

# Moduły Fotowoltaiczne Instrukcja Montażu **TONGWEI CO., LTD**



## Niniejsza instrukcja dotyczy typów modułów::

	With ½ cut of M10 mono c-Si cell	With ½ cut of G12 mono c-Si cell	With ½ cut of G12R mono c-Si cell
Moduły z pojedynczym szkłem	TWMPD-78HSxxx	TWMPF-66HSxxx	TWMNH-66HSxxx
	TWMPD-72HSxxx	TWMPF-60HSxxx	
	TWMPD-66HSxxx	TWMPF-55HSxxx	
	TWMPD-60HSxxx	TWMNF-60HSxxx	
	TWMPD-54HSxxx	TWMNF-66HSxxx	
	TWMPD-54HBxxx		
	TWMND-78HSxxx		
	TWMND-72HSxxx		
	TWMND-60HSxxx		
	TWMND-54HSxxx		
	TWMND-54HBxxx		
Moduły z podwójnym szkłem	TWMPD-78HDxxx	TWMPF-66HDxxx	TWMNH-66HDxxx
	TWMPD-72HDxxx	TWMPF-60HDxxx	TWMNH-54HDxxx
	TWMPD-66HDxxx	TWMPF-55HDxxx	TWMNH-48HDxxx
	TWMPD-60HDxxx	TWMHF-66HDxxx	TWMNH-48HCxxx
	TWMND-78HDxxx	TWMNF-60HDxxx	TWMNH-48HExxx
	TWMND-72HDxxx	TWMNF-66HDxxx	TWMNH-48HWxxx

**Uwaga:** „xxx” odnosi się do znamionowej mocy modułu.

Jeśli szukane przez Ciebie moduły fotowoltaiczne nie są wymienione w niniejszej instrukcji, skontaktuj się z firmą TW w celu uzyskania pomocy.

## **Spis treści**

### **1.01 Opis instrukcji**

#### **1.02 Zastrzeżenie**

### **1.03 Informacje o module**

#### **2.04 Bezpieczeństwo modułu**

- **4.1 Zasady ogólne**
- **4.2 Bezpieczeństwo działania elektrycznego**
- **4.3 Bezpieczeństwo transportu i obsługi**
- **4.4 Bezpieczeństwo instalacji**
- **4.5 Bezpieczeństwo przeciwpożarowe**
- 4.05 Rozładunek, przeładunek, magazynowanie, rozpakowywanie**
- **5.1 Opakowanie**
- **5.2 Rozładunek**
- **5.3 Przeładunek**
- **5.4 Magazynowanie**
- **5.5 Rozpakowywanie**
- 6.06 Warunki instalacji**
- **6.1 Środowisko instalacji**
- **6.2 Dobór kąta nachylenia**
- 7.07 Instalacja mechaniczna**
- **7.1 Zasady ogólne**
- **7.2 Metoda instalacji**
- 8.08 Instalacja elektryczna**
- **8.1 Zasady ogólne instalacji elektrycznej**
- **8.2 Rozmieszczenie modułów i okablowanie**
- **8.3 Przewody i złącza**
- **8.4 Uziemienie**
- 9.09 Konserwacja modułu**
- **9.1 Kontrola wyglądu modułów**
- **9.2 Kontrola przewodów i złączy**
- **9.3 Czyszczenie modułów**

## 01. OPIS INSTRUKCJI

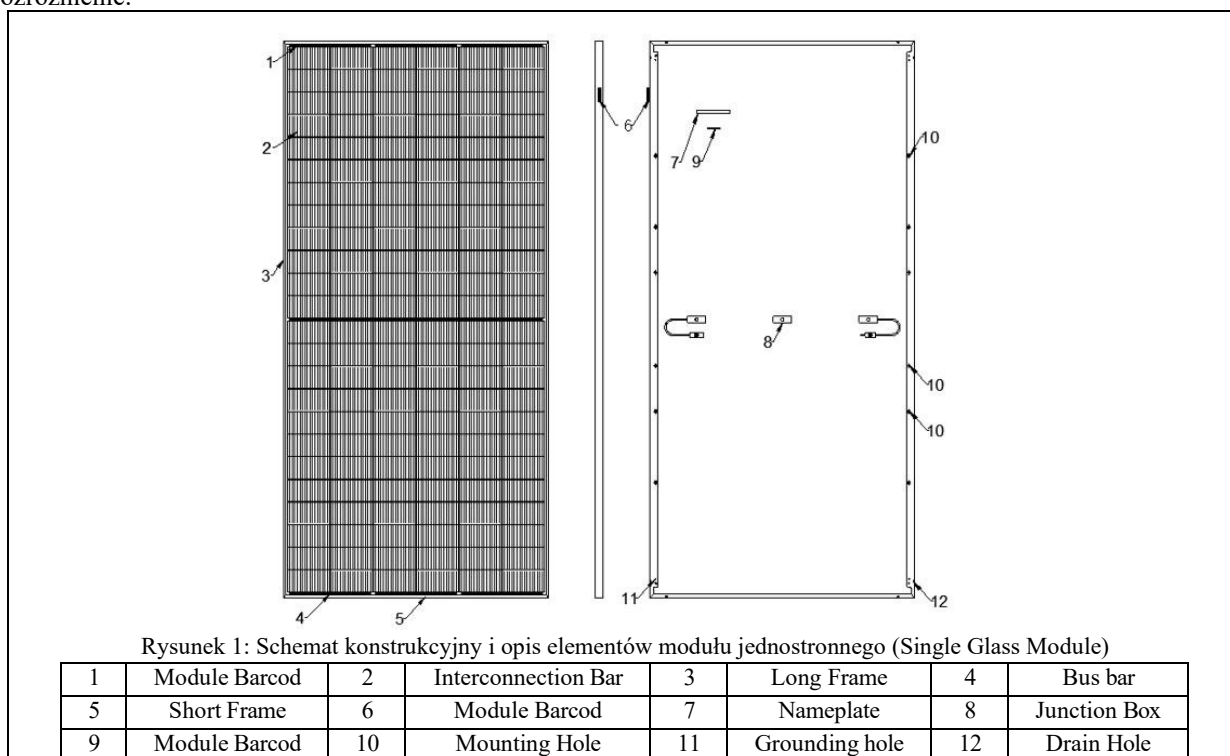
- Niniejsza instrukcja dotyczy wyłącznie modułów fotowoltaicznych (dalej zwanych „Modułami”) firmy TONGWEI Co., Ltd (dalej zwanej „TW”). Zawiera ona informacje dotyczące metod instalacji, zasad bezpiecznej eksploatacji oraz konserwacji modułów TW Solar. Przed instalacją i konserwacją modułu należy dokładnie zapoznać się z niniejszą instrukcją.
- Moduł musi być instalowany przez profesjonalistę, który zna wymagania mechaniczne i elektryczne związane z montażem. Instalatorzy muszą ściśle przestrzegać zaleceń zawartych w instrukcji oraz stosować się do lokalnych przepisów prawa, regulacji i wymagań odpowiednich instytucji.
- Instrukcję należy przechowywać w bezpiecznym miejscu, aby móc z niej skorzystać w przyszłości podczas konserwacji, serwisowania, sprzedaży lub utylizacji modułu.

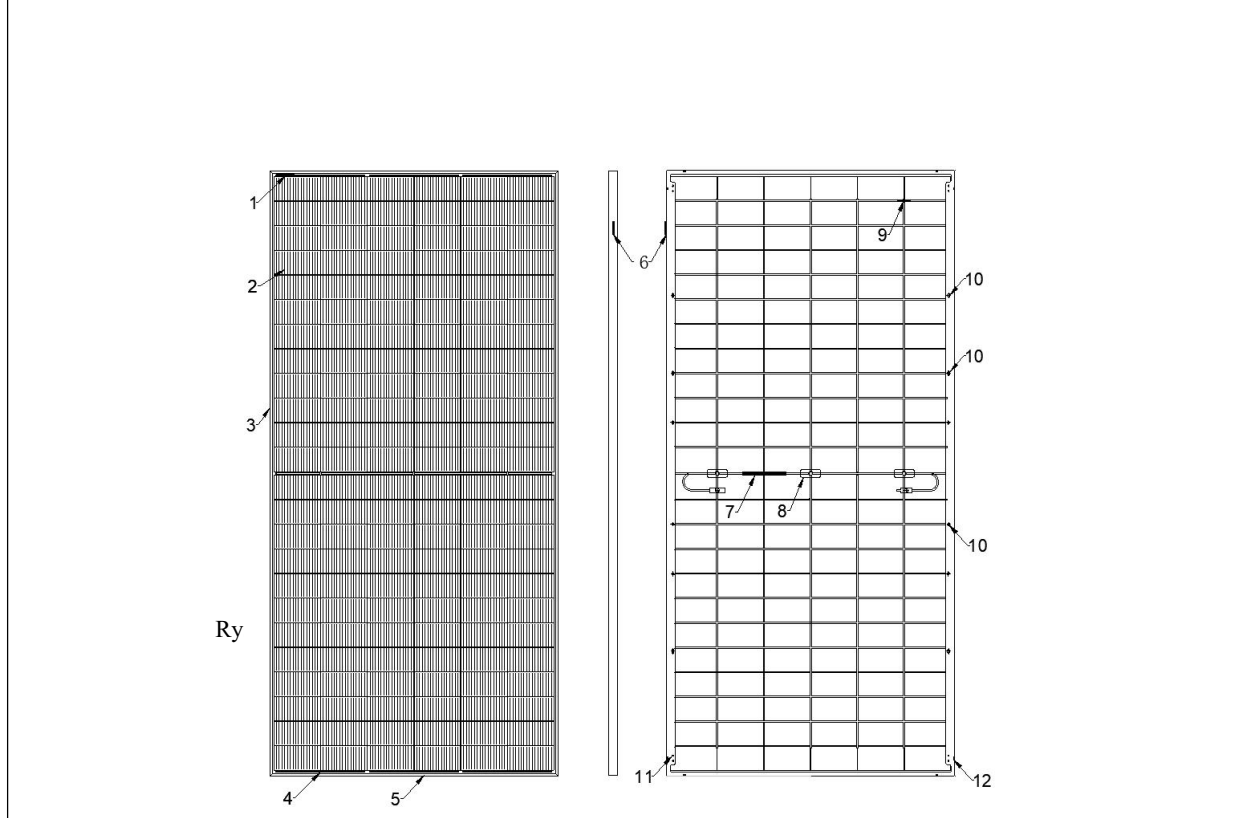
## 02. ZASTRZEŻENIE

- Niniejsza instrukcja instalacji nie stanowi gwarancji, wyraźnej ani dorozumianej. Nieprzestrzeganie zasad użytkowania modułu zgodnie z wymaganiami zawartymi w instrukcji skutkuje unieważnieniem ograniczonej gwarancji udzielonej klientowi. TW nie ponosi odpowiedzialności za jakiegokolwiek straty wynikające z instalacji, eksploatacji, użytkowania lub konserwacji modułów niezgodnych z niniejszą instrukcją, w tym za obrażenia ciała, awarie lub uszkodzenia modułów oraz inne koszty.
- Żaden klient nie nabywa patentu ani licencji patentowej poprzez korzystanie z niniejszej instrukcji instalacji modułu (wyraźnie ani dorozumianie). Odpowiedzialność za naruszenie patentów osób trzecich lub innych praw wynikających z użytkowania modułu i instrukcji nie spoczywa na TW.
- TW zastrzega sobie prawo do zmiany niniejszej instrukcji bez uprzedniego powiadomienia.

## 01. INFORMACJE O MODULE

- ◇ Każdy moduł posiada trzy typy etykiet zawierające następujące informacje:
- ◇ Tabliczka znamionowa: Zawiera dane takie jak typ modułu, maksymalna moc, napięcie obwodu otwartego, prąd zwarcia, napięcie i prąd w punkcie maksymalnej mocy w standardowych warunkach testowych, maksymalne napięcie systemowe, oznaczenia certyfikacyjne oraz inne informacje.
- ◇ Numer seryjny: Każdy moduł posiada unikalny numer seryjny. Numer ten jest nadrukowany na kodzie kreskowym, który umieszczony jest wewnątrz modułu przed laminacją i nie może być usunięty ani rozmazany po zakończeniu procesu laminacji. Identyczny numer seryjny znajduje się również nad lub obok tabliczki znamionowej modułu.
- ◇ Etykieta klasy prądowej: Moduły są klasyfikowane według znamionowego prądu. Odpowiednie oznaczenia znajdują się na etykietach umieszczonych na ramie modułu (kod kreskowy) oraz na tabliczce znamionowej, co umożliwi ich identyfikację i rozróżnienie.





1	Module Barcod	2	Interconnection Bar	3	Long Frame	4	Bus bar
5	Short Frame	6	Module Barcod	7	Nameplate	8	Junction Box
9	Module Barcod	10	Mounting Hole	11	Grounding hole	12	Drain Hole

## 01. BEZPIECZEŃSTWO MODUŁU

### 4.1 Zasady ogólne

- Moduły TW są projektowane zgodnie z normami Międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej (IEC) — IEC 61215 oraz IEC 61730 — i należą do klasy zastosowania A. Moduły mogą być stosowane w systemach o napięciu stałym powyżej 50 V lub mocy wyjściowej przekraczającej 240 W, które mogą być dostępne dla osób postronnych. Klasa bezpieczeństwa modułów to Klasa II, a klasa odporności ogniowej to Klasa C.
- Niezależnie od tego, czy moduł jest podłączony do systemu, należy stosować odpowiednie środki ochrony podczas jego dotykania, takie jak: narzędzia izolowane, kaski ochronne, rękawice izolacyjne, pasy bezpieczeństwa oraz buty z izolacją elektryczną. Podczas wykonywania prac takich jak instalacja, uziemienie, okablowanie, czyszczenie itp., konieczne jest użycie odpowiednich narzędzi ochrony elektrycznej. Należy unikać bezpośredniego kontaktu z modułem, który może prowadzić do porażenia prądem lub skaleczeń.
- Ze względów bezpieczeństwa surowo zabrania się instalowania lub obsługiwania modułu w niebezpiecznych warunkach, takich jak silny wiatr, podmuchy, mokre lub piaszczyste dachy.
- Nie należy próbować demontować modułu ani usuwać tabliczki znamionowej lub innych części modułu. Nie wolno malować ani nakładać żadnych klejów na powierzchnię modułu. Należy unikać uszkodzenia tylnej warstwy modułu oraz nie wolno jej rysować ani ścierać.
- Oprócz połączeń uziemiających, zabrania się wiercenia otworów w ramie modułu, ponieważ może to osłabić jej wytrzymałość oraz prowadzić do korozji.
- Nie wolno rysować warstwy tlenku anodowego na powierzchni ramy ze stopu aluminium. Zarysowania mogą prowadzić do korozji ramy i obniżenia jej nośności.
- Zabrania się samodzielnej naprawy modułów z uszkodzonym szkłem lub tylną warstwą. Zużyte moduły powinny być poddawane recyklingowi i utylizacji przez wykwalifikowane organizacje.



- Nie należy wyrzucać urządzeń elektrycznych jako niesortowanych odpadów komunalnych — należy korzystać z punktów selektywnej zbiórki. Skontaktuj się z lokalnymi władzami, aby uzyskać informacje na temat dostępnych systemów zbiórki.
- Jeśli urządzenia elektryczne są wyrzucane na wysypiska lub składowiska, niebezpieczne substancje mogą przedostać się do wód gruntowych i łańcucha pokarmowego, co może zaszkodzić zdrowiu i samopoczuciu. Przy wymianie starego urządzenia na nowe, sprzedawca ma prawny obowiązek przyjąć stare urządzenie do utylizacji.

## 4.2 Bezpieczeństwo działania elektrycznego

- Moduły fotowoltaiczne (PV) mogą generować prąd stały pod wpływem światła słonecznego. Dlatego należy stosować odpowiednie środki ochrony (rękawice izolacyjne, buty izolacyjne itp.), aby zapobiec bezpośredniemu kontaktowi z napięciem prądu stałego 30 V lub wyższym. Napięcie powyżej 30 V może być potencjalnie śmiertelne.
- Nawet bez podłączonego obciążenia lub zewnętrznych obwodów, moduł może nadal generować napięcie. Podczas pracy z modułem w świetle słonecznym należy używać narzędzi izolowanych i nosić gumowe rękawice.
- Moduły PV nie posiadają wyłączników. Ich działanie można zatrzymać jedynie poprzez odcięcie dostępu do światła słonecznego — np. zakrywając je twardą płytą lub materiałem odpornym na promieniowanie UV, albo ustawiając pod odpowiednim kątem na gładkiej powierzchni.
- Aby uniknąć ryzyka łuku elektrycznego i porażenia prądem, nie należy przerywać połączeń elektrycznych pod obciążeniem. Nieprawidłowe połączenia również mogą prowadzić do łuku elektrycznego lub porażenia. Złącza powinny być suche, czyste i w dobrym stanie technicznym. Nie wolno wkładać innych metali do złączy ani wykonywać połączeń elektrycznych w nieautoryzowany sposób.
- Śnieg, woda lub inne odbijające światło powierzchnie w otoczeniu mogą zwiększyć natężenie światła, co prowadzi do wzrostu prądu i mocy wyjściowej. Napięcie i moc modułu wzrastają również w niskich temperaturach.
- W przypadku uszkodzenia szkła modułu lub innych materiałów uszczelniających należy założyć środki ochrony osobistej i odłączyć moduł od obwodu.
- Instalacja i konserwacja modułu mogą być wykonywane wyłącznie w suchych warunkach przy użyciu suchych narzędzi. Nie należy pracować z mokrym modułem, chyba że używa się odpowiednich środków ochrony osobistej. Podczas czyszczenia modułu należy przestrzegać zaleceń zawartych w instrukcji.
- Instalację musi przeprowadzać wykwalifikowany elektryk.
- Niezależnie od warunków pogodowych, osoby wchodzące na teren elektrowni powinny nosić kask ochronny, rękawice izolacyjne i buty izolacyjne oraz stosować odpowiednie środki ochrony.

---

## 4.3 Bezpieczeństwo transportu i obsługi

- Nie należy otwierać opakowania przed dotarciem modułu na miejsce instalacji. Moduł należy transportować w sposób właściwy, chroniąc opakowanie przed uszkodzeniem, ponieważ może to prowadzić do uszkodzenia modułu.
- Podczas układania modułów nie należy przekraczać maksymalnej liczby warstw podanej na opakowaniu. Przed otwarciem modułu należy umieścić opakowanie w suchym, wentylowanym i zabezpieczonym przed deszczem miejscu.
- Zabrania się wspinania, stania, chodzenia lub skakania po opakowaniu i module, ponieważ grozi to uszkodzeniem modułu i obrażeniami ciała.
- Podczas wszystkich czynności związanych z obsługą należy upewnić się, że moduły nie są narażone na silne wibracje, upadki ani uderzenia przez spadające przedmioty, ponieważ może to spowodować uszkodzenie modułów lub ogniów. Dzieci i osoby nieupoważnione nie powinny obsługiwać modułów. Nieprawidłowa obsługa może prowadzić do pęknięcia szkła, utraty parametrów elektrycznych i użyteczności modułu.
- Moduły należy przenosić i umieszczać ostrożnie. Nie wolno podnosić całego modułu, chwytając za skrzynkę przyłączeniową lub przewody.
- Moduł powinien być trzymany przez dwie lub więcej osób, chwytając za krawędzie obiema rękami.

---

## 4.4 Bezpieczeństwo instalacji

- Instalacja modułów powinna być zgodna z przepisami lokalnymi i krajowymi obowiązującymi w miejscu instalacji. W razie potrzeby należy wcześniej uzyskać wymagane dokumenty, takie jak pozwolenia na budowę.
- Zaleca się, aby instalację przeprowadzali profesjonalści z doświadczeniem w montażu systemów PV, stosując środki ochrony osobistej, takie jak kaski, rękawice izolacyjne i gumowe buty izolacyjne.
- Podczas instalacji lub serwisowania systemu PV nie należy nosić metalowej biżuterii, ponieważ może ona przebić moduł i spowodować ryzyko porażenia prądem.
- Przed instalacją należy upewnić się, że wszystkie moduły i złącza elektryczne są czyste i suche.
- Zabrania się instalowania lub obsługiwania modułu podczas deszczu, śniegu lub silnego wiatru. Jeśli moduły są instalowane po deszczu lub rano, gdy występuje rosa, należy zastosować odpowiednie środki ochrony, aby zapobiec przedostaniu się wilgoci do złączy.
- Po wyjęciu modułu z opakowania należy go niezwłocznie zainstalować i podłączyć do falownika, lub — jeśli to niemożliwe — odpowiednio zabezpieczyć złącza (np. zakładając gumowe osłony).
- Zabrania się upuszczania narzędzi lub innych przedmiotów na przednią lub tylną część modułu, ponieważ może to spowodować widoczne lub niewidoczne uszkodzenia. Podczas umieszczania modułu na płaskiej powierzchni należy zachować szczególną ostrożność, zwłaszcza w okolicach narożników.
- Przed instalacją należy dokładnie sprawdzić moduł pod kątem uszkodzeń, takich jak pęknięte szkło, pęknięte ogniwa, zdrapania na tylnej warstwie, deformacje otworów montażowych, poluzowane skrzynki przyłączeniowe lub brakujące pokrywy, brakujące tabliczki znamionowe, uszkodzone przewody i złącza itp.
- Zabrania się instalowania lub użytkowania uszkodzonych modułów. Jeśli szkło na powierzchni jest uszkodzone lub zużyte, bezpośredni kontakt z powierzchnią modułu może prowadzić do porażenia prądem.
- Podczas korzystania z rusztowania należy upewnić się, że jest ono stabilne lub zabezpieczone przed przewróceniem, a instalator powinien

- nosić pas bezpieczeństwa zgodnie z wymaganiami lokalnych przepisów budowlanych. Zaleca się, aby podczas instalacji nie stawać po niższej stronie nachylonej powierzchni modułu, aby zapobiec jego zsunięciu się, co może prowadzić do obrażeń lub śmierci.
- W przypadku instalacji modułów na dachu należy uwzględnić ogólną klasę odporności ogniowej całej konstrukcji. Należy również wziąć pod uwagę późniejszą konserwację. Dach, na którym ma być zainstalowany system PV, musi zostać oceniony przez eksperta budowlanego lub inżyniera, z wykonaniem formalnej i kompletnej analizy strukturalnej, potwierdzającej zdolność konstrukcji do przenoszenia dodatkowych obciążeń związanych z montażem systemu, w tym ciężaru samych modułów.
- Dla własnego bezpieczeństwa nie należy pracować na dachu bez odpowiednich zabezpieczeń, takich jak ochrona przed upadkiem, drabiny lub schody oraz środki ochrony osobistej.

#### 4.5 Bezpieczeństwo przeciwpożarowe

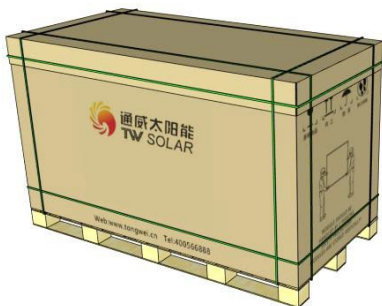
- Przed instalacją modułu należy zapoznać się z lokalnymi przepisami dotyczącymi odporności ogniowej budynku i przestrzegać ich wymagań.
- Konstrukcja i sposób montażu dachów mają wpływ na bezpieczeństwo pożarowe budynku. Nieprawidłowa instalacja może prowadzić do pożaru.
- Minimalna odległość między ramą modułu a powierzchnią dachu powinna wynosić **10 cm**, aby umożliwić wentylację i odprowadzanie ciepła z modułu.
- Należy stosować odpowiednie akcesoria do modułów, takie jak bezpieczniki, wyłączniki obwodów i złącza uziemiające, zgodnie z lokalnymi przepisami.
- Zabrania się przechowywania, instalowania lub użytkowania modułu w miejscach, gdzie mogą występować lub gromadzić się łatwopalne gazy.

#### 01. Rozładunek, przeładunek, magazynowanie, rozpakowywanie

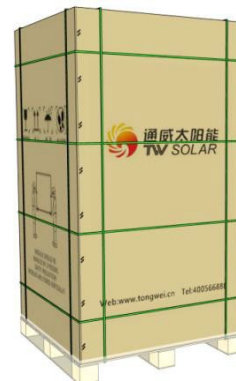
- Rozładunek, przeładunek, magazynowanie i rozpakowywanie modułu muszą być zgodne z niniejszą instrukcją oraz przepisami obowiązującymi w miejscu realizacji projektu. TW nie ponosi odpowiedzialności za jakiegokolwiek szkody wynikające z nieprzestrzegania instrukcji, w tym obrażenia ciała, awarie lub uszkodzenia modułu, ani inne koszty.

#### 5.1 Opakowanie

- Moduły TW są dostępne w opakowaniach poziomych i pionowych, w zależności od typu produktu. Style opakowań poziomych i pionowych przedstawiają się następująco:


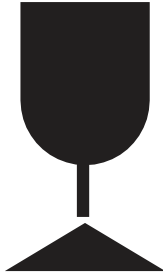


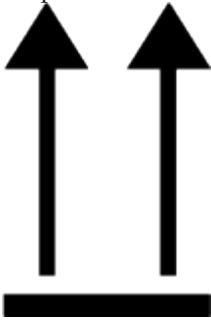


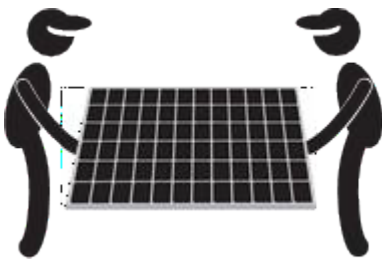
Rysunek 4 poziomo pakowane



Rysunek 5. pionowo pakowane

#### ➤ Oznakowanie pudełek:

<p>1. Nie narażaj modułów na deszcz i wilgoć.</p> 	<p>2. Moduły znajdujące się w kartonie są delikatne. Należy obchodzić się z nimi ostrożnie.</p> 
---	---

<p>3. Opakowanie nigdy nie powinno być odwracane do góry nogami podczas transportu.</p> 	<p>4. Zabrania się stawania na opakowaniu oraz na module.</p> 
<p>5. Podczas układania modułów zewnętrzne opakowanie nie może być układane w więcej warstw niż maksymalna dozwolona liczba. (np. „n=2” oznacza, że dopuszczalne jest maksymalnie dwuwarstwowe ułożenie.)</p> 	<p>6. Jeden moduł powinien być przenoszony przez dwie osoby jednocześnie.</p> 

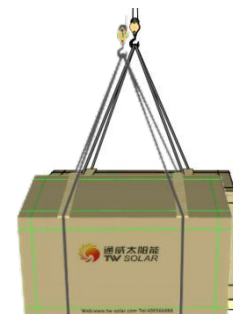
Rysunek 5: Instrukcje etykietowania opakowania

### 5.1 Rozładunek

- Po dostarczeniu modułów należy niezwłocznie sprawdzić ogólny stan zewnętrznego opakowania oraz upewnić się, czy typ i ilość modułów podana na opakowaniu zgadza się z dokumentem dostawy. W przypadku uszkodzenia, deformacji lub przechylenia opakowania należy natychmiast skontaktować się z działem obsługi klienta lub personelem logistycznym firmy TW.
- Rozładunek modułów powinien odbywać się na płaskim, stabilnym, otwartym i czystym terenie, który umożliwi wygodną obserwację i bezpieczną pracę operatorów dźwigu lub wózka widłowego.

#### 5.1.1 Rozładunek (ciąg dalszy)

Podczas rozładunku modułu za pomocą dźwigu należy dobrać linę o odpowiedniej wytrzymałości, dostosowaną do wagi i rozmiaru modułu. Powinna to być wystarczająco długa taśma nylonowa — stosowanie lin stalowych jest niedozwolone. Taśmą powinna być podparta na górze opakowania drewnianą deską o szerokości odpowiadającej szerokości zewnętrznego kartonu modułu lub innym specjalistycznym narzędziem, aby zapobiec naciskowi taśmy na moduły znajdujące się wewnątrz opakowania. Przed podniesieniem należy sprawdzić czy paleta i karton nie są uszkodzone, czy taśma jest mocna i stabilna, czy długość taśmy po obu stronach kartonu jest równomiernie rozłożona, czy taśma nie znajduje się zbyt blisko środka lub krawędzi opakowania. Należy odpowiednio wyregulować pozycję taśmy, aby utrzymać stabilny środek ciężkości modułu. Podczas podnoszenia należy utrzymywać równowagę kartonu, aby uniknąć jego przechylenia, co może prowadzić do uszkodzenia modułu lub zagrożenia dla bezpieczeństwa.



Rysunek 6: Schemat podnoszenia modułów

- Podczas podnoszenia, prosimy utrzymywać opakowanie w pozycji wypoziomowanej, aby uniknąć przechylenia się opakowania, co może zagrozić bezpieczeństwu modułów.
- Podczas rozładunku wymagana jest obecność wyznaczonej osoby odpowiedzialnej za kierowanie operacją. Operatorzy dźwigów oraz osoby nadzorujące muszą posiadać odpowiednie uprawnienia zawodowe. Proces rozładunku należy prowadzić w sposób jak najbardziej płynny, aby uniknąć uderzeń lub upuszczenia modułu. Gdy moduł zbliża się do podłoża, dwie osoby powinny ustabilizować go z obu stron i ostrożnie umieścić na w miarę płaskiej powierzchni.

- Surowo zabrania się podnoszenia modułu w warunkach meteorologicznych, gdy siła wiatru przekracza poziom 6 w skali Beauforta, a także podczas ulewnych deszczy lub intensywnych opadów śniegu.
- Podczas podnoszenia modułów dozwolone jest jednorazowe podnoszenie maksymalnie 2 palet modułów zapakowanych poziomo oraz tylko 1 palety modułów zapakowanych pionowo.

## 5.1.2 Rozładunek:

- Podczas załadunku i rozładunku, z wyjątkiem operatora wózka widłowego, wszystkie pozostałe osoby powinny zachować bezpieczną odległość, aby zapewnić bezpieczeństwo personelu.
- Podczas załadunku i rozładunku operację musi nadzorować wyznaczona osoba, aby uniknąć uszkodzenia modułów przez widelki lub odwrócenia modułu do góry nogami. Operator wózka widłowego musi posiadać odpowiednie uprawnienia zawodowe.
- Prędkość jazdy wózka widłowego w linii prostej powinna być ograniczona do  $\leq 5$  km/h, a prędkość na zakrętach do  $\leq 3$  km/h. Należy unikać gwałtownego zatrzymywania i nagłego ruszania, aby zapobiec przewróceniu się modułów i zagrożeniu dla personelu oraz towaru.
- Podczas załadunku modułów za pomocą wózka widłowego należy ustawić rozstaw widel na maksymalną szerokość umożliwiającą wsunięcie palety w szczelinę, tak aby obciążenie widel było równomierne i nie przechylone. Bok skrzyni modułu powinien przylegać do ogranicznika.
- Podczas załadunku modułów należy unikać kontaktu lub uderzenia ostrych przedmiotów (szczególnie widel) w skrzynię modułu, aby nie uszkodzić jego wnętrza.
- Podczas przenoszenia skrzyń z paletą wózkiem widłowym do strefy operacyjnej, załadunek i rozładunek należy wykonywać powoli, stabilnie i delikatnie, unikając wstrząsów i gwałtownych wibracji w trakcie transportu.
- Podczas rozładunku towaru z kontenera należy utrzymać możliwie równowagę całej palety. Widły wózka powinny być ustawione w pozycji możliwie poziomej, a wyjmowanie modułów z kontenera powinno przebiegać powoli i płynnie.
- W trakcie wyjmowania modułów z kontenera za pomocą wózka widłowego należy zachować odstęp 2–3 cm między modułem a ścianką kontenera oraz sąsiednimi modułami, a następnie powoli wycofać widelki, aby uniknąć tarcia, które mogłyby uszkodzić kartony.
- Podczas rozładunku na platformę wysokość platformy załadunkowej powinna być taka sama jak wysokość podłogi pojazdu. W przypadku różnicy wysokości należy użyć stalowych płyt lub innych przyrządów pomocniczych, aby zapewnić płynne przemieszczenie towaru z kontenera. Przy wyjeździe z kontenera należy unikać powstawania szczelin między platformą a podłogą kontenera, które mogłyby spowodować uderzenie towaru. Należy również zwrócić uwagę na odstęp między górą modułu a dachem pojazdu, aby uniknąć kolizji.
- Po rozładunku moduły należy układać w stosy, zachowując odpowiedni odstęp między poszczególnymi paletami, aby uniknąć zarysowań kartonów lub palet podczas późniejszego przenoszenia.



Rysunek 7 Należy zwrócić uwagę na ochronę modułu i widel wózka



Rysunek 8 Należy zwrócić uwagę na prędkość wózka

## 5.2 Przeladunek:

- Jeśli moduł ma być transportowany na duże odległości lub przechowywany przez dłuższy czas, nie należy usuwać oryginalnego opakowania.
- Zapakowane produkty mogą być transportowane drogą lądową, morską lub powietrzną. Podczas transportu należy zabezpieczyć skrzynię transportową na platformie, aby była stabilnie unieruchomiona.
- Nie należy demontować oryginalnego opakowania podczas przenoszenia na placu budowy. Należy upewnić się, że skrzynia jest dobrze zamocowana na platformie transportowej, i zabrania się używania trójkołowców do przewozu modułów.
- Jeśli do przeladunku używany jest samochód ciężarowy lub inny typ pojazdu, z barierkami ochronnymi należy zwrócić uwagę, żeby wysokość barierek nie była niższa niż 2/3 wysokości modułu. Do przymocowania modułów do pojazdu należy używać pasów mocujących..
- Jeśli moduł jest transportowany bez opakowania, należy najpierw umieścić moduł na palecie, następnie zapakować moduł, potem połączyć moduł z paletą, a na końcu umieścić moduł w skrzyni transportowej. Formę i ilość opakowania można przyjąć zgodnie z modułami przychodzącymi. Zabrania się układania modułów na niższym poziomie, jeśli nie są przewożone na pełnej palecie.
- Podczas transportu moduły należy umieszczać ciasno między paletami, a wszelkie szczeliny między skrzyniami modułów a pojazdem, kontenerem oraz przodem i tyłem wypełnić pianką, aby uniknąć uszkodzeń wskutek kolizji.
- Jeśli moduł zapakowany pionowo zostanie obrócony do pozycji poziomej za pomocą maszyny obracającej, należy pamiętać, że nośnikiem dla obróconego modułu powinna być płaska struktura palety, a powierzchnią nośną modułu powinna być jedynie powierzchnia brzegowa modułu.



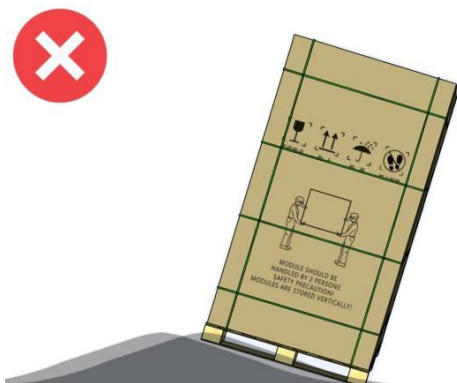
Rysunek 9 Bezpiecznie przymocuj moduły do ciężarówki



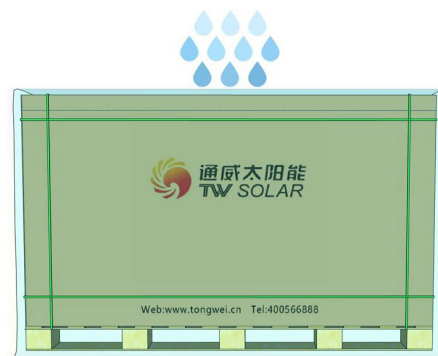
Rysunek 10 Nie używaj pojazdów trójkołowych do transportu modułów

## 5.3 Magazynowanie:

- Moduły należy przechowywać na suchej i płaskiej powierzchni w środowisku suchym o zapewnionej wentylacji.
- Należy utrzymywać nienaruszone zewnętrzne opakowanie modułu, chronić palety i skrzynie transportowe przed wilgocią i bezpośrednim nasłonecznieniem oraz stosować środki wodoodporne i przeciwdeszczowe.
- Zabrania się moczenia palet w wodzie, a teren składowania powinien być wcześniej odpowiednio odwodniony, aby po opadach nie dochodziło do gromadzenia się wody, co mogłoby powodować gnicie drewna palet lub zapadanie się podłoża, prowadząc do przewrócenia modułu.
- Jeśli moduły są przechowywane w środowisku niekontrolowanym, np. na zewnątrz, należy układać je w jednej warstwie. Układanie w dwóch warstwach jest surowo zabronione, a moduły powinny być regularnie kontrolowane.
- Długotrwałe przechowywanie modułów na zewnątrz zwiększa ryzyko ich przewrócenia. Dla długoterminowego składowania zaleca się przechowywanie modułów w standardowym magazynie.



Rysunek 11 Nie umieszczaj opakowania na nie równej powierzchni



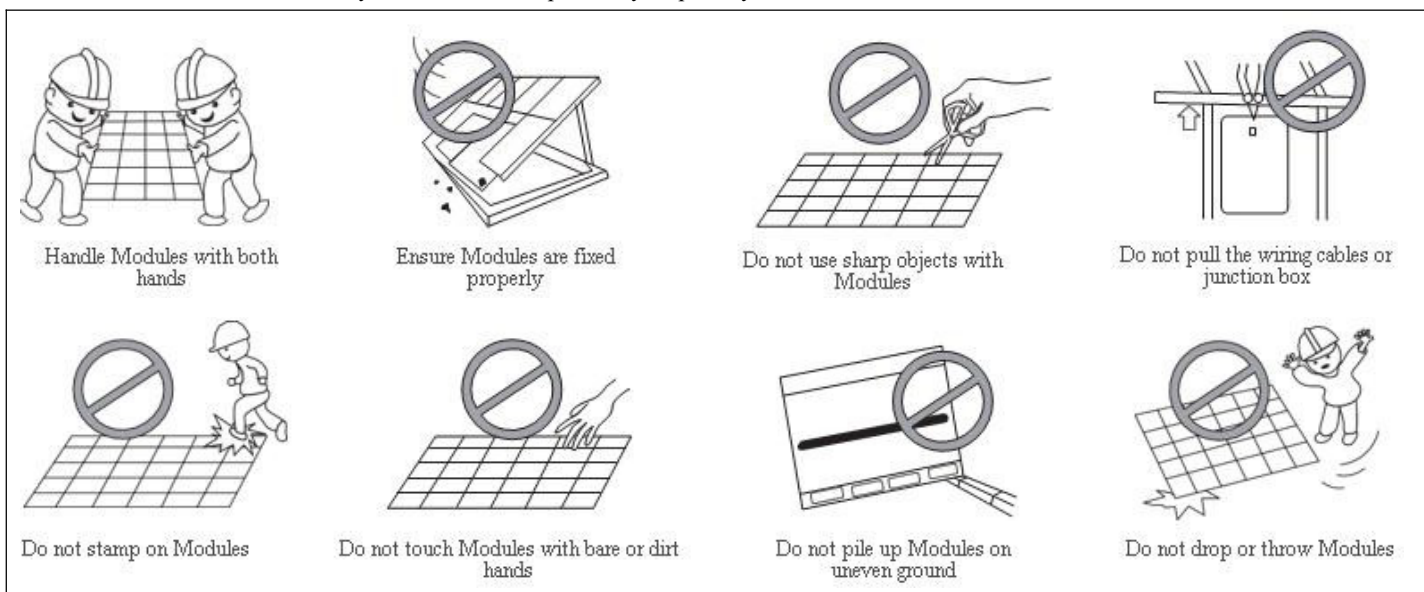
Rysunek 12 Osłoń opakowanie przed deszczem

## 5.4 Rozpakowywanie

- Przed rozpakowaniem należy dokładnie sprawdzić oznaczenia umieszczone na skrzyni, aby potwierdzić model modułu, moc, ilość i numer seryjny oraz upewnić się, że skrzynia jest nienaruszona.
- Podczas rozpakowywania należy nosić rękawice ochronne, aby uniknąć zadrapań rąk i pozostawiania odcisków palców na szkłe. Do rozpakowywania wymagane są co najmniej dwie osoby.
- Skrzynia transportowa powinna być ustawiona poziomo i stabilnie na podłożu roboczym.
- Przed rozpakowaniem modułu należy umieścić specjalną ramę wsporczą za modułem, tak aby nie porysowała ani nie uszkodziła modułu. Po rozpakowaniu moduł należy oprzeć o ramę wsporczą.
- Podczas rozpakowywania na zewnątrz zabrania się pracy w warunkach deszczu lub śniegu. W przypadku wietrznej pogody należy szczególnie zwracać uwagę na bezpieczeństwo. Przy silnym wietrze nie zaleca się przeprowadzania rozpakowywania i manipulacji modułem, a rozpakowany moduł powinien być odpowiednio zabezpieczony.
- Nie wolno dopuścić do kontaktu modułu z ostrymi przedmiotami, aby uniknąć jego uszkodzenia.
- Podczas rozpakowywania operator nie może stać za pochyloną powierzchnią modułu.
- Podczas zdejmowania taśmy opakowaniowej modułu należy zachować ostrożność, aby się nie skaleczyć.
- Po rozpakowaniu zabrania się zbliżania złączy elektrycznych modułu do jakichkolwiek nieautoryzowanych substancji chemicznych.
- Zabrania się podnoszenia i ciągnięcia przewodów oraz skrzynek przyłączeniowych modułu. Moduł można trzymać i manipulować nim w pozycji pionowej; poziome przenoszenie modułu może powodować jego nadmierne odkształcenie.
- Liczba modułów ułożonych poziomo w stosie nie powinna przekraczać 16 sztuk.



Rysunek 13 Schemat procedury rozpakowywania modułów.



Rysunek 14 Instrukcja obchodzenia się z modułami

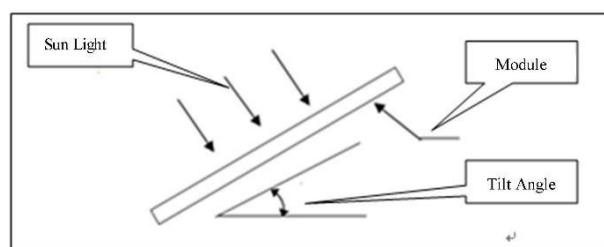
## 01 WARUNKI INSTALACJI

### 6.1 Środowisko Instalacji

- Zazwyczaj moduł powinien być instalowany w miejscu, które przez cały rok otrzymuje najwięcej światła, a miejsce montażu powinno zapewniać odpowiednie nasłonecznienie. Jeśli moduł jest zasłonięty lub częściowo zasłonięty, jego moc wyjściowa ulegnie obniżeniu. Długotrwałe zasłonięcie modułu może spowodować jego uszkodzenie.
- Zaleca się instalowanie modułu w środowisku pracy o temperaturze od  $-40^{\circ}\text{C}$  do  $+70^{\circ}\text{C}$ , co odpowiada średnim miesięcznym minimalnym i maksymalnym temperaturom w miejscu instalacji. Maksymalna temperatura [T98] modułu wynosi  $+70^{\circ}\text{C}$ .
- Moduł powinien być zamontowany w odpowiednim miejscu, np. na gruncie, w systemie śledzenia PV, na dachu, elewacji budynku itp.

- Moduł może być instalowany w środowiskach wodnych słodkowodnych, np. do projektów rybackich i pływających, a także na łodzi w odległości 50–500 m od linii brzegowej. W przypadku instalacji modułu w tym zakresie odległości złącza muszą być chronione lub należy zastosować zaślepki przeciw kurzowe. Po usunięciu zaślepek połączenia muszą być wykonane natychmiast, a dodatkowo należy zastosować środki antykorozyjne, aby zapobiec rdzewieniu odpowiednich elementów. Jeśli moduł ma być instalowany w projekcie PV na konstrukcji paliowej offshore w odległości do 50 m od linii brzegowej, należy wybrać produkty TW przeznaczone do instalacji morskich.
- Surowo zabrania się instalowania lub używania modułów w środowiskach zawierających silnie korozyjne substancje (takie jak sól, aerozol solny, solanka, aktywne opary chemiczne, kwaśny deszcz lub jakiegokolwiek inne substancje, które mogłyby skazić moduł i wpłynąć na jego bezpieczeństwo lub wydajność).
- Należy zapewnić, aby obciążenie wiatrem lub śniegiem działające na moduł po instalacji nie przekraczało dopuszczalnej maksymalnej wartości. Nośność mechaniczna modułu zależy od sposobu montażu, a obliczenie wytrzymałości mechanicznej podczas projektowania systemu PV powinno być wykonane przez wykwalifikowanego specjalistę. Jeśli miejsce instalacji może być narażone na ekstremalne warunki pogodowe lub długotrwałe, nieprzewidziane obciążenia zewnętrzne, należy podjąć skuteczne środki w celu zapewnienia bezpieczeństwa modułu.

## 6.2 Dobór kąta nachylenia



Rysunek 15 Schemat pochyleń modułu

- Kąt nachylenia modułu: kąt, jaki powierzchnia modułu tworzy z płaszczyzną poziomą. Gdy moduł jest skierowany w stronę słońca, uzyskuje maksymalną moc wyjściową. Moduły instalowane na półkuli północnej zaleca się ustawiać zwrócone na południe, a moduły na półkuli południowej – zwrócone na północ.
- Moduły w tym samym ciągu powinny być zamontowane pod tym samym kątem; moduły ustawione pod różnymi kątami będą otrzymywać różną ilość promieniowania, co skutkuje niższą sprawnością systemu.
- Firma TW zaleca instalowanie modułów pod kątem nie mniejszym niż 10 stopni, aby podczas deszczu kurz z powierzchni modułu był łatwo spłukiwany, co zmniejsza częstotliwość jego czyszczenia. Jednocześnie ułatwia to spływ wody po powierzchni modułu, co zapobiega powstawaniu trwałych śladów wodnych na szkle, które mogłyby wpływać na wygląd i wydajność modułu.
- W celu ustalenia dokładnego kąta instalacji należy odwołać się do lokalnych przepisów lub zaleceń doświadczonych instalatorów modułów.

## 02 INSTALACJA MECHANICZNA

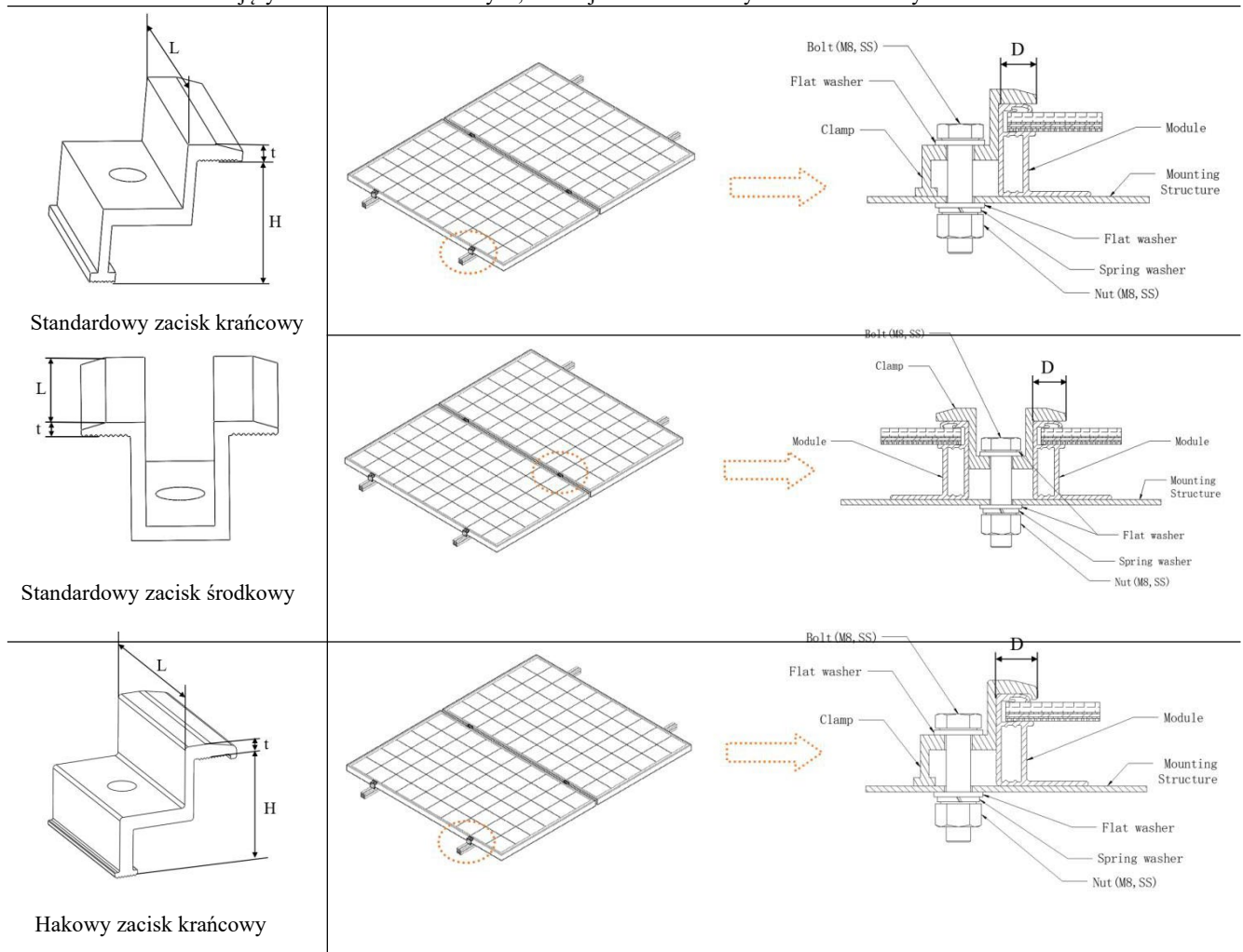
### 7.1 Ogólne zasady

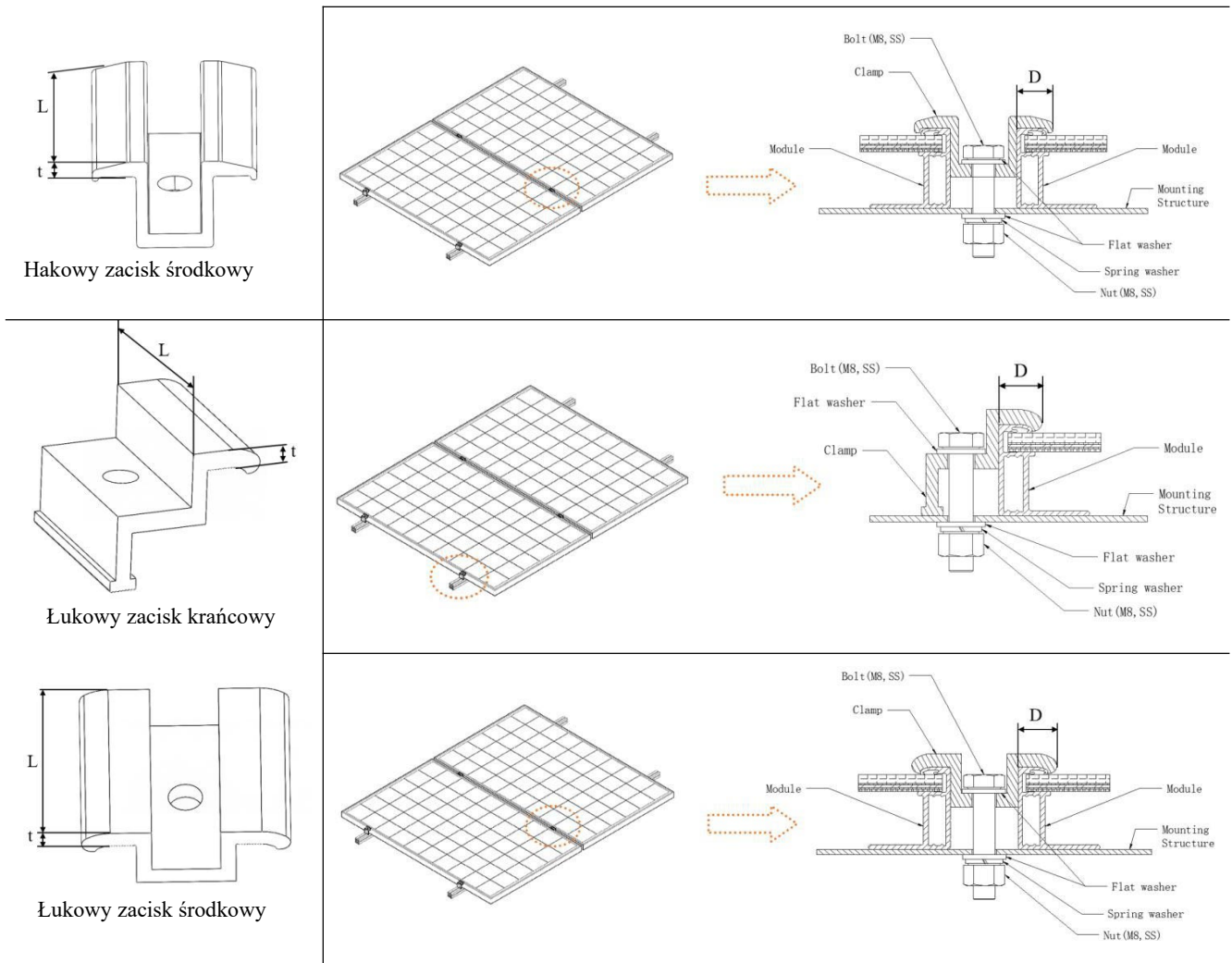
- Należy zapewnić, aby metoda montażu modułu i system nośny były wystarczająco wytrzymałe, tak aby moduły mogły wytrzymać wszystkie przewidziane obciążenia. Instalator lub dostawca systemu nośnego powinien zapewnić niezbędne gwarancje oraz odpowiednie certyfikaty. System nośny musi przejść inspekcję i testy w instytucji trzeciej posiadającej możliwości analizy statycznej mechaniki, zgodnie z lokalnymi, krajowymi lub międzynarodowymi normami.
- Moduł musi być solidnie zamontowany na wsporniku, który powinien być wykonany z trwałego, odpornego na rdzę i promieniowanie UV materiału.
- Należy dobrać odpowiednią wysokość instalacji systemu PV i zapewnić, aby najniższa część modułu była wystarczająco wysoko, aby uniknąć zacienienia przez rośliny, uszkodzeń spowodowanych przez latający piasek lub długotrwałego pokrycia śniegiem w zimie.
- Podczas instalacji modułu na dachu lub budynku należy upewnić się, że konstrukcja dachowa jest stabilna i nie ulegnie uszkodzeniu w wyniku silnego wiatru lub dużego opadu śniegu. Tylna część modułu powinna być dobrze wentylowana, aby ułatwić chłodzenie modułu.
- Gotowe moduły nie są idealnie proste ani symetryczne. Pod wpływem właściwości fizycznych materiałów (rozszerzalność cieplna i kurczenie się przy niskiej temperaturze) ramy mogą wykazywać pewien stopień odkształcenia w skrajnych temperaturach. Odkształcenie  $\leq 1\%$  długości modułu jest uważane za dopuszczalne i nie wpływa na instalację, użytkowanie ani niezawodność modułu. Podczas montażu odległość między ramami sąsiednich modułów nie powinna być mniejsza niż 10 mm, aby uniknąć bocznego napięcia lub nacisku na moduł i zapobiec jego uszkodzeniu.
- Należy zapewnić, aby tylna część modułu nie stykała się z elementami nośnymi ani konstrukcją budynku, szczególnie gdy na powierzchnię modułu działa zewnętrzne obciążenie.
- Konieczne jest przestrzeganie instrukcji i zasad bezpieczeństwa dołączonych do systemu nośnego.
- Nie wolno wiercić otworów w szkle ani w ramie modułu, ponieważ unieważnia to gwarancję.
- Podczas instalacji modułów na dachu należy upewnić się, że konstrukcja dachowa nadaje się do montażu modułów. Dodatkowo miejsca, w których dach jest przebit przez instalację modułu, muszą być odpowiednio uszczelnione, aby zapobiec przeciekowi wody.

- Podczas instalacji modułu na kolumnie nośnej należy zapewnić, że kolumna nośna oraz konstrukcja montażowa modułu są w stanie wytrzymać przewidywane lokalne obciążenie wiatrem.
- Wszystkie materiały konstrukcyjne użyte do montażu muszą być dopasowane do modułów, aby uniknąć korozji ram modułów i elementów połączeniowych.
- Należy upewnić się, że otwory odpływowe w ramie nie są zablokowane podczas instalacji modułów.

## 7.2 Metoda Instalacji

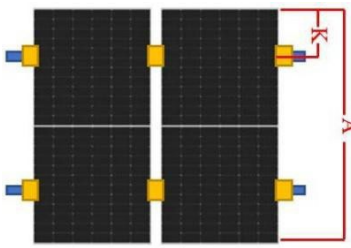
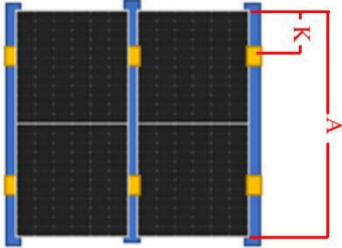
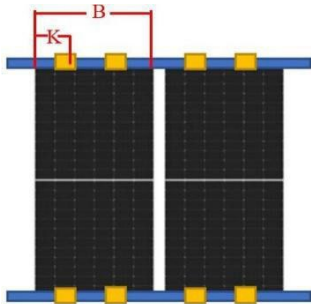
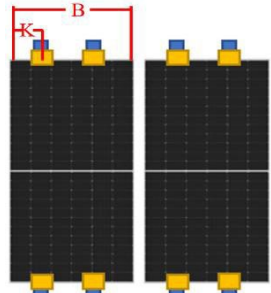
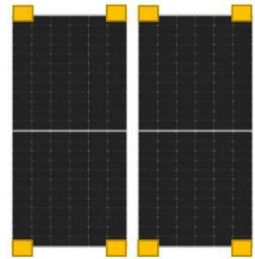
- Montaż modułu z ramą aluminiową przy użyciu zacisków montażowych.
- ◇ Przy wyborze metody mocowania za pomocą zacisków należy zapewnić co najmniej cztery zaciski na każdym module, a zaciski powinny być rozmieszczone symetrycznie (Rysunek 16). Różne pozycje mocowania zacisków wpływają na maksymalną nośność modułów (Tabela 1).
- ◇ Zaciski nie mogą stykać się z przednią szybą modułów ani odkształcać ramy modułu. Należy upewnić się, że zaciski nie rzucają cieni na moduł.
- ◇ Zaleca się stosowanie stopu aluminium 6005-T6 jako materiału zacisków, o wytrzymałości  $Rp0,2 > 225$  MPa i  $Rm > 265$  MPa. Długość zacisku powinna wynosić  $L \geq 50$  mm, a grubość  $t \geq 4$  mm. Wybrana wysokość H zacisku powinna odpowiadać wysokości ramy, aby po zamontowaniu zacisk dobrze przylegał do strony B i strony A modułu (zacisk musi zachodzić na ramę modułu co najmniej  $D \geq 10$  mm; jeśli  $D < 10$  mm, należy skontaktować się z pracownikami Tongwei w celu oceny obciążenia; przekrój zacisku można zmienić, aby zapewnić niezawodny montaż modułu). Tongwei zaleca stosowanie śrub M8 z momentem dokręcania 15–18 N·m. Moment dokręcania śrub mocujących zacisk powinien być określony zgodnie z normami projektowania mechanicznego śrub i zacisków używanych przez klienta. W przypadku nieprawidłowej metody montażu ograniczona gwarancja TW zostaje unieważniona
- ◇ W przypadku instalacji modułów o dużych rozmiarach, narażonych na duże obciążenia lub przy zachodzeniu krótszych boków, zaleca się stosowanie wzmacniających zacisków montażowych, takich jak zacisk hakowy lub zacisk łukowy.





Rysunek 16 Instalacja zacisków montażowych do modułów z ramą aluminiową

**Tabela 1 Metody instalacji**

<p>Montaż po długim boku</p>	<p>Metoda instalacji A</p> 	<p>Metoda instalacji B</p> 	
<p>Montaż po krótkim boku</p>	<p>Metoda instalacji C</p> 	<p>Metoda instalacji D</p> 	<p>Metoda instalacji E</p> 

**Tabela 2 Obciążalności dla metod instalacji**

Klasyfikacja	Metoda instalacji		Metoda instalacji A		Metoda instalacji B		Metoda instalacji C		Metoda instalacji D	
	Model modułu	Wysokość ramy (mm)	Pozycja zacisku montażowego K (mm)	Obciążenie testowe: przód/tył, (Pa)	Pozycja zacisku montażowego K (mm)	Obciążenie testowe: przód/tył, (Pa)	Pozycja zacisku montażowego K (mm)	Obciążenie testowe: przód/tył, (Pa)	Pozycja zacisku montażowego K (mm)	Obciążenie testowe: przód/tył, (Pa)
<b>Moduły z pojedynczym szkłem</b>	TWMPD-54HSxxx TWMPD-54HBxxx TWMND-54HSxxx TWMND-54HBxxx	B30	A/4±50	5400/2400	200~300	3600/2400	100~240	±1600	100~240	±1600
	TWMPD-60HSxxx TWMND-60HSxxx	B30		5400/2400	300~400	2400/2400	100~240	±1600	100~240	±1600
		B35		5400/2400	300~400	3600/2400	100~240	±1600	100~240	±1600
	TWMPD-66HSxxx	B35		5400/2400	--	--	0~B/4	±1200	150~240	±1600
	TWMPD-72HSxxx TWMND-72HSxxx	B30		5400/2400	--	--	--	--	--	--
		B35	5400/2400	--	--	0~B/4	±1200	--	--	
	TWMPD-78HSxxx TWMND-78HSxxx	B35	570~630	5400/2400	--	--	--	--	--	--
	TWMPF-55HSxxx	B35	440~540	5400/2400	--	--	--	--	--	--
	TWMPF-60HSxxx	B35	360~420	5400/2400	360~430	3600/2400	--	--	--	--
	TWMPF-66HSxxx	B35	440~540	5400/2400	--	--	--	--	--	--
	TWMNF-60HSxxx	B35	A/4±50	5400/2400	360~430	3600/2400	--	--	--	--
	TWMNF-66HSxxx	B35		5400/2400	-	-	--	--	--	--
TWMNH-66HSxxx	B35	5400/2400		A/4±50	3600/2400	--	--	--	--	

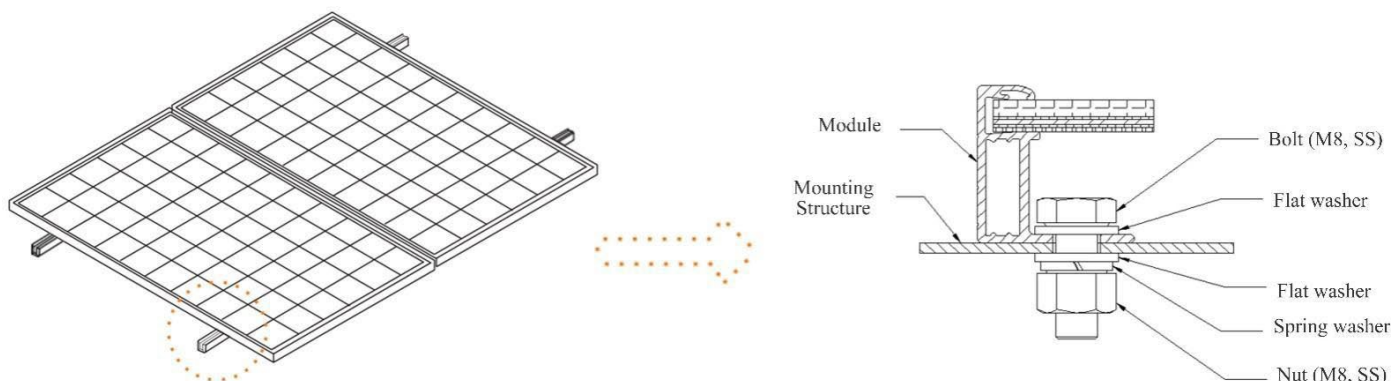
**Tabela 2 Obciążalności dla metod instalacji**

Klasyfikacja	Metoda instalacji		Metoda instalacji A		Metoda instalacji B		Metoda instalacji D		Metoda instalacji E	
	Model modułu	Wysokość ramy (mm)	Pozycja zacisku montażowego K (mm)	Obciążenie testowe: przód/tył, (Pa)	Pozycja zacisku montażowego K (mm)	Obciążenie testowe: przód/tył, (Pa)	Pozycja zacisku montażowego K (mm)	Obciążenie testowe: przód/tył, (Pa)	Pozycja zacisku montażowego K (mm)	Obciążenie testowe: przód/tył, (Pa)
<b>Moduły z podwójnym szkłem</b>	TWMPD-60HDxxx	B30	A/4±50	5400/2400	A/4±50	3600/2400	--	--	--	--
	TWMPD-66HDxxx	B30		5400/2400		3600/2400	--	--	--	--
	TWMPD-72HDxxx TWMND-72HDxxx	B30		5400/2400		3600/2400	--	--	--	--
		B35		5400/2400		3600/2400	--	--	--	--
	TWMPD-78HDxxx TWMND-78HDxxx	B30		5400/2400		--	--	--	--	--
		B35	5400/2400	--	--	--	--	--		
	TWMPF-55HDxxx	B35	5400/2400	440~540	3600/2400	--	--	--	--	
	TWMPF-60HDxxx	B35	5400/2400	360~420	3600/2400	--	--	--	--	
	TWMNF-60HDxxx	B33	5400/2400	360~420	3600/2400	--	--	--	--	
	TWMPF-66HDxxx	B33	500~600	5400/2400	--	--	--	--	--	--
	TWMHF-66HDxxx	B33		5400/2400	440~540	2800/2400	--	--	--	--
	TWMNF-66HDxxx	B33		5400/2400	440~540	2800/2400	--	--	--	--
	TWMNH-48HCxxx* TWMNH-48HDxxx* TWMNH-48HExxx* TWMNH-48HWxxx*	B30	A/4±50	5400/2400	--	--	100~240	±1600	Four corners	±1200
TWMNH-54HDxxx	B30	5400/2400		--	--	100~240	±1600	Four corners	±1200	
TWMNH-66HDxxx	B30	480 ~ 550	5400/2400	A/4±50	3600/2400	--	--	--	--	

Uwaga: Obciążenie testowe =  $\gamma_m$  (współczynnik bezpieczeństwa) × obciążenie projektowe. Podczas instalacji należy unikać bezpośredniego lub pośredniego kontaktu między puszką przyłączeniową a konstrukcją wsporczą modułu. W przypadku potrzeby spełnienia wyższych wymagań dotyczących obciążenia modułu prosimy o kontakt z firmą **Tongwei**.

\*Długość zacisku montażowego modułu powinna wynosić  $L \geq 60$  mm.

- Instalacja modułu z ramą aluminiową przy użyciu otworów na śruby
- ◇ Do otworów montażowych o wymiarach 14 mm × 9 mm należy stosować zestawy śrub M8, natomiast do otworów o wymiarach 10 mm × 7 mm – zestawy śrub M6.
- ◇ Przy wyborze metody montażu za pomocą śrub należy zapewnić, aby każdy moduł był mocowany co najmniej czterema śrubami, rozmieszczonymi symetrycznie (Rysunek 17). Różne pozycje montażu śrub mają wpływ na maksymalną nośność modułu (Tabela 3).



Rysunek 17 Instalacja modułu z ramą aluminiową przy użyciu otworów na śruby

➤ Zalecane zestawy śrub montażowych:

Elementy montażowe	Zestaw śrub M8	Zestaw śrub M6	Uwagi
Śruba	M8 (zalecany pełny gwint) Dla ramy B30 zalecana długość śruby: ≤ 20 mm Dla ram B30 - B35 zalecana długość śruby: ≤ 25 mm	M6 (zalecany pełny gwint) Dla ramy B30 zalecana długość śruby: ≤ 20 mm Dla ram B30 - B35 zalecana długość śruby: ≤ 25 mm	Materiał: ocynk ogniowy lub stal nierdzewna; wybór materiału powinien być dostosowany do lokalnych warunków środowiskowych.
Podkładka płaska	2 sztuki, grubość ≥ 1,5 mm i średnica zewnętrzna ≥ 16 mm	2 sztuki, grubość ≥ 1,5 mm i średnica zewnętrzna = 12~16 mm	
Podkładka sprężysta	8mm	6mm	
Nakrętka	M8	M6	
Rekomendowany moment dokręcenia (N·m)	16~20	8~12	

Uwaga: Wybór każdego elementu zestawu śrubowego powinien zapewniać pewne i niezawodne zamocowanie modułów.

Tabela 3 Metody instalacji

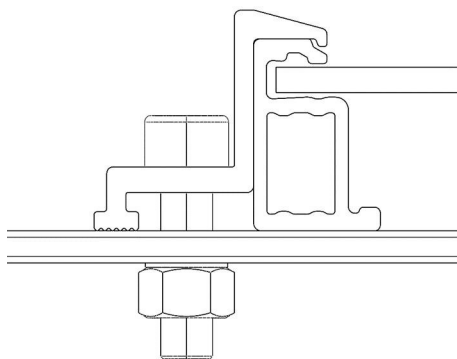
	Metoda instalacji F	Metoda instalacji G
Montaż śrub		

**Tabela 4 Obciążalność dla metod instalacji**

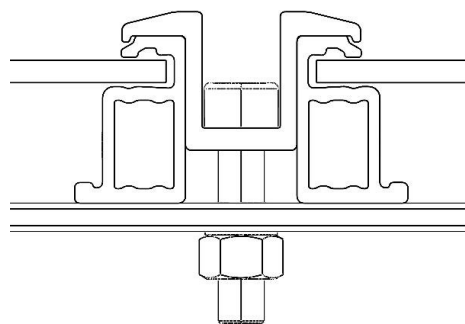
Klasyfikacja	Model modułu	Wysokość ramy (mm)	Rozstaw otworów montażowych M (mm)	Rozstaw otworów montażowych N (mm)	Metoda instalacji F	Metoda instalacji G
					Obciążenie testowe: przód/tył, (Pa)	Obciążenie testowe: przód/tył, (Pa)
Moduły z pojedynczym szkłem	TWMPD-54HSxxx TWMPD-54HBxxx TWMND-54HSxxx TWMND-54HBxxx	B30	990	1085	5400/2400	--
	TWMPD-60HSxxx TWMND-60HSxxx	B30	1100	1086	5400/2400	--
			1400	1086	3600/2400	--
		B35	990	1085	5400/2400	--
			1400	1085	±2400	--
	TWMPD-66HSxxx	B35	990	1085	±2400	--
			1400	1085	5400/2400	--
	TWMPD-72HSxxx TWMND-72HSxxx	B30	1400	1096	5400/2400	--
		B35	990	1085	±2400	--
				1400	1085	5400/2400
	TWMPD-78HSxxx TWMND-78HSxxx	B35	1200	1085	5400/2400	--
	TWMPF-55HSxxx	B35	1400	1055	5400/2400	3600/2400
	TWMPF-60HSxxx	B35	1400	1262	5400/2400	3600/2400
	TWMPF-66HSxxx	B35	1400	1262	5400/2400	3600/2400
	TWMNF-60HSxxx	B35	1400	1262	5400/2400	3600/2400
TWMNF-66HSxxx	B35	1400	1262	5400/2400	3600/2400	
TWMNH-66HSxxx	B35	790	1085	±2400	±2400	
		1400	1085	5400/2400	3600/2400	
Moduły z podwójnym szkłem	TWMPD-60HDxxx	B30	1200	1096	5400/2400	--
			1400	1096	5400/2400	--
	TWMPD-66HDxxx	B30	1200	1096	5400/2400	±2400
			1400	1096	5400/2400	3600/2400
	TWMPD-72HDxxx TWMND-72HDxxx	B30	1200	1096	5400/2400	--
			1400	1096	5400/2400	--
		B35	1200	1096	5400/2400	±2400
			1400	1096	5400/2400	3600/2400
	TWMPD-78HDxxx TWMND-78HDxxx	B30	1200	1096	5400/2400	--
		B35	1200	1096	5400/2400	--
	TWMPF-55HDxxx	B35	1400	1055	5400/2400	3600/2400
	TWMPF-60HDxxx	B35	1400	1262	5400/2400	3600/2400
	TWMNF-60HDxxx	B33	1400	1262	5400/2400	3600/2400
	TWMPF-66HDxxx	B33	1400	1262	5400/2400	--
	TWMHF-66HDxxx	B33	1400	1262	5400/2400	2800/2400
TWMNF-66HDxxx	B33	1400	1262	5400/2400	2800/2400	
TWMNH-48HCxxx TWMNH-48HDxxx TWMNH-48HExxx TWMNH-48HWxxx	B30	1100	1096	5400/2400	--	
TWMNH-54HDxxx	B30	1100	1096	5400/2400	--	
TWMNH-66HDxxx	B30	790	1096	±2400	±2400	
		1400	1096	5400/2400	3600/2400	

Uwaga: Obciążenie testowe =  $\gamma$ m (współczynnik bezpieczeństwa) × obciążenie projektowe. Podczas instalacji należy unikać bezpośredniego lub pośredniego kontaktu między puszką przyłączeniową a konstrukcją wsporczą modułu. W przypadku konieczności spełnienia wyższych wymagań dotyczących obciążenia modułu należy skontaktować się z firmą Tongwei..

- Instalacja modułu z ramą kompozytową
- Instalacja zacisku montażowego modułu z ramą kompozytową
- ◇ Metoda montażu zacisku modułu z ramą kompozytową jest taka sama jak w przypadku modułu z ramą aluminiową (Rysunek 18), jednak wymaga zastosowania specjalnego zacisku dla modułu z ramą kompozytową. Różne pozycje montażu zacisku wpływają na maksymalną nośność modułu (Tabela 5).



Instalacja bocznego zacisku montażowego modułu z ramą kompozytową



Instalacja środkowego zacisku montażowego modułu z ramą kompozytową

Rysunek 18 Instalacja zacisków montażowych dla ramy kompozytowej

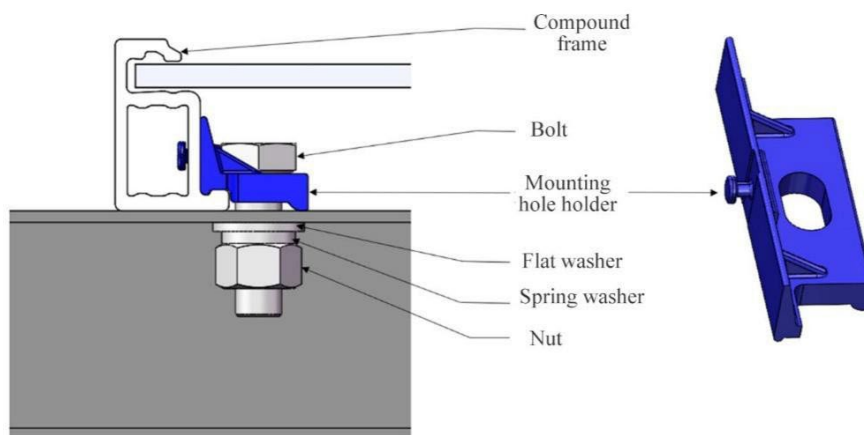
**Tabela 5 Obciążalność dla metod instalacji**

Klasyfikacja	Metoda instalacji		Metoda instalacji A		Metoda instalacji B	
	Model modułu	Wysokość ramy (mm)	Pozycja zacisków montażowych K (mm)	Obciążalność testowa: przód/tył, (Pa)	Pozycja zacisków montażowych K (mm)	Obciążalność testowa: przód/tył, (Pa)
Moduły z podwójnym szkłem	TWMND-72HD	B30	A/4±50	5400/2400	A/4±50	3600/2400
	TWMNH-66HD	B33	A/4±50	5400/2400	A/4±50	3600/2400

Uwaga: Obciążenie testowe =  $\gamma_m$  (współczynnik bezpieczeństwa)  $\times$  obciążenie projektowe. Podczas instalacji należy unikać bezpośredniego lub pośredniego kontaktu między puszką przyłączeniową a konstrukcją wsporczą modułu. W przypadku potrzeby spełnienia wyższych wymagań dotyczących obciążenia modułu należy skontaktować się z firmą **Tongwei**.

➤ Instalacja śrub modułu z ramą kompozytową

- ◇ Podczas montażu śrub modułu z ramą kompozytową należy korzystać ze specjalnych otworów montażowych (Rysunek 19) przeznaczonych dla ramy kompozytowej. Należy zapewnić, aby każdy moduł był mocowany co najmniej czterema śrubami. Różne pozycje montażu śrub wpływają na maksymalną nośność modułu (Tabela 6).



Rysunek 19 Instalacja modułu z ramą kompozytową za pomocą śrub

**Tabela 6 Obciążalność dla metod instalacji**

Klasyfikacja	Model modułu	Wysokość ramy (mm)	Rozstaw otworów montażowych (mm)	Rozstaw otworów montażowych (mm)	Metoda instalacji F	Metoda instalacji G
					Obciążalność testowa: przód/tył, (Pa)	Obciążalność testowa: przód/tył, (Pa)
Moduł z podwójnym szkłem	TWMND-72HD	B30	1200	1096	5400/2400	--
			1400	1096	5400/2400	--
	TWMNH-66HD	B30	790	1096	±2400	±2400
			1400	1096	5400/2400	3600/2400

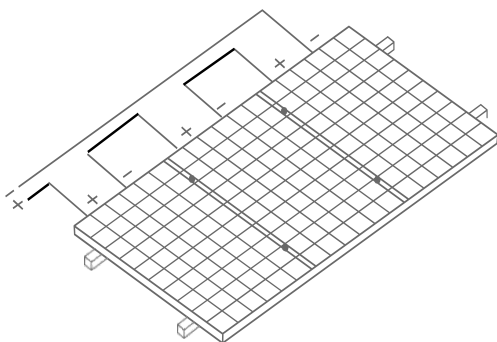
Uwaga: Obciążenie testowe =  $\gamma_m$  (współczynnik bezpieczeństwa)  $\times$  obciążenie projektowe. Podczas instalacji należy unikać bezpośredniego lub pośredniego kontaktu między puszką przyłączeniową a konstrukcją wsporczą modułu. W przypadku potrzeby spełnienia wyższych wymagań dotyczących obciążenia modułu należy skontaktować się z firmą **Tongwei**.



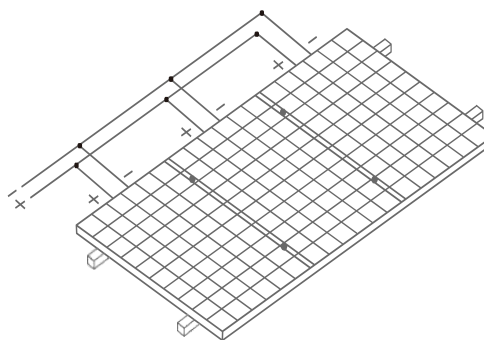
## 03 INSTALACJA ELEKTRYCZNA

### 8.1 Ogólne zasady instalacji elektrycznej

- Energia stałoprądowa (DC) wytworzona przez system fotowoltaiczny może być przekształcona w energię zmiennoprądową (AC) i wprowadzona do sieci elektroenergetycznej. Zasady przyłączania systemów odnawialnych źródeł energii do sieci różnią się w zależności od regionu. Przed projektowaniem systemu należy skonsultować się z doświadczonym projektantem. Ogólnie instalacja systemu musi być zatwierdzona i odpowiednio autoryzowana przez lokalne władze publiczne.
- Istnieją pewne odchyłki między wartościami znamionowymi parametrów elektrycznych modułów, takich jak  $P_{max}$ ,  $I_{sc}$  i  $V_{oc}$ , a wartościami uzyskanymi w standardowych warunkach testowych. Standardowe warunki testowe modułu (STC): natężenie promieniowania  $1000 \text{ W/m}^2$ , temperatura ogniwa  $25^\circ\text{C}$ , jakość powietrza AM1.5.
- W normalnych warunkach moduły mogą wytwarzać więcej energii niż w warunkach standardowych. Przy określaniu akcesoriów systemu fotowoltaicznego, takich jak napięcie znamionowe, prąd znamionowy, pojemność przewodów, specyfikacje bezpieczników i inne parametry związane z mocą modułu, wartość  $I_{sc}$  podaną na modułach należy pomnożyć przez 1,25.
- Nie wolno stosować różnych modeli modułów w tym samym systemie fotowoltaicznym. W przypadku połączenia modułów szeregowo, napięcie każdego ciągu nie może przekraczać maksymalnego napięcia systemu (patrz Rysunek 20). Szczegóły należy sprawdzić w krajowych, regionalnych lub lokalnych przepisach.
- Przy połączeniu równoległym prąd wyjściowy całego ciągu modułów jest równy sumie prądów poszczególnych modułów lub ciągów modułów (połączenie równoległe pokazano na Rysunku 21). Każdy ciąg modułów powinien być wyposażony w bezpiecznik. Wzór orientacyjny na maksymalną liczbę modułów w połączeniu równoległym: maksymalny prąd ochronny / ( $1,25 \times$  prąd zwarciovowy). Szczegóły należy sprawdzić w krajowych, regionalnych lub lokalnych przepisach.



Rysunek 20 Połączenie szeregowe



Rysunek 21 Połączenie równoległe

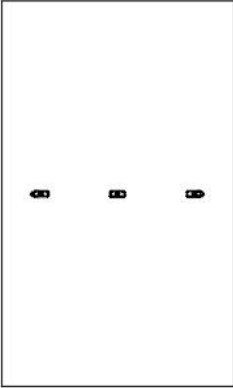
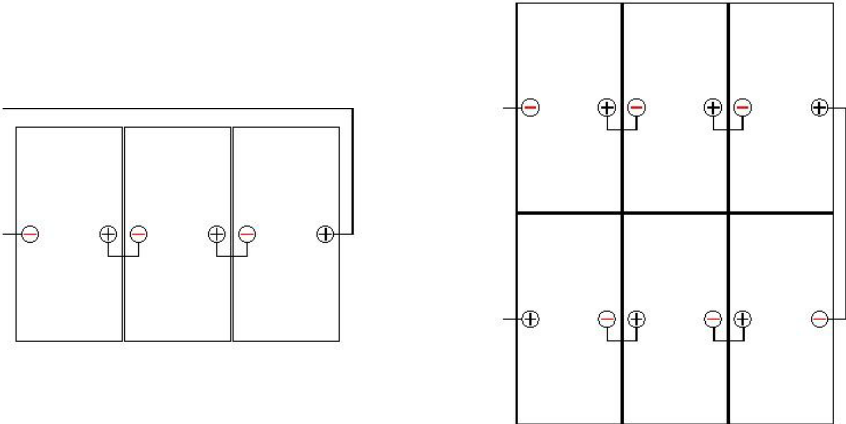
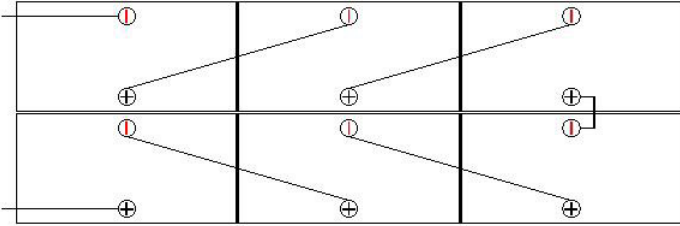
- Maksymalną liczbę modułów w pojedynczym ciągu szeregowym należy obliczyć zgodnie z obowiązującymi przepisami. Napięcie w stanie jałowym ( $V_{oc}$ ) przy spodziewanej minimalnej temperaturze lokalnej nie może przekraczać maksymalnego napięcia systemowego określonego dla modułu ani wartości wymaganej przez inne elementy elektryczne prądu stałego. Maksymalne napięcie systemowe modułów Tongwei wynosi DC  $1000 \text{ V}$  / DC  $1500 \text{ V}$ , a rzeczywiste napięcie systemowe projektuje się zgodnie z wybranym modelem modułu, falownikiem i systemem elektrycznym.
- Współczynnik korekcji napięcia w stanie jałowym można obliczyć według wzoru:  
$$C_{voc} = 1 - \beta_{voc} \times (25 - T)$$

$T$  – najniższa spodziewana temperatura otoczenia w miejscu instalacji systemu.  
 $\beta_{voc}$  – współczynnik temperaturowy napięcia  $V_{oc}$  wybranego modułu.
- Moduły Tongwei są dzielone na trzy klasy prądowe: I1, I2 i I3. Podczas instalacji zaleca się, aby moduły oznaczone tym samym symbolem klasy (np. wszystkie I1) były instalowane w jednym ciągu szeregowym. W przypadku modułów końcowych o różnych krokach prądowych można instalować w jednym ciągu moduły o sąsiednich krokach prądowych.
- Złącza dostarczone klientowi lub zakupione przez klienta muszą być tej samej marki, specyfikacji i modelu co złącza puszek przyłączeniowej modułów. Niedozwolone jest łączenie złączy różnych marek/specyfikacji.
- Tylko wykwalifikowany personel może otwierać nakrętki blokujące złącza. Należy upewnić się, że złącze jest czyste, suche i prawidłowo połączone (po pełnym połączeniu usłyszysz się zatrask). W przeciwnym razie mogą powstać łuki elektryczne, które uszkodzą złącze lub spowodują pożar.
- Aby zapobiec generowaniu prądu podczas demontażu przewodów, moduł musi być całkowicie przykryty nieprzezroczystym materiałem.
- W celu określenia przekroju, rodzaju i temperatury przewodów należy stosować się do lokalnych wymogów prawnych.
- Do połączenia modułów z urządzeniami należy stosować specjalne przewody PV wykonane z miedzi. Ich przekrój i zdolność prądowa muszą odpowiadać maksymalnemu prądowi zwarciovemu układu PV. Zalecany przekrój przewodu dla pojedynczego modułu wynosi  $\geq 4 \text{ mm}^2$ , a znamionowy prąd złącza powinien być większy niż  $25 \text{ A}$ . Należy dobrać odpowiednie parametry przewodów w zależności od systemu, aby zmniejszyć spadki napięcia i zapewnić zgodność zdolności prądowej przewodów z lokalnymi przepisami oraz odpowiednimi normami elektrycznymi. W przeciwnym razie przewody i złącza mogą się przegrzewać przy nadmiernym prądzie. Uwaga: górna granica temperatury przewodu wynosi  $85^\circ\text{C}$ , a złącza  $105^\circ\text{C}$ .
- Podczas instalacji modułów należy upewnić się, że elementy elektryczne, takie jak złącza i falowniki, są wyłączone. Aby zmniejszyć ryzyko uszkodzeń spowodowanych uderzeniami pioruna, należy utrzymywać jak najmniejszą powierzchnię pętli przy układaniu przewodów.

- W systemie, w którym dwa lub więcej modułów jest połączonych szeregowo, jeśli niektóre moduły są zacienione, podczas gdy inne są nasłonecznione, przez częściowo lub całkowicie zasłonięty moduł może przepływać bardzo wysoki prąd wsteczny, co może spowodować jego przegrzanie i ewentualne uszkodzenie modułu. Moduły są chronione przed tym ryzykiem przez diody obejściowe. W puszcze przyłączeniowej znajdują się diody obejściowe, które zmniejszają skutki lokalnego zacienienia. Zabrania się demontażu puszek przyłączeniowych i wymiany diody bez upoważnienia, nawet jeśli dioda jest uszkodzona. Takie prace powinny być wykonywane wyłącznie przez wykwalifikowany personel.

## 8.2 Układ i okablowanie modułów

- Typowe układy modułów obejmują połączenia w pojedynczym szeregu pionowym, podwójnym szeregu pionowym, pojedynczym szeregu poziomym oraz podwójnym szeregu poziomym, jak pokazano na Rysunku 22.

Pozycja puszek przyłączeniowych	Rekomendowany sposób okablowanie
	<p>Montaż pionowy: standardowa długość przewodu</p>  <p>Uwaga: Przewody przedłużające należy dodać przy przegubie obrotowym w przypadku podwójnych rzędów oraz na jednym końcu pojedynczego rzędu.</p>
	<p>Montaż poziomy:</p> <p>Moduły serii M10: długość pojedynczego przewodu powinna wynosić:            Model 54: <math>\geq 1,2</math> m, Model 60: <math>\geq 1,2</math> m, Model 72: <math>\geq 1,4</math> m, Model 78: <math>\geq 1,5</math> m            Moduły serii G12: długość pojedynczego przewodu powinna wynosić:            Model 54: <math>\geq 1,2</math> m, Model 60: <math>\geq 1,4</math> m, Model 66: <math>\geq 1,4</math> m,            Moduły serii G12R: długość pojedynczego przewodu powinna wynosić:            Model 48: <math>\geq 1,2</math> m, Model 54: <math>\geq 1,2</math> m, Model 66: <math>\geq 1,4</math> m</p> 

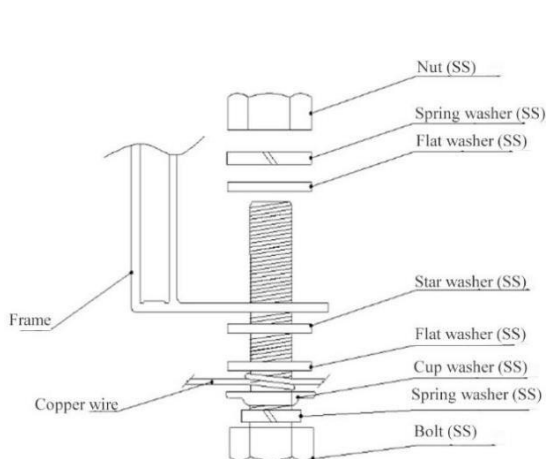
Rysunek 22 Zwyczajne ułożenia modułów

## 8.3 Kable i złączki

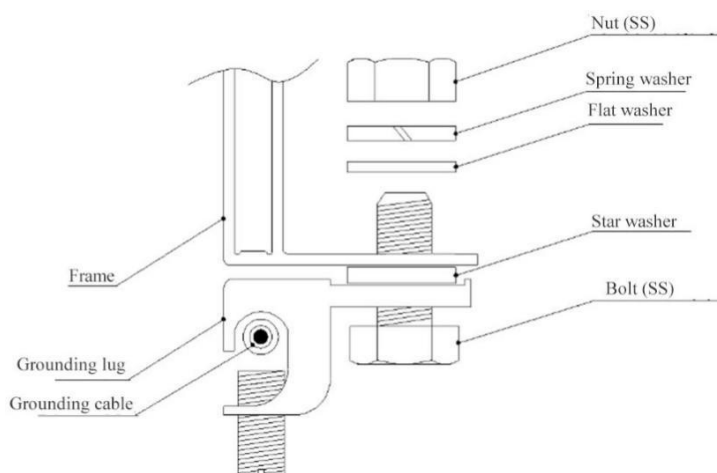
- Aby zapewnić prawidłowe działanie systemu, podczas łączenia modułów lub podłączania odbiorników (np. falowników i akumulatorów) należy upewnić się, że polaryzacja przewodów jest poprawna. Nieprawidłowe podłączenie modułów może spowodować uszkodzenie diody obejściowej.
- Podczas mocowania przewodu na wsporniku należy unikać mechanicznego uszkodzenia przewodu lub modułów. Nie należy mocno naciskać przewodu. Minimalny promień gięcia przewodu modułu wynosi 38,4 mm. Uszkodzenia przewodu spowodowane nadmiernym zgięciem lub niewłaściwym systemem zarządzania kablami nie będą objęte gwarancją.
- Przed połączeniem należy przeciąć opaskę kablową za pomocą szczypic ukośnych. Należy uważać, aby nie porysować przewodu i tylnej płyty modułu. Przed uruchomieniem i eksploatacją elektrowni należy przeprowadzić kontrolę elektryczną modułów i ciągów, aby potwierdzić poprawność polaryzacji oraz czy napięcie jałowe spełnia wymagania specyfikacji odbioru.
- Należy utrzymywać złącze w stanie suchym i czystym oraz upewnić się, że nakrętka złącza jest dokręcona przed połączeniem. Nie należy łączyć złącza, gdy jest mokre, zabrudzone lub w innych nieodpowiednich warunkach.
- Chronić złącze przed bezpośrednim działaniem słońca i deszczu oraz trzymać je z dala od stojącej wody. Unikać upuszczania złączy na ziemię lub dach.
- Zabrania się kontaktu złącza z rozpuszczalnikami organicznymi i innymi substancjami korozyjnymi, takimi jak alkohol, benzyna, pestycydy, herbicydy itp., w środowisku podłączenia i użytkowania, aby uniknąć pęknięcia złącza modułu.

## 8.4 Uziemienie

- Wszystkie ramy modułów i wsporniki montażowe muszą być prawidłowo uziemione zgodnie z odpowiednimi normami projektowymi i wykonawczymi, procedurami, przepisami oraz innymi specjalnymi wymaganiami dotyczącymi uziemienia w miejscu instalacji modułów.
- Prawidłowe uziemienie należy osiągnąć poprzez ciągłe połączenie ramy modułu i wszystkich metalowych części przewodnikiem uziemiającym. Przewód uziemiający może być wykonany z materiału, np. miedzi, zgodnego z przewodnikami elektrycznymi określonymi w obowiązujących normach projektowych i wykonawczych dla miejsca instalacji. Przewód uziemiający musi być niezawodnie połączony z odpowiednim elektrodą uziemiającą.
- Rama modułu została wstępnie nawiercona i oznaczona znakami uziemienia. Te otwory służą wyłącznie do uziemienia, a nie do montażu modułów. Nie należy wiercić dodatkowych otworów uziemiających w ramie modułu, w przeciwnym razie ograniczona gwarancja modułu zostanie unieważniona (nieużywane otwory montażowe w ramie można również wykorzystać do uziemienia).
- Podczas uziemiania urządzenie uziemiające musi w pełni stykać się z wnętrzem aluminium, aby przerwać warstwę tlenku na powierzchni ramy.
- Uziemienie między modułami musi być potwierdzone przez wykwalifikowanego elektryka, a urządzenie uziemiające powinno być wyprodukowane przez kwalifikowanego producenta elektrycznego. Zacisk uziemiający wykorzystuje przewód miedziany 12 AWG, który nie może być zgniatany podczas instalacji.
- W instalacji używa się przewodów i śrub uziemiających: zaleca się, aby śruby uziemiające były wykonane ze stali nierdzewnej i stosowane w wyznaczonych otworach uziemiających. Należy najpierw włożyć śruby ze stali nierdzewnej przez podkładkę sprężynową, podkładkę stożkową, podkładkę płaską i podkładkę gwiazdkową, następnie przez otwór uziemiający, podkładkę płaską i sprężynową ramy, a na końcu dokręcić nakrętkami. Schemat instalacji pokazano na Rysunku 23.
- Instalacja przy użyciu końcówek przewodów (connecting lug): najpierw należy zdjąć izolację z końcówki przewodu uziemiającego na odpowiednią długość, uważając, aby nie uszkodzić metalowego rdzenia przewodu. Następnie włożyć odsłoniętą końcówkę przewodu do gniazda końcówki, dokręcić śruby mocujące, a końcówkę podłączyć do ramy aluminiowej przy użyciu śrub i złączy ze stali nierdzewnej. Schemat instalacji pokazano na Rysunku 24.



Rysunek 23 Schemat instalacji śruby mocującej przewód uziemiający



Rysunek 24 Schemat instalacji śruby mocującej końcówkę przewodu (connecting lug)

## 04 KONSERWACJA MODUŁU

- Aby zapewnić bezpieczne działanie i optymalną wydajność modułów, należy przeprowadzać regularne kontrole i konserwację modułów.

### 9.1 Kontrola wizualna modułu

- Zaleca się przeprowadzanie profilaktycznej kontroli co 6 miesięcy, koncentrując się na następujących punktach:
  - ◇ Sprawdzenie, czy powierzchnia modułu nie jest zablokowana przez ciała obce lub przeszkody;
  - ◇ Sprawdzenie, czy szkło modułu nie jest uszkodzone; Uwaga: Podczas obsługi pojazdów w pobliżu modułów PV lub korzystania z mechanicznego sprzętu do usuwania chwastów, należy stosować środki ochronne, aby twarde przedmioty (np. kamienie) nie uderzyły w moduły, gdyż takie kolizje mogą spowodować uszkodzenia strukturalne lub elektryczne.
  - ◇ Sprawdzenie, czy **kolor modułu nie uległ zmianie** (moduł wykorzystuje technologię powłoki antyrefleksyjnej. Jeśli przy oglądaniu modułu pod różnymi kątami występuje różnica koloru, jest to normalne. Występują różnice w zabarwieniu powłoki antyrefleksyjnej między markami modułów. W obrębie jednej instalacji należy zachować spójność marki, aby zapewnić jednolity wygląd wizualny).
  - ◇ Sprawdzenie, czy na tylnym panelu modułu nie ma śladów przypalenia, wypukłości lub przepaleń;
  - ◇ Sprawdzenie, czy miejsce lutowania głównych linii siatki ogniwa nie jest zardzewiałe, oraz czy nie występuje rozwarstwienie lub pęcherze w materiałach uszczelniających moduł;
  - ◇ Sprawdzenie dokładności dokręcenia śrub w połączeniach montażowych modułów z uchwytami oraz stanu okablowania elektrycznego.

### 9.2 Kontrola kabli i złączy

- Zaleca się przeprowadzanie profilaktycznej kontroli co 6 miesięcy, koncentrując się na następujących punktach:
  - ◇ Sprawdzenie, czy uszczelniacz w puszcze przyłączeniowej nie jest pęknięty ani nie posiada szczelin.
  - ◇ Sprawdzenie interfejsu złącza pod kątem luzów, deformacji spowodowanej stopieniem, korozji lub starzenia się.
  - ◇ Sprawdzenie, czy połączenie przewodów jest pewne oraz czy uziemienie modułu jest prawidłowe.
  - ◇ W przypadku jakichkolwiek nieprawidłowości w modułach, należy skonsultować się z wykwalifikowanym personelem konserwacyjnym. Jeśli wymagana jest konserwacja, powinna być przeprowadzana wyłącznie przez profesjonalny serwis. Podczas naprawy modułów należy pokryć powierzchnię modułów materiałem nieprzezroczystym, aby zapobiec porażeniu prądem, ponieważ moduły w świetle słonecznym generują wysokie napięcie.
  - ◇ Uwagi:
    1. W przypadku wykrycia problemu podczas konserwacji należy zgłosić go wykwalifikowanemu personelowi konserwacyjnemu w celu potwierdzenia;
    2. W przypadku stosowania środków konserwacyjnych niewymienionych w niniejszej instrukcji, należy skonsultować się z lokalnym dealerem w celu uzyskania profesjonalnego wsparcia.

### 9.3 Czyszczenie modułów

- Długotrwałe gromadzenie się ciał obcych lub przeszkód na powierzchni modułów obniża moc wyjściową modułów, dlatego konieczne jest regularne czyszczenie powierzchni szklanej modułów. Częstotliwość czyszczenia należy ustalać w zależności od rzeczywistego środowiska pracy modułów. Podczas czyszczenia modułów należy zwrócić uwagę na następujące kwestie:
  - ◇ Czyszczenie modułów należy wykonywać wcześniej rano lub wieczorem, gdy światło słoneczne jest słabe, a temperatura modułu niska. Przed czyszczeniem należy upewnić się, że obwód jest odłączony.
  - ◇ Osoby czyszczące powinny nosić rękawice izolacyjne i inne środki ochronne. Zabrania się czyszczenia tylnej płyty, przewodów i złączy modułów wodą.
  - ◇ Do czyszczenia powierzchni szklanej można używać miękkich materiałów piankowych, włóknin, mioteł, miękkich gąbek, miękkich szczotek. Specjalne włókno szorstkie powinno być wykonane z nylonu 1010, a średnica włókien do czyszczenia szkła powlekanego powinna wynosić 0,06–0,1 mm. Zabrania się stosowania narzędzi metalowych, takich jak ostrza, noże, wełna stalowa czy inne materiały ściernie.
  - ◇ Jeśli stosuje się wodę pod wysokim ciśnieniem, maksymalne ciśnienie nie może przekroczyć 4 MPa. Zaleca się użycie wody miękkiej o pH 6–8. Nie zaleca się używania wody o wysokiej zawartości minerałów, ponieważ minerały pozostawią osad na szkłe po wyschnięciu. Woda miejska w większości miast spełnia powyższe warunki.
  - ◇ Zaleca się stosowanie komercyjnych środków do mycia szkła, alkoholu, etanolu i metanolu tylko wtedy, gdy nie można użyć czystej wody. Zabrania się stosowania proszków ściernych, środków czyszczących ściernych, detergentów, polerów, wodorotlenku sodu, benzenu, rozcieńczalników nitro, kwasów lub zasad oraz innych chemikaliów. Zabronione jest również używanie pary lub żrących substancji chemicznych do przyspieszenia czyszczenia.
  - ◇ Podczas czyszczenia należy unikać miejscowego silnego nacisku na moduł, aby nie spowodować odkształcenia szkła, uszkodzenia ogniwa i skrócenia żywotności modułu.
  - ◇ Należy na bieżąco usuwać śnieg z modułów, aby uniknąć uszkodzeń spowodowanych długotrwałym zaleganiem, topnieniem i zamrażaniem śniegu. Nie należy jednak czyścić modułów w ekstremalnych warunkach pogodowych. Śnieg należy delikatnie usuwać szczotką lub strumieniem powietrza, nie próbując usuwać zamrożonego śniegu lub lodu.
  - ◇ Podczas czyszczenia tylnej strony modułu należy unikać przebicia tylnej folii.
  - ◇ Nie należy próbować czyścić modułów ze stłuczonym szkłem lub odsłoniętymi przewodami, ponieważ może to spowodować porażenie prądem.
- W przypadku dużej elektrowni fotowoltaicznej, ze względu na dużą powierzchnię i liczbę modułów oraz ograniczony czas odpowiedni do codziennego czyszczenia, cykl czyszczenia elektrowni należy zaplanować, a prace czyszczące prowadzić w różnych obszarach zgodnie z konkretnymi warunkami zakładu, aby wykonać czyszczenie przy mniejszym nakładzie pracy. Podział podobzarów czyszczenia modułów powinien być przeprowadzony zgodnie ze strukturą elektryczną elektrowni PV i zapewniać, że każde czyszczenie obejmuje wszystkie

moduły podłączone do kilku skrzynki łączeniowej (combiner box) lub falowników.

➤ Kroki czyszczenia:

- ◇ 1. Czyszczenie wstępne: Użyj suchej ściereczki lub miotelki, aby usunąć luźne zanieczyszczenia z powierzchni modułów, takie jak suchy pył, popiół czy liście. Jeśli powierzchnia modułów nie ma innych zabrudzeń i została oczyszczona w tym kroku, kolejne kroki można pominąć. W przypadku modułów zainstalowanych na obszarach pustynnych zaleca się użycie strumienia powietrza do wydmuchania piasku, aby usunąć większość pyłu z powierzchni modułów z powodu ograniczonej ilości wody i dużej ilości kurzu.
- ◇ 2. Zdzieranie: Jeśli na modułach znajdują się twarde ciała obce, takie jak gleba, odchody ptaków czy gałęzie i liście roślin przylegające ściśle do modułów, należy użyć włókniny lub szczotek do ich usunięcia. Nie należy używać przedmiotów o dużej twardości do zdzierania i nie należy rysować powierzchni tam, gdzie nie ma twardych zabrudzeń. Należy jedynie usunąć zanieczyszczenia.
- ◇ 3. Płukanie: Jeśli na powierzchni modułów znajdują się substancje trudniejsze do usunięcia, takie jak resztki odchodów ptaków czy soki roślinne, lub jeśli wilgotność powietrza jest zbyt wysoka, aby skutecznie wytrzeć kurz, należy spryskać zabrudzone miejsce czystą wodą, a następnie przetrzeć szczotką lub miękką gąbką. W przypadku substancji tłustych można zastosować wodę zmieszaną z alkoholem na zabrudzone miejsce. Po wchłonięciu roztworu przez zabrudzenia należy je usunąć szczotką. W razie potrzeby do końcowego czyszczenia modułów można użyć komercyjnego środka do mycia szkła wraz z włókniną lub skrobaczką do szkła.



**Ostrzeżenie: Przed przeprowadzeniem jakichkolwiek prac elektrycznych przy systemie PV, system musi być wyłączony. Nieprawidłowa konserwacja systemu może prowadzić do zagrożeń śmiertelnych, takich jak porażenie prądem elektrycznym lub pożar.**



Customer Service Number: 4000566888

After-sales E-mail: [twcustomerservice01@tongwei.com](mailto:twcustomerservice01@tongwei.com)