł solarny wymaga wentylacji zgodnie z przepisami budowlanymi (np. kotłownie, w szczególności z kotłami z płomieniem otwartym, pralnie, kuchnie, łazienki itp.). Poprowadzenie rurociągów solarnych kanałem wentylacyjnym możliwe jest wyłącznie wtedy, gdy jest to dodatkowy kanał w pomieszczeniu (wolny, nie wykorzystany lub specjalnie przeznaczony do tego celu). Rurociągi prowadzone po połąci dachowej, ścianach i stropach muszą być bezwzględnie prowadzone pionowo i poziomo, **w sposób estetyczny.**

2.1.2.8.2 Montaż armatury i osprzętu

Rurociągi łączone będą z armaturą i osprzętem za pomocą śrubunków lub połączeń zaciskanych pierścieniem z zastosowaniem kształtek systemowych. Kolejność wykonywania robót:

- Sprawdzenie działania zaworów odcinających, zwrotnych i bezpieczeństwa,
- Kalibracja rur instalacyjnych, gradowanie, gwintowanie krawędzi rur,
- Uszczelnienia półśrubunków i skręcanie połączeń.

Na przewodach poziomych armaturę należy w miarę możliwości ustawić w takim położeniu, by wrzeciono było skierowane do góry i leżało w płaszczyźnie pionowej przechodzącej przez oś przewodu. Zawory na pionach i gałkach oraz odpowietrzniki należy umieszczać w miejscach widocznych oraz łatwo dostępnych dla obsługi, konserwacji i kontroli. Montaż zaworów bezpieczeństwa w pozycji zgodnej z instrukcją ich montażu w miejscu łatwo dostępnym. Wysokość montażu zaworu bezpieczeństwa powinna umożliwiać podstawienie naczynia. W najniższym punkcie instalacji doprowadzającej wodę zimną do zasobnika zainstalować zawór umożliwiający spuszczenie wody ze zbiornika.

2.1.2.8.2 Badanie i uruchomienie instalacji

Ciśnienie robocze w instalacji na poziomie dolnej krawędzi nie powinno przekraczać 5 bar. Próbę szczelności w instalacji należy przeprowadzić w oparciu o następujące parametry minimalne: ciśnienie robocze powiększone o 2 bary, lecz nie mniejsze niż 4 bary. Ciśnienie podczas próby szczelności należy dokładnie kontrolować i nie dopuszczać do przekroczenia jego maksymalnej wartości 6 bar. Do pomiaru ciśnień próbnych należy używać manometru, który pozwala na bezbłędny odczyt zmiany ciśnienia o 0,1 bara. Powinien on być umieszczony w możliwie najniższym punkcie instalacji. Wyniki badania szczelności należy uznać za pozytywne, jeżeli w ciągu 30 minut nie stwierdzono przecieków lub efektu roszczenia. Z próby ciśnieniowej Wykonawca sporządzi protokół. Próby ciśnieniowe należy wykonać powietrzem lub docelowym płynem solarnym. Instalacja solarna nie może być napełniona wodą. Próby należy wykonywać w obecności Inspektora Nadzoru.

2.1.2.8.3 Wykonanie izolacji termicznej

Roboty izolacyjne należy rozpocząć po zakończeniu montażu rurociągów, przeprowadzeniu próby szczelności oraz po potwierdzeniu prawidłowości wykonania robót przez Inspektora Nadzoru. Otuliny termoizolacyjne powinny być nałożone na styk i ściśle przylegać do ruraru. Grubość wykonania izolacji nie powinna się różnić od grubości określonej w niniejszej specyfikacji.

3. Odbiór robót, dokumenty do odbioru końcowego

Roboty budowlane objęte zamówieniem podlegają następującym etapom odbioru:

- Robót zanikających i ulegających zakryciu,
- Częściowy,
- Końcowym,
- Gwarancyjnym.

3.1. Odbiór robót zanikających lub podlegających zakryciu

- Odbiór robót zanikających lub podlegających zakryciu powinien objąć swym zakresem przejścia przewodów przez ściany i stropy - umiejscowienie i wymiary otworów. Odbiór należy przeprowadzić jeszcze przed montażem izolacji cieplochronnych na przewodach.
- Odbioru robót zanikających lub podlegających zakryciu dokonuje Inspektor Nadzoru

3.2. Odbiór częściowy - końcowy dla jednej instalacji

- Gotowość do odbioru Wykonawca zgłasza wpisem do Dziennika Budowy,
- Przy odbiorze częściowym, który będzie odbiorem końcowym instalacji fotowoltaicznej lub solarnej u jednego użytkownika, należy przedłożyć badania sprawności/szczelności instalacji, a także sprawdzić zgodność stanu wykonanego ze schematem instalacji oraz wymaganiami odpowiednich norm przedmiotowych. W szczególności należy skontrolować:
 - o użycie właściwych materiałów i elementów instalacji,
 - o prawidłowość wykonania połączeń,
 - o jakość zastosowanych materiałów uszczelniających,
 - o wielkość spadków przewodów,
 - o odległość przewodów od przegród budowlanych i innych przewodów,
 - o prawidłowość ustawienia wydłużeń i armatury,
 - o prawidłowość przeprowadzania wstępnej regulacji,
 - o prawidłowość zainstalowania instalacji, w szczególności pochylenie, orientację,
 - o jakość wykonania izolacji cieplnej,
 - o prawidłowość pracy instalacji po uruchomieniu.
- Odbioru częściowego dokonuje Inspektor Nadzoru w obecności Właściciela/Użytkownika budynku. Czynność odbioru częściowego powinna być potwierdzona protokołem potwierdzenia montażu instalacji podpisanym przez Kierownika Budowy (robót), Inspektora Nadzoru oraz Właściciela / Użytkownika oraz protokołem odbioru częściowego podpisanym przez Kierownika Budowy (robót), Inspektora Nadzoru będącym podstawą wystawienia faktury przez Wykonawcę.

3.3. Odbiór końcowy – wszystkich instalacji

- Gotowość do odbioru końcowego Wykonawca zgłasza wpisem do Dziennika Budowy. Fakt gotowości przedmiotu zamówienia do odbioru końcowego winien być potwierdzony przez Inspektora Nadzoru w Dzienniku Budowy.
- Następnie Wykonawca zgłasza gotowość do odbioru końcowego Zamawiającemu na piśmie.
- Do odbioru końcowego Wykonawca zobowiązany jest dostarczyć następujące dokumenty:
 - o dokumentację powykonawczą,

- oryginał dziennika budowy,
 - deklaracje zgodności, atesty, certyfikaty i inne dokumenty potwierdzające dopuszczenie zastosowanych urządzeń i materiałów do wbudowania w obiekt budowlany, instrukcje,
 - dokumenty odbiorowe UDT,
 - potwierdzenie przeszkolenia użytkownika i przekazania instrukcji obsługi,
 - oświadczenie kierownika budowy o zakończeniu robót oraz o wykonaniu ich zgodnie z zasadami wiedzy technicznej, a także o uporządkowaniu i doprowadzeniu do wymaganego stanu terenu budowy,
 - kartę gwarancyjną.
- Odbioru końcowego dokonuje Zamawiający przy udziale Inspektora Nadzoru.
 - Wykonawca sporządza zbiorczy wydruk raportu danych projektu z wynikami obliczeń efektu ekologicznego, uzysku energii i mocy zainstalowanych źródeł.

4. Gwarancja

Wykonawca zapewni serwisowanie wybudowanych **instalacji fotowoltaicznych** w okresie objętym gwarancją oraz zobowiązuje się do wykonania co najmniej 1 raz w ciągu roku bezpłatnych przeglądów wszystkich wybudowanych instalacji. Koszty serwisowania urządzeń i instalacji w okresie obowiązywania gwarancji pokrywa Wykonawca.

W ramach przedmiotu zamówienia ustala się następujący wykaz gwarancji:

- roboty budowlano – montażowe – minimum 5 lat, liczonych od dnia podpisania przez Zamawiającego (bez uwag) protokołu odbioru końcowego,
- panele fotowoltaiczne – minimum 10 lat na 90% wydajności, minimum 25 lat na 20% wydajności, liczonych od dnia podpisania przez Zamawiającego (bez uwag) protokołu odbioru końcowego zadania inwestycyjnego, oraz gwarancja produktowa min. 10 lat. Czas realizacji serwisu maksymalnie 48 godzin od momentu zgłoszenia awarii w okresie gwarancji i po upływie okresu gwarancji,
- bezpłatne przeglądy serwisowe w okresie gwarancji. Wykonawca wskaże wyspecjalizowany serwis, który dokonywać będzie naprawy awarii, usterek oraz przeglądów serwisowych,
- wykonawca zobowiązany jest do sporządzenia instrukcji eksploatacji,
- do napraw gwarancyjnych Wykonawca jest zobowiązany użyć fabrycznie nowych elementów o parametrach nie gorszych niż elementów uszkodzonych sprzed usterki,
- wykonawca przeszkoli użytkowników instalacji oraz osoby wskazane przez Zamawiającego w zakresie obsługi i eksploatacji wybudowanych instalacji (ilość przeszkolonych osób tożsama z ilością instalacji objętych zamówieniem), jak również wykona pierwszy rozruch instalacji,
- na Falownik PV i pozostały osprzęt instalacji minimum 10 lat gwarancji.

Wykonawca zapewni serwisowanie wybudowanych **instalacji solarnych** w okresie objętym gwarancją oraz zobowiązuje się do wykonania co najmniej 1 razy w ciągu roku bezpłatnych przeglądów wszystkich wybudowanych instalacji. Koszty serwisowania urządzeń i instalacji w okresie obowiązywania gwarancji pokrywa Wykonawca.

W ramach przedmiotu zamówienia ustala się następujący wykaz gwarancji:

- roboty budowlano – montażowe – minimum 5 lat, liczonych od dnia podpisania przez Zamawiającego (bez uwag) protokołu odbioru końcowego,
- kolektory słoneczne – gwarancja produktowa min. 10 lat. Czas realizacji serwisu maksymalnie 48 godzin od momentu zgłoszenia awarii w okresie gwarancji i po upływie okresu gwarancji,
- bezpłatne przeglądy serwisowe w okresie gwarancji. Wykonawca wskaże wyspecjalizowany serwis, który dokonywać będzie naprawy awarii, usterek oraz przeglądów serwisowych,
- wykonawca zobowiązany jest do sporządzenia instrukcji eksploatacji,
- do napraw gwarancyjnych Wykonawca jest zobowiązany użyć fabrycznie nowych elementów o parametrach nie gorszych niż elementów uszkodzonych sprzed usterki,
- wykonawca przeszkoli użytkowników instalacji oraz osoby wskazane przez Zamawiającego w zakresie obsługi i eksploatacji wybudowanych instalacji (ilość przeszkolonych osób tożsama z ilością instalacji objętych zamówieniem), jak również wykona pierwszy rozruch instalacji.

5. Część informacyjna

5.1. Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ochrony przeciwpożarowej

Podczas realizacji robót budowlanych Wykonawca będzie przestrzegać obowiązujących przepisów dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy, między innymi:

- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 30 października 2002 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie użytkowania maszyn przez pracowników podczas pracy (Dz. U. 2002 nr 191 póź. 1596) z późniejszymi zmianami (Dz. U. 2003 nr 178 póź. 1745).
- Obwieszczenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28 sierpnia 2003 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. 2003 nr 169 póź. 1650).
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 27 lipca 2004 r. w sprawie szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. 2004 nr 180 póź. 1860).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. 2003 nr 47 póź. 401).
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 20 września 2001 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas eksploatacji maszyn i innych urządzeń technicznych do robót ziemnych, budowlanych i drogowych (Dz. U. 2001 nr 118 póź. 1263),
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 14 marca 2000 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy ręcznych pracach transportowych (Dz. U. 2000 nr 26 póź. 313) z późniejszymi zmianami (Dz. U. 2000 nr 82 póź. 930),
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach elektrycznych (Dz. U. 1999 nr 80 poz.912).
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28 kwietnia 2003 r. w sprawie szczegółowych zasad stwierdzania posiadania kwalifikacji przez osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci (Dz. U. 2003 nr 89 póź. 828) z późniejszymi zmianami (Dz.U. 2003 nr 129 póź. 1184).
- Rozporządzenie Ministrów Komunikacji oraz Administracji, Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 10 lutego 1977 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót drogowych i mostowych (Dz. U. 1977 nr 7 póź. 30).

Prace projektowe i budowlane muszą być prowadzone zgodnie z prawem budowlanym, przepisami BHP i Ppoż., obowiązującymi przy prowadzeniu tego typu prac, w tym w szczególności:

- Ustawą z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane (t.j. z 2010r. Dz. U. Nr 243, poz. 1623 z późn. zm.) oraz przepisami z nią związanymi,
- Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. Nr 120, Póź. 1133 z późn. zm.),
- Ustawą z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (tekst jednolity z 2008r. Dz. U. Nr 25, Póź. 150 z późn. zm.),
- Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. Nr

- 47, Póz. 401),
- Rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 7 czerwca 2010r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. Nr 109, Póz. 719),
- Ustawą z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (tekst jednolity z 2009r. Dz. U. Nr 178, Póz. 1380 z późn. zm.),
- Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, Póz. 690),
- Polskimi Normami.
- Zamówienie będzie wykonywane zgodnie z Polskimi Normami i przepisami obowiązującymi na terenie Rzeczypospolitej w oparciu o przepisy ustawy z dnia 29 stycznia 2004 r. Prawo zamówień publicznych (tekst jednolity z 2010r. Dz. U. nr 113 poz. 759, z późn. zm.).

5.2. 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-EN 62305-1:2008, Ochrona odgromowa - Część 1: Zasady ogólne.
- PN-EN 62305-2:2008,, Ochrona odgromowa - Część 2: Zarządzanie ryzykiem.
- PN-EN 62305-2:2009, Ochrona odgromowa – Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia.
- PN-EN 62305-4:2009, Ochrona odgromowa – Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach.
- 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 – użytkow (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.
- Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano – montażowych. Tom III. Konstrukcje stalowe.
- N-B-06200:2002 Konstrukcje stalowe budowlane. Warunki wykonania i odbioru.
- PN-EN 10025:2002 Wyroby walcowane na gorąco z niestopowych stali konstrukcyjnych.
- PN-EN 12975-1:2006 Słoneczne systemy grzewcze i ich elementy – Kolektory słoneczne – Część 1: Wymagania ogólne;
- PN-EN 12975-2:2006 Słoneczne systemy grzewcze i ich elementy – Kolektory słoneczne – Część 2: Metody badań;

- PN-EN 12976-1:2006:1 Słoneczne systemy grzewcze i ich elementy – Urządzenia wykonane fabrycznie – Część 1: Wymagania ogólne;
- PN-EN 12976-2:2006:2 Słoneczne systemy grzewcze i ich elementy – Urządzenia wykonane fabrycznie – Część 2: Badania;
- PN-EN 12977-1:2007:1 Słoneczne systemy grzewcze i ich elementy – Urządzenia wykonywane na zamówienie – Część 1: Wymagania ogólne;
- PN-EN 12977-2:2007:2 Słoneczne systemy grzewcze i ich elementy – Urządzenia wykonywane na zamówienie – Część 2: Badania.
- PN-91/B-02413. Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Zabezpieczenie instalacji ogrzewań wodnych systemu otwartego. Wymagania
- PN-B-02414: 1999. Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Zabezpieczenie instalacji ogrzewań wodnych systemu zamkniętego z naczyniami wzbiorczymi przeponowymi. Wymagania;
- PN-B-02415:1991 „Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Zabezpieczenie wodnych zamkniętych systemów ciepłowniczych. Wymagania.”
- PN-EN 12831:2006 „Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczenia projektowego obciążenia cieplnego.”
- PN-B-02421:2000 „Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Izolacja cieplna przewodów, armatury i urządzeń. Wymagania i badania odbiorcze”
- PN-B-02411: 1987 „Ogrzewnictwo. Kotłownie wbudowane na paliwo stałe. Wymagania.”
- PN-B-10425:1989 „Przewody dymowe, spalinowe i wentylacyjne murowane z cegły. Wymagania techniczne i badania przy odbiorze.”
- Ustawa z dn. 7 lipca 1994r. Prawo budowlane (tekst jednolity Dz.U. z 2010r. Nr 243,poz. 1623 z późn. zmianami).
- Ustawa z dn. 29 stycznia 2004r. Prawo zamówień publicznych (tekst jednolity Dz.U. z 2010r. Nr 113, poz. 759 z późn. zmianami).
- Ustawa z dn. 16 kwietnia 2004r. o wyrobach budowlanych (Dz.U. z 2004r.Nr 92,poz. 881)
- Ustawa z dn. 27 kwietnia 2001r. Prawo ochrony środowiska (tekst jednolity Dz. U. z 2008r. Nr 25, poz.150).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie(Dz. U. z 2002r. nr 75, poz.690 z późn. zmianami).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 25 kwietnia 2012r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. z 2012r. poz.462 z późn. zmianami). Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn.2 września 2004r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno - użytkowego (Dz.U. z 2004r. nr 202, poz.2072 z późn. Zmianami).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 11 sierpnia 2004r. w sprawie systemów oceny zgodności, wymagań, jakie powinny spełniać notyfikowane jednostki uczestniczące w systemie oceny zgodności, oraz sposobu oznaczania wyrobów budowlanych oznakowaniem CE (Dz.U. z 2004r. Nr195, poz.2011).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 11 sierpnia 2004r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobów znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. z 2004r. Nr 198, póż. 2041 z późn. zmianami).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 6 lutego 2003r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. z 2003r. Nr47, poz. 401)
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dn. 20 września 2001r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas eksploatacji maszyn i innych urządzeń do robót ziemnych, budowlanych i drogowych (Dz. U. z 2001r. Nr 118, poz.1263).
- Rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26.09.1997 r. w sprawie ogólnych warunków bezpieczeństwa i higieny pracy.
- Rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 17.06.1998 r. w sprawie