

## PROJEKT BUDOWLANY

Temat: **Wykonanie analiz techniczno-ekonomicznych dla instalacji fotowoltaicznych na budynkach użyteczności publicznej**

Inwestor: **Miasto Wisła, Plac B. Hoffa 3, 43-460 Wisła**

Lokalizacja: **Teren Miasta i Gminy Wisła**

**Szkoła Podstawowa nr 2  
Biała Wisielka 6**

Branża: **Elektryczna**

Stanowisko	Nazwisko/uprawnienia	Podpis
Projektant	Inż. Waław Pietrzyk BPPAiNB 86/82	
Sprawdzający	Mgr inż. Janusz Borkowski UAN 360/90	

Maj 2023 r.

1.	Zalecenia oraz obowiązki użytkownika instalacji fotowoltaicznej .....	3
2.	Opis techniczny .....	3
2.1	Podstawa opracowania .....	3
2.2	Przedmiot opracowania .....	4
2.4	Opis przedsięwzięcia .....	5
2.5	Elementy składowe systemu .....	5
2.6	Zestawienie głównych elementów instalacji: .....	5
3.	Charakterystyka głównych elementów i zabezpieczeń instalacji .....	6
3.1	Moduły fotowoltaiczne .....	6
3.2	Inwerter fotowoltaiczny .....	6
3.3	Charakterystyka instalacji elektrycznej .....	7
3.4	Instalacja uziemiająca .....	8
3.5	Ochrona przeciwporażeniowa .....	9
3.6	Ochrona przeciwprzepięciowa .....	9
3.7	Ochrona przeciwpożarowa .....	9
4.	Opis konstrukcji wsporczej i przykładowych rozwiązań montażowych .....	10
5.	Bezpieczeństwo eksploatacji .....	10
6.	Niebezpieczeństwo utraty życia -moduły fotowoltaiczne .....	11
7.	Analiza oszczędności z instalacji fotowoltaicznej .....	13

## 1. Zalecenia

- 1) Montaż paneli oraz konstrukcji pod panele wykonać zgodnie z załączoną opinią konstrukcyjną. Nie przekraczać przyjętego w opinii ciężaru konstrukcji wsporczej oraz panelu.
- 2) Wykonawca wykona wszelkie prace przygotowawcze i budowlane konieczne do wykonania w związku z montażem instalacji fotowoltaicznej (np. demontaż istniejących sprzętów, mebli oraz zabudowy w miejscach uzgodnionych zgodnie z lokalizacją prac montażowych i instalatorskich, poszerzenie otworów drzwiowych lub okiennych, jeśli jest to konieczne w celu wniesienia urządzeń do pomieszczenia technicznego.)
- 3) Wykonawca wykona prace budowlane niezbędne do montażu instalacji fotowoltaicznej (np. licowanie ścian i przygotowanie podłoża pod montaż urządzeń, wzmocnienie ścian w miejscach montażu urządzeń instalacji fotowoltaicznej jeśli to konieczne itp.)
- 4) Zapewnienie braku zacienienia w miejscu montażu ustalonym na etapie obmiarów będzie spoczywać na Użytkowniku,
- 5) Zapewnienie dostępu do Internetu na potrzeby monitorowania instalacji, po stronie Użytkownika,
- 6) istniejąca instalacja na obiekcie pozwala na podłączenie paneli fv
- 7) Wykonawca inwestycji winien sprawdzić prawidłowość wykonania uziemienia rozdzielni głównej
- 8) Na okres montażu instalacji, Użytkownik umożliwi Wykonawcy dostęp do wszystkich miejsc, do których dostęp niezbędny jest w celu wykonania instalacji.
- 9) Wykończenie estetyczne (takie jak: uzupełnienie okładzin ścian i podłóg, malowanie, zasianie trawy w miejscach wykopu, etc. ) maskujące, bądź przywracające estetykę budynku przed prowadzenia niezbędnych do montażu instalacji fotowoltaicznej prac, po stronie Wykonawcy.
- 10) Formalny przyłącz instalacji do sieci energetycznej. Wykonawca będzie uczestniczył w tym procesie poprzez wypełnienie odpowiedniego wniosku o przyłączenie wraz z załącznikami w zakresie techniczno / merytorycznym i dostarczenie wniosku do właściwego zakładu energetycznego.
- 11) Uzupełnienie/naprawa tynków i elewacji, uzupełnienie przebić w przegrodach budowlanych należy do Wykonawcy.
- 12) Wszystkie zainstalowane instalacje w celu ewentualnego ciągłego monitorowania muszą być skonfigurowane na komputerze poprzez łącze internetowe wskazane przez pracownika Urzędu Gminy .
- 13) Wywóz gruzu i materiałów powstałych z demontażu wraz z ich utylizacją po stronie Wykonawcy robót.

## 2. Opis techniczny

### 2.1 Podstawa opracowania

Niniejsze opracowanie techniczne obejmuje instalację fotowoltaiczną wraz z zabudową modułów

PV, inwerterów oraz kabli łączących poszczególne generatory słoneczne.

Opracowanie to zostaje sporządzone na podstawie:

- umowy z Inwestorem
- uzgodnień z Inwestorem (regulamin)
- inwentaryzacją obiektu objętego inwestycją
- obowiązujących norm i przepisów
- ogólnych warunków związanych z dofinansowaniem
- wytycznych projektowania instalacji fotowoltaicznych

Opracowanie należy traktować jako określające minimalne wymagania co do zakresu wykonania i zastosowania. Wykonawca bezwzględnie przed przystąpieniem do prac projektowych i montażowych musi zweryfikować stan faktyczny na danym budynku jak i dobór poszczególnych elementów instalacji.

## 2.2 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest mikroinstalacja fotowoltaiczna o mocy 20,66 kWp /17,5 kW

Opracowanie swoim zakresem obejmuje:

- Linie kablowe NN - wewnętrzne linie zasilające;
- Konstrukcje wsporcze;
- Moduły fotowoltaiczne;
- Inwerter DC/AC;
- Ochronę przeciwporażeniową;
- Ochronę przeciwprzepięciową;

Opracowanie nie obejmuje wymiany istniejącego licznika energii elektrycznej. Wymiana licznika leży po stronie lokalnego dystrybutora energii elektrycznej, z którym umowę posiada właściciel lokalu. Zgłoszenia instalacji dokonuje Wykonawca instalacji po przeprowadzeniu komisyjnego odbioru instalacji przez Inwestora. Opracowanie nie obejmuje modernizacji istniejącej sieci elektrycznej w obiekcie oraz jej modernizacji w celu możliwości zamontowania instalacji PV.

## 2.3 Lokalizacja inwestycji i opis obiektu

Lokalizacja modułów PV	Dach budynku szkoły
Typ dachu	Określony w opracowaniu branży konstrukcyjnej
Poszycie dachu	Folia membranowa
Kąt dachu	Dach podniesiony , nachylenie 15°
Kierunek montażu	południowy wschód 150°
Miejsce montażu inwertera	świetlica pom.012

#### 2.4 Opis przedsięwzięcia

Przedsięwzięcie ma na celu budowę mikroinstalacji fotowoltaicznej na budynku szkoły podstawowej nr 2, umożliwiającą produkcję energii elektrycznej za pomocą modułów fotowoltaicznych - urządzeń dokonujących konwersję promieniowania słonecznego na prąd elektryczny. Panele fotowoltaiczne będą mocowane na dedykowanych konstrukcjach wsporczych zapewniających bezpieczne użytkowanie i obsługę systemu. Energia elektryczna z paneli fotowoltaicznych przekazywana będzie wydzielonymi obwodami DC do inwerterów. W inwerterach tych energia będzie przekształcana na napięcie 400V o częstotliwości 50Hz i przekazywana kablem elektroenergetycznym NN poprzez rozdzielnicę główną budynku do sieci wewnętrznej. Produkcja energii elektrycznej ma na celu zużycie energii na miejscu oraz ewentualne dalsze oddawanie nadwyżek wyprodukowanej energii. Znamionowa moc instalacji powinna być określona pomiarami.

#### 2.5 Elementy składowe systemu

Na elementy składowe instalacji fotowoltaicznej składają się:

- zestaw paneli fotowoltaicznych PV wraz z konstrukcją wsporczą,
- instalacja elektryczna wraz z inwerterem (falownikiem) zapewniającym dostosowanie parametrów produkowanej energii do wymogów pracy z siecią TAURON,
- zabezpieczenia przepięciowe i nadprądowe.

#### 2.6 Zestawienie głównych elementów instalacji:

Lp.	Wyszczególnienie	Ilość
1	Moduł fotowoltaiczny PV	51 szt.
2	Inwerter	1 szt.
3	Skrzynka przyłączeniowa po stronie AC wykonanie w II klasie ochrony o IP 65	1 szt.
4	Skrzynka przyłączeniowa po stronie DC wykonanie w II klasie ochrony o IP 65	1 szt.
5	Konstrukcja dedykowana dla instalacji fotowoltaicznej	1 kpl.
6	Elementy montażowe, rurki instalacyjne, uchwyty	1 kpl.
7	Okablowanie	1 kpl.
8	Zabezpieczenie przeciwprzepięciowe DC/AC	1 kpl.

### 3. Charakterystyka głównych elementów i zabezpieczeń instalacji

#### 3.1 Moduły fotowoltaiczne

Lp.	Opis wymagań	Parametry wymagane
1	Typ modułu	Monokrystaliczny
2	Moc modułu (potwierdzone raportem z badań przeprowadzonym przez niezależną akredytowaną jednostkę badawczą)	Min.: 405 Wp
3	Sprawność modułu	Min.: 19,78 %
4	Tolerancja mocy	0~+3Wp
5	Współczynnik wypełnienia FF (potwierdzone raportem z badań przeprowadzonym przez niezależną akredytowaną jednostkę badawczą)	Min.: 78%
6	Współczynnik temp. dla Pmax (potwierdzone raportem z badań przeprowadzonym przez niezależną akredytowaną jednostkę badawczą)	-0,35 %/°C
7	Liniowa gwarancja mocy	Min.: 80,2% po 25 latach
8	Gwarancja producenta	Min.: 15 lat
9	Grubość ramy modułu	Min.: 35mm
10	Wytrzymałość mechaniczna na obciążenie od śniegu	Min.: 5400 Pa
11	Wytrzymałość mechaniczna na parcie i ssanie wiatru	Min.: 2400 Pa
12	Zakres temperatur	Od -40 do +85°C lub szerszy
13	Certyfikaty	IEC 61215, IEC 61730, UL1703

#### 3.2 Inwerter fotowoltaiczny

Należy zastosować falowniki PV wg opisu w poniższej tabeli. Dopuszcza się jako zamienniki falowniki o niegorszych parametrach. Falowniki muszą mieć możliwość wzajemnej komunikacji i diagnostyki poprzez system nadzorujący. Sumaryczna moc falowników po stronie AC nie może być mniejsza niż 85% mocy nominalnej podłączonych modułów po stronie DC .

Tabela 1. Minimalne parametry falownika PV

Lp.	Opis wymagań	Parametry wymagane
1	Moc znamionowa AC	Min. 17,5 kW; 3-fazowy
2	Stopień ochrony	IP 65
3	Temperatura pracy	-25-+60 [°C]
4	Zużycie energii nocą	<3 [W]
5	Typ chłodzenia	Wymuszony (wentylator) lub chłodzenie urządzenia wykonane przez wykonawcę.
6	Komunikacja	RS 485, WiFi, Ethernet
7	Sprawność europejska	Min. 95 [%]
8	Sprawność max.	Min. 97,5 [%]
9	Wymagane normy	PN-EN 50438:2014 oraz Deklaracja zgodności z Dyrektywą 2014/35/EU oraz Dyrektywą 2014/30/EU, EN 50549
10	Gwarancja	Min. 5 lat

Wszystkie falowniki zastosowane dla instalacji fotowoltaicznych powinny pochodzić od jednego producenta.

### 3.3 Charakterystyka instalacji elektrycznej

Instalacja elektryczna, zawierająca okablowanie i osprzęt elektryczny zapewniający bezpieczeństwo obsługi systemu będzie podzielona na dwie główne sekcje. Sekcja prądu stałego i sekcja prądu przemiennego, odgraniczone inwerterem.

Sekcja prądu stałego będzie budowana w oparciu o kable dedykowane do instalacji fotowoltaicznych, odporne na działanie warunków atmosferycznych i promieniowania UV oraz rozdzielnice z zabezpieczeniami, ogranicznikami przepięć prądu stałego.

Przewidziano trzy stringi (łańcuchy) po 17 moduły każdy łączone równolegle rozmieszczone na dachu szkoły wg załączonego rysunku.

Moduły należy łączyć szeregowo w łańcuchy za pomocą przewodów . Nadmiary przewodów należy mocować do konstrukcji aluminiowej za pomocą opasek odpornych na promieniowanie UV oraz szkodliwe czynniki atmosferyczne. W miejscach gdzie przewody są narażone na promieniowanie słoneczne należy zastosować stosowne osłony. Poszczególne łańcuchy modułów należy łączyć z inwerterem poprzez rozdzielnicę RDC przewodami solarnymi o przekroju 6 mm<sup>2</sup> sprowadzonymi z dachu po ścianie zewnętrznej budynku do pomieszczenia świetlicy ( pom. nr 012) gdzie należy zainstalować rozdzielnię prądu stałego RDC, falownik, oraz rozdzielnię prądu zmiennego RAC. . Końce przewodów wyposażać we wtyczki MC4, odpowiednio żeńskie dla bieguna ujemnego, męskie dla bieguna dodatniego.

Przewody DC należy zabezpieczyć ogranicznikami przepięć, o napięciu znamionowym 1000V DC. Ograniczniki te oraz rozłączniki bezpiecznikowe DC należy umieścić w hermetycznej skrzynce RPV-DC. Wprowadzenia przewodów do skrzynki zrealizować poprzez dławnice kablowe. Ograniczniki należy połączyć z instalacją uziemiającą obiektu za pomocą przewodu LgY 6mm<sup>2</sup>.

Pętle powrotne prowadzić równolegle do siebie, zgodnie z wytycznymi producenta paneli. Na końcach przewodów od grupy paneli do inwertera umieścić oznaczniki kablowe. Przejście przewodów z dachu na poziom poddasza należy zabezpieczyć przed przedostawaniem się wody i wilgoci. Panele należy połączyć w konfiguracji pokazanej na schemacie. E 01

W rozdzielni RDC należy zainstalować bezpieczniki rozłącznikowe gPV oraz ochronniki przepięciowe typ 2 DC.

Przed montażem modułów słonecznych należy przeprowadzić ich przegląd i odbiór jakościowy, sprawdzając, czy nie występują :

- uszkodzone celki ogniwa
- zadrapania szkła lub powłok
- mikropęknięcia
- ślady odklejania ogniw od powłoki szklanej, tzw. „snail trails”
- miejscowe odbarwienia

Uszkodzone w ten sposób moduły należy wymienić.

Parametry modułów pokazane zostały w karcie katalogowej dołączonej do projektu.

W rozdzielni RDC należy zainstalować bezpieczniki rozłącznikowe gPV oraz ochronniki przepięciowe typ 2 DC.

Sekcja prądu przemiennego budowana będzie, zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej. W skład sekcji wejdzie rozdzielnia prądu zmiennego RAC z zabezpieczeniami nadmiarowo-prądowymi, ogranicznikami przepięć prądu przemiennego typ 2 AC oraz przewody YDY 5x6mm układane wewnątrz budynku pod tynkiem w rurze osłonowej do miejsca wpięcia w istniejącą instalację pomiędzy licznik energii elektrycznej a rozdzielnię główną budynku.

#### 3.4 Instalacja uziemiająca

Wykonać odrębny uziom szpilkowy dedykowany dla uziemienia instalacji PV. Nową instalację należy wyposażyć w zacisk kontrolny (w typowej puszcze ) do wykonania pomiarów oraz szynę połączeń wyrównawczych. Rezystancja uziomu powinna wynosić  $R < 10\Omega$ . Ochronę urządzeń elektrycznych i elektronicznych przed skutkami przepięć spowodowanych wyładowaniami atmosferycznymi i przepięciami łączeniowymi zaprojektowano jako dwustopniową w oparciu o ograniczniki przepięć oraz skutecznie uziemione połączenia wyrównawcze. Konstrukcję wsporczą modułów fotowoltaicznych należy ze sobą połączyć. Połączenie wyrównawcze należy wykonać przewodem minimum LgY6 i połączyć z uziomem.



Uziemieniu ochronnemu podlegają metalowe części, normalnie nieprzewodzące prądu lecz mogące stanowić niebezpieczeństwo porażenia w razie pojawienia się na tych elementach napięcia.

W szczególności należy uziemić:

- ramy modułów fotowoltaicznych poprzez konstrukcje wsporcze;
- konstrukcję rozdzielnic i szaf;
- obudowę inwertera;

### 3.5 Ochrona przeciwporażeniowa

Ochrona przeciwporażeniowa nn realizowana jest na podstawie wymagania normy PN-HD 60364-4-41: 2017-09 (lub równoważną) należy zastosować następujące środki ochrony:

- Ochrona podstawowa - izolacje przewodów, obudowy ochronne urządzeń i aparatów elektrycznych chroniące przed dotykiem bezpośrednim.

Zgodnie z normą PN-HD 60364-7-712: 2016-05 (lub równoważną) należy zastosować następujące środki ochrony:

- Ochrona podstawowa - obudowy w II klasie ochrony dla rozdzielnic DC i AC
- Ochrona dodatkowa - szybkie wyłączenie w sieci TN-S za pomocą wyłączników nadprądowych po stronie AC

Projektowana instalacja elektryczna jest zgodna z przepisami budowlanymi w zakresie ochrony przeciwporażeniowej oraz wymogami normy PN-HD-60364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych” lub równoważna. W ramach systemu ochrony od porażenia prądem elektrycznym należy zastosować samoczynne szybkie wyłączenie zasilania w układzie TNS. Zapewni to zgodne z normą wyłączenie zasilania.

### 3.6 Ochrona przeciwprzepięciowa

Inwerter oraz instalację ogniw fotowoltaicznych chronić poprzez zastosowanie ograniczników przepięciowych dedykowanych do instalacji PV na napięcie do 1000VDC montowanych w rozdzielnicy DC. Ograniczniki przepięć zapewnią ochronę systemu fotowoltaicznego PV przed przepięciami: łączeniowymi lub pochodzącymi od wyładowań atmosferycznych pośrednich i bezpośrednich. należy zastosować ograniczniki

przepięciowe strona AC i DC typu SPD T1+T2 oraz uziemienia z linki LgY 6mm<sup>2</sup> prace wykonać zgodnie z aktualną normą odgromową PE-EN 62305.

### 3.7 Ochrona przeciwpożarowa

Budynek, na dachu którego projektuje się instalację fotowoltaiczną wyposażony jest przeciwpożarowy wyłącznik prądu, zlokalizowany przy wejściu do budynku.

Projektuje się instalację fotowoltaiczną typu on-grid, co oznacza, że falownik jest w stanie przekształcać energię słoneczną na energię elektryczną tylko wówczas, kiedy jest podłączony do napięcia sieciowego 230/400 V AC. Odłączenie napięcia w budynku od strony sieci zasilającej np. w zestawie złączowo-pomiarowym lub wyłącznikiem ppoż. powoduje jednocześnie wyłączenie falownika i wstrzymanie przesyłania energii do instalacji wewnętrznej.

Po użyciu wyłącznika ppoż. budynku, po stronie DC instalacji fotowoltaicznej, w projektowanym wyłączniku RWP-DC następuje odcięcie napięcia DC generowanego przez moduły za pomocą rozłącznika DC wyposażonego w napęd silnikowy. W związku z powyższym możliwość pojawienia się napięcia do 1000V DC występuję wyłącznie na dachu, na przewodach pomiędzy modułami i wyłącznikiem RWP-DC. Z tego powodu wyłącznik RWP-DC należy montować jak najbliżej przejścia przewodów z zewnątrz do budynku.

Powyższe rozwiązanie zakłada, że brak napięcia w sieci zasilającej AC powoduje odłączenie napięcia DC w wyłączniku RWP-DC. Po każdorazowym zadziałaniu wyłącznika ppoż. lub zaniku napięcia w sieci zasilającej, po powrocie napięcia zasilającego, wyłącznik RWP-DC zostaje załączony automatycznie przy pomocy napędu silnikowego, w który jest wyposażony.

Trasy przewodów po stronie DC należy zaopatrzyć w oznaczniki: „Niebezpieczeństwo wysokie napięcie DC w ciągu dnia obecne po wyłączeniu instalacji”.

Budynek należy oznaczyć znakiem bezpieczeństwa zgodnym z PN HD 60364 7 712: 2016 Instalacje elektryczne niskiego napięcia Część 7 712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania, informującym o obecności w obiekcie instalacji fotowoltaicznej.



#### 4. Opis konstrukcji wsporczej i przykładowych rozwiązań montażowych

Planuje się wykorzystanie fabrycznej konstrukcji wsporczej podniesionej przeznaczonej do mocowania modułów fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcję montować zgodnie z uwagami i zaleceniami w dołączonej opinii konstrukcyjnej. Konstrukcję stanowić będą aluminiowe szyny zamocowane do konstrukcji wsporczej. Szyny należy ułożyć i zamontować dokładnie z wytycznymi producenta oraz z instrukcją montażową dostarczoną do danego zestawu fotowoltaicznego. W przypadku zastosowania elementów dodatkowych, nie dostarczonych przez producenta w celu zamontowania modułów należy przedstawić atest i świadectwo zgodności z obowiązującymi normami wydane przez odpowiednią jednostkę lub osobę posiadającą odpowiednie uprawnienia.

#### 5. Bezpieczeństwo eksploatacji

Niniejsza dokumentacja powinna być przeczytana z uwagą i zrozumieniem zanim podjęte zostaną jakiejkolwiek czynności serwisowe czy eksploatacyjne. Dokumentacja zawiera podstawowe informacje dotyczące mechanicznej i elektrycznej części instalacji modułów i ich połączeń z

inwerterami, z którą użytkownik czy serwisant powinien się zapoznać.

Prace przy serwisowaniu instalacji elektrowni fotowoltaicznej powinny być przeprowadzane przez specjalistów, którzy posiadają wymagane świadectwa kwalifikacyjne.

Bezwzględnie wymaga się przestrzegania przepisów BHP.

Ogólne zasady bezpieczeństwa

Na terenie UE do prac z modułami i fotowoltaicznym i mają zastosowanie następujące regulacje:

Krajowe przepisy BHP oraz poniższe przepisy i normy bezpieczeństwa.

- DIN 18451
- DIN 18338
- DIN 1055
- VDE 0100 prace do 1000V
- VDE 0190
- VDE 0185
- DIN 18015 E
- DIN 18382

lub równoważne

## 6. Niebezpieczeństwo utraty życia -moduły fotowoltaiczne

Podczas prac z generatorami słonecznymi, należy bezwzględnie przestrzegać przepisów z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy.

Moduł fotowoltaiczny należy traktować jak produkt szklany i pod żadnym pozorem - w pojemniku transportowym ani w stanie zamontowanym - nie można go obciążać mechanicznie (stawiać skrzynek z narzędziami, stawać na nich itp.) ponieważ może to spowodować widoczne i niewidoczne uszkodzenia (np. mikropęknięcia w ogniwach i przedwczesny spadek mocy). Praca z oświetlonymi modułami jest działaniem w warunkach obecności napięcia.

Przed przystąpieniem do prac serwisowych należy sprawdzić, czy moduł fotowoltaiczny nie ma uszkodzeń mechanicznych. Nie wolno montować uszkodzonych modułów słonecznych (np. modułów z pękniętymi elementami szklanymi, uszkodzeniami tylnej folii izolacyjnej). Uszkodzenie tylnej folii izolacyjnej może mieć poważne skutki (rozwarstwienie, zagrożenie życia i zdrowia).

**OSTRZEŻENIE**

W momencie wyeksponowania modułu na światło na złączach modułu natychmiast pojawia się napięcie jałowe (ok. 37,9V) a w przypadku szeregowego połączenia kilku modułów napięcie to wzrośnie do wartości sumy napięć jałowych połączonych modułów. Wartość napięcia jałowego jest podana w karcie katalogowej produktu. W zwykłych warunkach moduł fotowoltaiczny może wygenerować wyższy prąd i/lub wyższe napięcie niż podano w znormalizowanych warunkach kontroli (warunki STC - 25°C, 1000W/m<sup>2</sup>). W celu określenia wartości pomiarowych napięcia podzespołów, kabli, wielkości bezpieczników i pomiaru sterowników podłączanych do wyjścia modułów fotowoltaicznych należy wartość  $I_{sc}$  i  $U_{oc}$  podaną w karcie katalogowej modułów pomnożyć przez współczynnik bezpieczeństwa 1,25.

Montaż/demontaż modułów słonecznych wymaga zaawansowanej wiedzy specjalistycznej i doświadczenia, dlatego mogą je wykonywać tylko specjaliści elektrycy, którzy posiadają wymagane świadectwa kwalifikacyjne.

#### ZALECENIA PRAKTYCZNE

Aby uniknąć niebezpieczeństwa porażeń elektrycznych, wszystkie ramy modułów słonecznych, obudowa inwertera oraz konstrukcja nośna są połączone z uziemieniem w celu wyrównywania potencjałów.

Przy rozłączaniu pasm, paruj bieguny, oznacz je, zaizoluj konektory, tak aby nie wywołać łuku elektrycznego, który przy napięciu ponad 600V jest wysoce prawdopodobny.

Unikaj prac łączeniowych w pełnym słońcu. Jeśli to możliwe, zrób to rano, lub wieczorem. Nigdy nie łącz ze sobą ostatnich dwóch konektorów tego samego pasma. W najlepszym wypadku uszkodzisz moduły, a istnieje wysokie ryzyko pożaru całej instalacji !

Nigdy nie wyciągaj ani nie podłączaj konektorów w czasie pracy inwertera!

!!! Należy bezwzględnie wyłączyć instalację fotowoltaiczną, w przypadku kiedy w obiekcie zajdzie konieczność załączenia agregatu prądotwórczego !!!

## 7. Analiza oszczędności z instalacji fotowoltaicznej

Szkoła Podstawowa nr 2

Biała Wisetka 6

Proponowana wielkość instalacji PV – 20,66 kWh

Szacowana roczna produkcja energii elektrycznej przez PV – 20 981 kWh,

Koszt kWh energii (informacja od inwestora) – 0,79 PLN brutto/kWh,

Roczna oszczędność przy założeniu 100% zużycia przez obiekt wyprodukowanej energii przez PV

$20\,981 \text{ kWh} \times 0,79 \text{ PLN / kWh} = 16\,575,00 \text{ PLN brutto}$

Szacowana cena sprzedaży en. Elektrycznej wyprodukowanej przez PV do sieci – 0,60 PLN brutto (cena na podstawie danych z ostatnich miesięcy)

Roczna oszczędność przy założeniu 30% bezpośrednia konsumpcja przez obiekt 70% sprzedaż do sieci

Oszczędność za energię wykorzystaną w obiekcie:

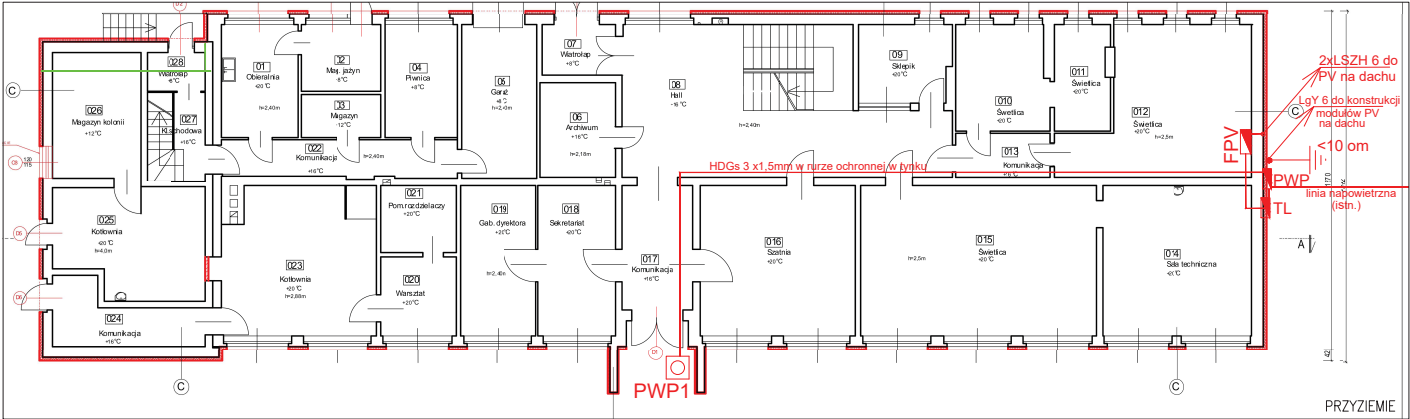
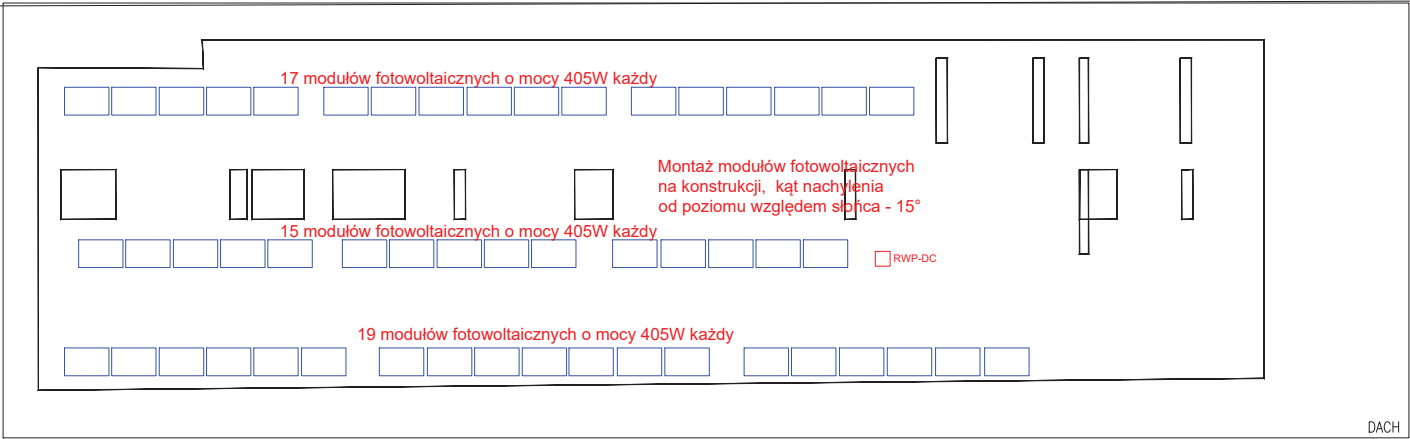
$30\% \text{ z } 20\,981 \text{ kWh} = 6\,294,3 \text{ kWh} \times 0,79 \text{ PLN/kWh} = 4\,972,50 \text{ PLN brutto}$

Oszczędność za energię sprzedaną do sieci

$70\% \text{ z } 20\,981 \text{ kWh} = 14\,686,7 \text{ kWh} \times 0,60 \text{ PLN/kWh} = 8\,812,00 \text{ PLN brutto}$

Suma oszczędności przy powyższych założeniach 13 784,50 PLN brutto / rok





LEGENDA:

- TL2 tablica licznikowa z zabezpieczeniami w/z budynku
- FPV falownik, szafa RDC oraz RAC z kompletem zabezpieczeń
- RWP-DC projektowany wyłącznik p.poż strony DC w instalacji PV
- PPW projektowany wyłącznik przeciwpożarowy prądu
- moduł fotowoltaiczny o mocy 405kWp
- <10 om elektroda uziemiająca konstrukcji modułów PV, R<10om
- RWP-DC projektowany wyłącznik p.poż strony DC w instalacji PV

- UWAGI:
1. Przewody DC – 2xLSZH 1x6mm z modułów na dachu prowadzić po ścianie zewnętrznej nitynkowo w kanale elektroinstalacyjnym
2. Przewody AC – YDY 5x6mm z falownika do TL
3. Konstrukcje wsporne modułów PV zamontowanych na dachu przyłączyć przewodem Lg1 6mm do instalacji uziemiającej.

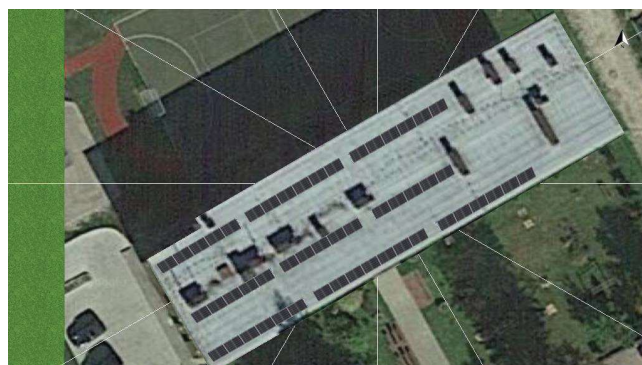
Instytut Doradztwa Europejskiego - Innowacja s. c. ul. Chłopska 151 31-517 Kraków			
Tytuł:	INSTALACJE FOTOWOLTAICZNE - SZKOLA PODSTAWOWA NR2 WIOSNA SZKOLNA I. SŁAŻYŃSKA		
Stadium:	PROJEKT TECHNICZNY		
Temat:	PLAN INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ - RZUT DACHU I PRZYZIEMIA		
Projektant:	Sprawdzający:	Skala:	Data:
mgr inż. Wiesław Pieniążek/PPANB 88/82	mgr inż. Jarosław Boruchowski/PPANB 88/82	1:100	15.05.23
		Nr. rys.	Nr. rys.
		ED2	ED2

25.05.2023

## Twój system fotowoltaiczny

Adres instalacji

---



Opis projektu:

Szkoła Podstawowa nr 2

Biała Wisetka 6



## Przegląd projektu

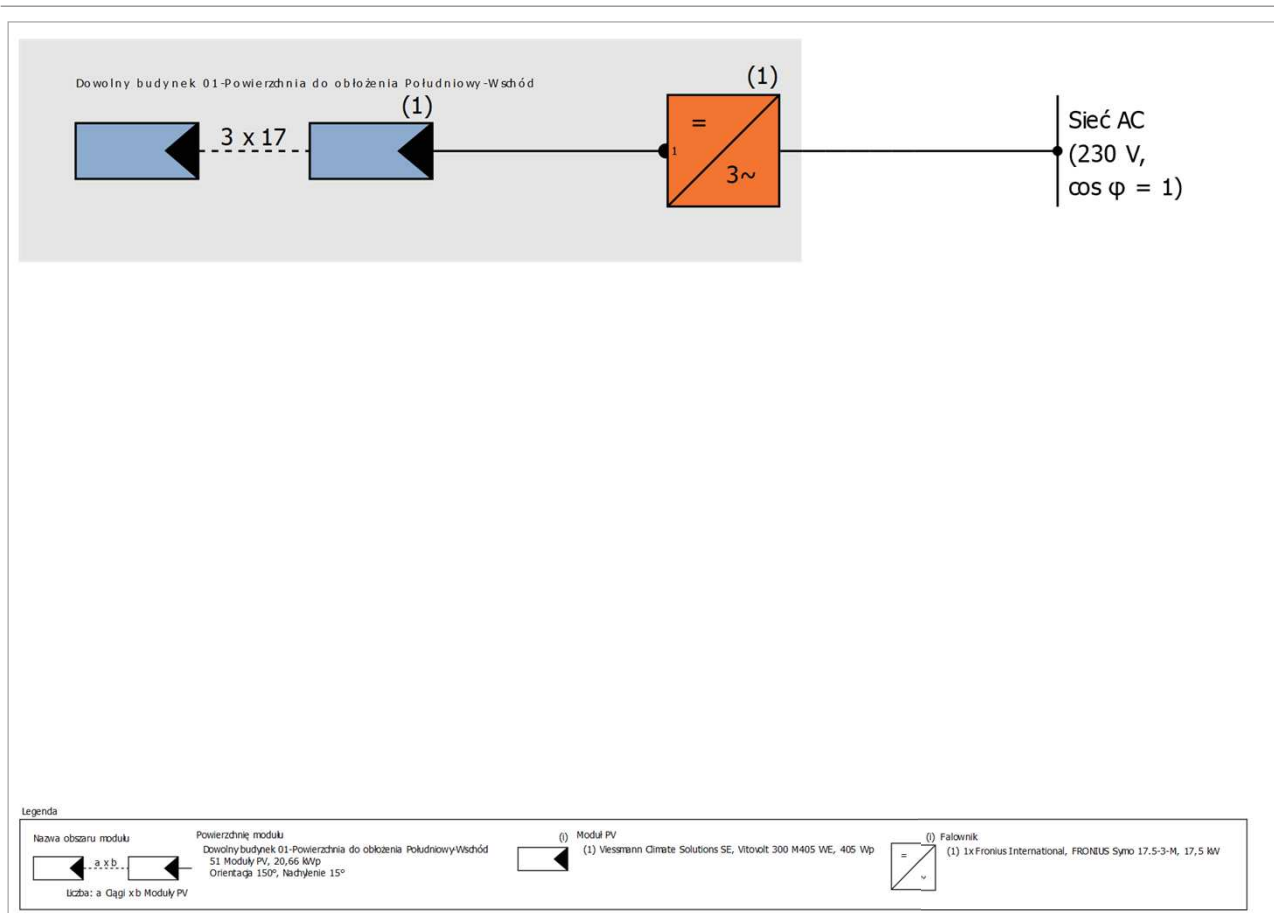


Ilustracja: Obraz przegląd, Projektowanie 3D

## Instalacja PV

### 3D, Podłączona do sieci instalacja fotowoltaiczna (PV)

Dane klimatyczne	Bielsko/Biała, POL (1996 - 2015)
Źródło wartości	Meteonorm 8.1
Moc generatora PV	20,66 kWp
Powierzchnia generatora PV	99,9 m <sup>2</sup>
Liczba modułów PV	51
Liczba falowników	1



Ilustracja: Schemat instalacji

## Prognoza uzysku

### Prognoza uzysku

Moc generatora PV	20,66 kWp
Spec. uzysk roczny	1 025,66 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	89,19 %
Zmniejszenie uzysku na skutek zacienienia	0,5 %
Energia oddana do sieci	21 196 kWh/Rok
Energia oddana do sieci w pierwszym roku (łącznie z degradacją modułu)	21 196 kWh/Rok
Pobór w trybie czuwania (Falownik)	11 kWh/Rok
Emisja CO <sub>2</sub> , której dało się uniknąć:	9 957 kg / rok

Wyniki zostały ustalone w oparciu o matematyczny model obliczeniowy firmy Valentin Software GmbH (algorytm PV\*SOL). Uzysk rzeczywisty instalacji solarnej może być inny ze względu na wahania pogodowe, współczynniki sprawności modułów oraz falownika jak również inne czynniki.

---

# Struktura instalacji

## Przegląd

### Dane instalacji

Rodzaj instalacji	3D, Podłączona do sieci instalacja fotowoltaiczna (PV)
-------------------	--

### Dane klimatyczne

Lokalizacja	Bielsko/Biala, POL (1996 - 2015)
Źródło wartości	Meteonorm 8.1
Rozdzielczość danych	1 h
Zastosowane modele symulacji:	
- Promieniowanie rozproszone na powierzchni poziomej	Hofmann
- Nasłonecznienie powierzchni nachylonej	Hay & Davies

## Powierzchnie modułów

### 1. Powierzchnię modułu - Dowolny budynek 01-Powierzchnia do obłożenia Południowy-Wschód

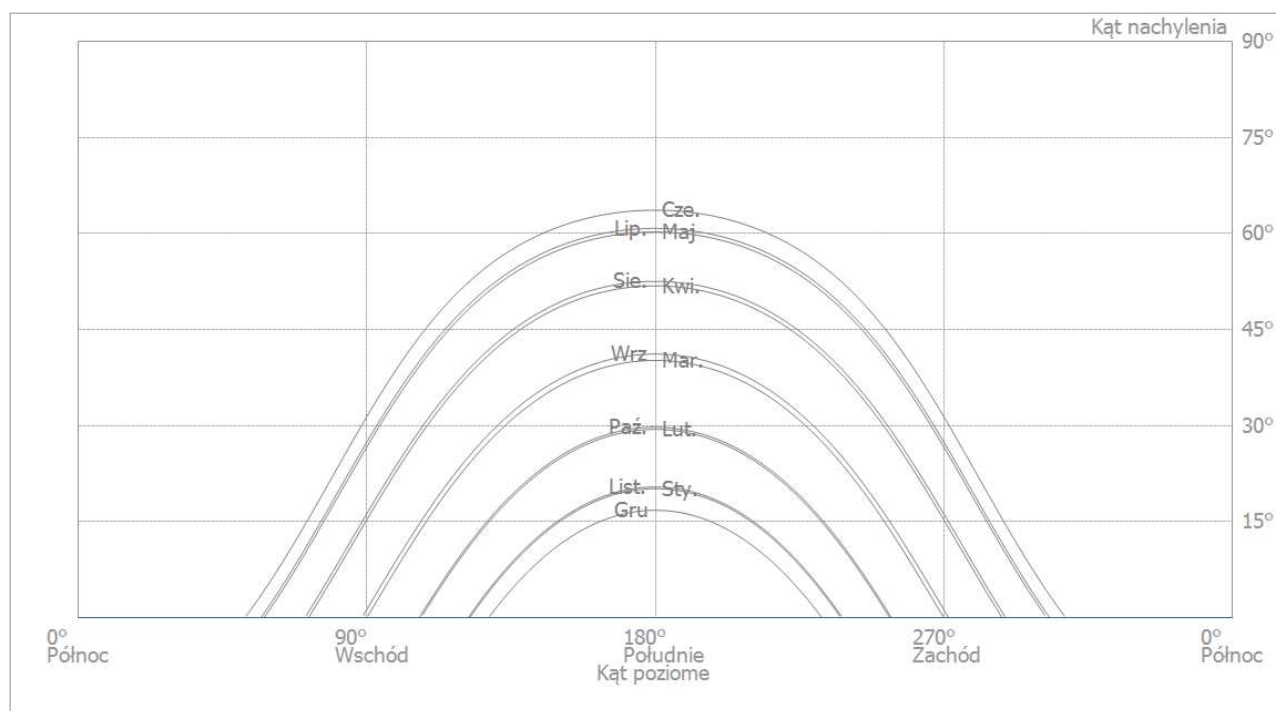
Generator PV, 1. Powierzchnię modułu - Dowolny budynek 01-Powierzchnia do obłożenia Południowy-Wschód

Nazwa	Dowolny budynek 01-Powierzchnia do obłożenia Południowy-Wschód
Moduły PV	
Producent	
Nachylenie	15 °
Orientacja	Południowy-wschód 150 °
Rodzaj montażu	Dach - podniesiony
Powierzchnia generatora PV	99,9 m <sup>2</sup>



Ilustracja: 1. Powierzchnię modułu - Dowolny budynek 01-Powierzchnia do obłożenia Południowy-Wschód

## Linia poziome, Projektowanie 3D



Ilustracja: Horyzont (Projektowanie 3D)

## Konfigurację falownika

### Konfiguracja 1

Powierzchnię modułu

Dowolny budynek 01-Powierzchnia do obłożenia  
Południowy-Wschód

#### Falownik 1

Model	
Producent	
Liczba	1
Współczynnik wymiarowania	118 %
Konfiguracja	MPP 1+2: 3 x 17

## Sieć AC

### Sieć AC

Liczba faz	3
Napięcie sieciowe pomiędzy przewodem fazowym a zerowym	230 V
Współczynnik mocy (cos phi)	+/- 1

# Wyniki symulacji

## Wyniki Cała instalacja

### Instalacja PV

Moc generatora PV	20,66 kWp
Spec. uzysk roczny	1 025,66 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	89,19 %
Zmniejszenie uzysku na skutek zacienienia	0,5 %
Energia oddana do sieci	21 196 kWh/Rok
Energia oddana do sieci w pierwszym roku (łącznie z degradacją modułu)	21 196 kWh/Rok
Pobór w trybie czuwania (Falownik)	11 kWh/Rok
Emisja CO <sub>2</sub> , której dało się uniknąć:	9 957 kg / rok

### Schemat przepływu energii

Projekt: 25.05.2023 - PVSOL - Szkoła Podstawowa nr 2



Wszystkie wartości w kWh  
Z uwagi na zaokrąglenie sum mogą wystąpić małe odchylenia  
created with PV\*SOL

Ilustracja: Przepływ energii

# Arkusze danych

## Arkusze danych modułu PV

### Moduł PV:

Producent	
Dostępny	Tak

### Dane elektryczne

Typ ogniwa	Si monokrystaliczny
Moduł półogniwa	Nie
Liczba ogniw	340
Liczba diod by-pass	2
Straty napięcia na diodzie bypassu	1 V
Zintegrowany optymalizator mocy	Nie
Tylko falownik transformatorowy	Nie

### Parametry U/I przy STC

Napięcie w MPP	38,7 V
Natężenie prądu w MPP	10,47 A
Napięcie obwodu otwartego	46,5 V
Prąd zwarciov	11,02 A
Podwyższenie napięcia obwodu otwartego przed stabilizacją	0 %
Moc znamionowa	405 W
Współczynnik wypełnienia	79,07 %
Współczynnik sprawności	20,68 %

### Parametry obciążenia częściowego U/I

Źródło wartości	Producent/własne
Nasłonecznienie	200 W/m <sup>2</sup>
Napięcie w MPP przy obciążeniu częściowym	37,8 V
Natężenie prądu w MPP przy obciążeniu częściowym	2,06 A
Napięcie pracy jałowej przy obciążeniu częściowym	44,3 V
Prąd zwarciov przy obciążeniu częściowym	2,22 A

### Parametry dodatkowe

Współczynnik temperaturowy Voc	-125 mV/K
Współczynnik temperaturowy Isc	4,4 mA/K
Współczynnik temperaturowy Pmpp	-0,34 %/K
Współczynnik kąta padania (IAM)	98 %
Maksymalne napięcie systemowe	1500 V

### Dane mechaniczne

Szerokość	1140 mm
Wysokość	1719 mm
Głębokość	35 mm
Szerokość ramki	9,5 mm
Ciężar	22 kg



## Arkusz danych falownika

### Falownik:

Producent

Dostępny

Tak

#### Dane elektryczne – DC

Moc znamionowa DC	17,9 kW
Maks. moc prądu DC	19,25 kW
Napięcie znamionowe DC	600 V
Maks. napięcie wejściowe	1000 V
Maks. prąd wejściowy	76,5 A
Max. prąd zwarciaowy	76,5 A
Liczba wejść DC	6

#### Dane elektryczne – AC

Moc znamionowa prądu AC	17,5 kW
Maks. moc prądu AC	17,5 kVA
Nom. napięcie AC	230 V
Liczba faz	3
Z transformatorem	Nie

#### Dane elektryczne – Inne

Zmiana stopnia sprawności w przypadku odchylenia napięcia wejściowego prądu od napięcia znamionowego	0,35 %/100V
Min. Moc przesyłana do sieci	60 W
Pobór w trybie czuwania	7 W
Zużycie nocne	1 W

#### Tracker MPP

Zakres mocy < 20% mocy znamionowej	99,8 %
Zakres mocy > 20% mocy znamionowej	100 %
Liczba trackerów MPP (punktów mocy maksymalnej)	2
Liczba różnych trackerów	2

#### Tracker MMP typu 1

Liczba	1
Tracker MPP	1
Maks. prąd wejściowy	49,5 A
Max. prąd zwarciaowy	49,5 A
Maks. moc wejściowa	17,88 kW
Min. napięcie MPP	200 V
Max. napięcie MPP	800 V

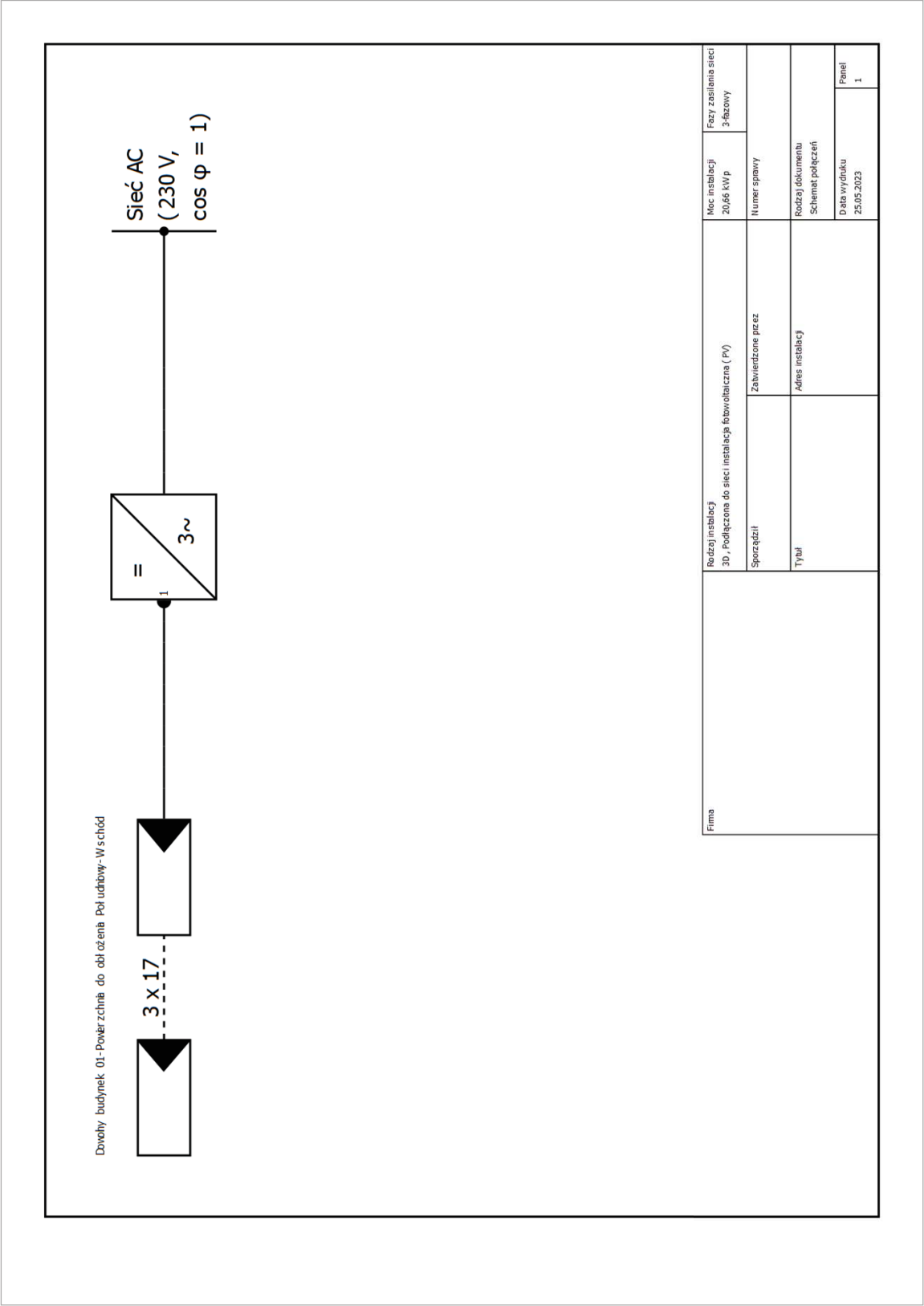
#### Tracker MMP typu 2

Liczba	1
Tracker MPP	2
Maks. prąd wejściowy	40,5 A
Max. prąd zwarciaowy	40,5 A
Maks. moc wejściowa	17,88 kW
Min. napięcie MPP	200 V
Max. napięcie MPP	800 V



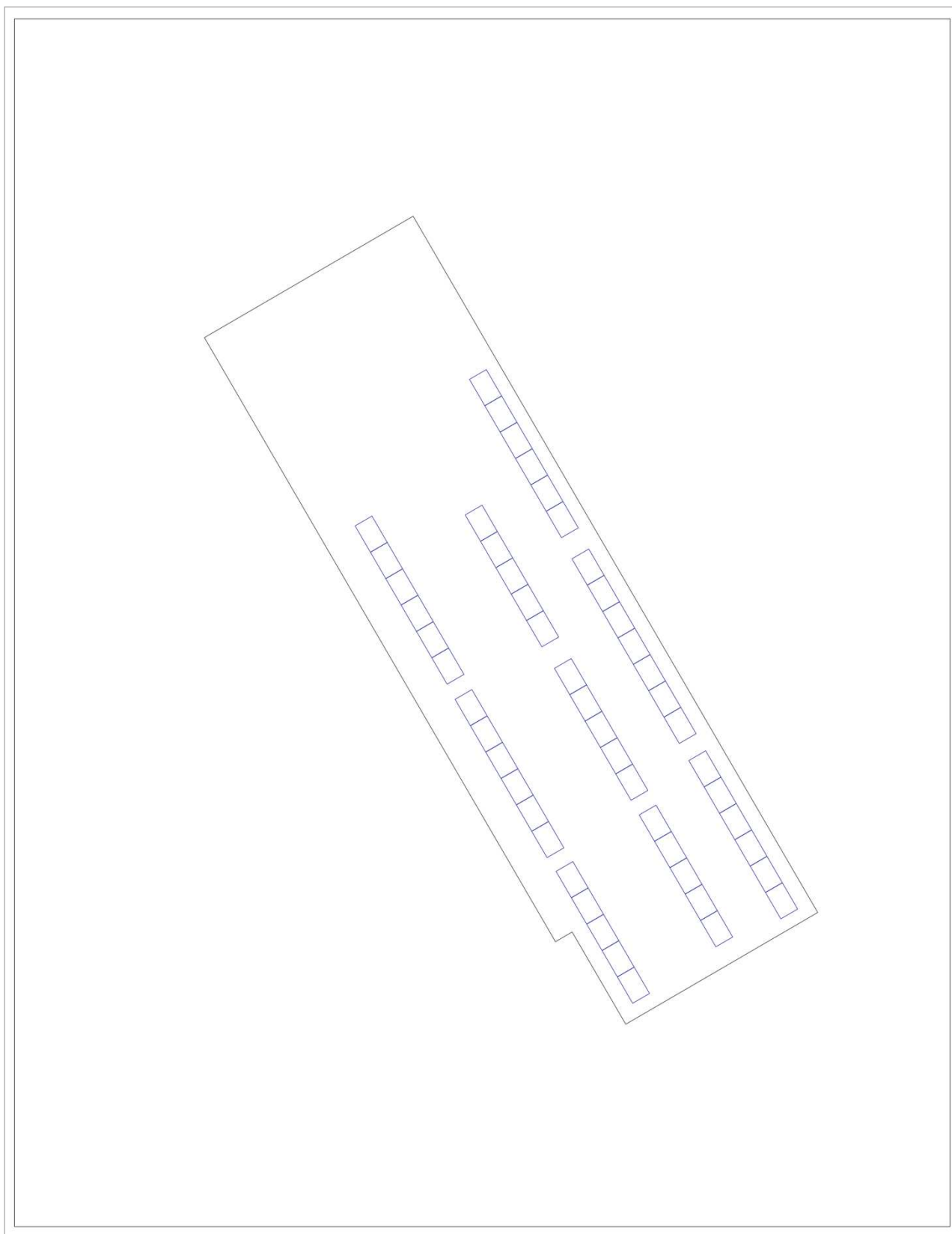
# Plany i listy części

## Schemat połączeń



Ilustracja: Schemat połączeń

## Przeglądaj plan

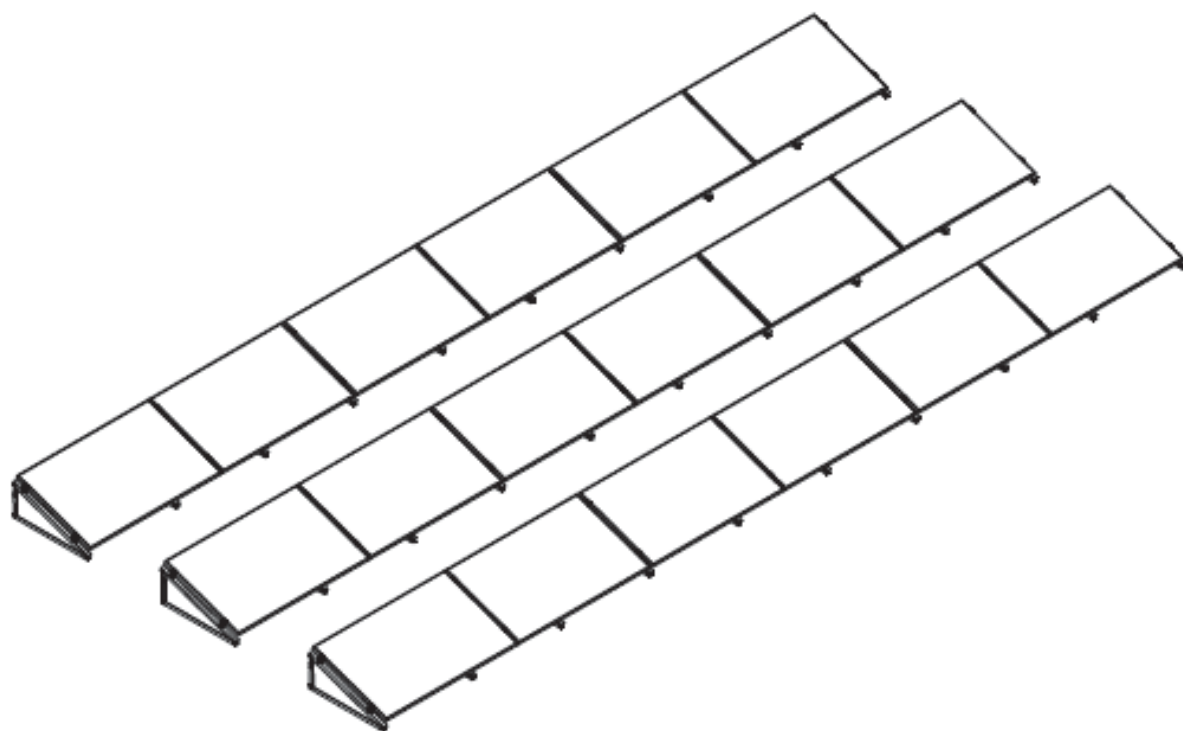


Ilustracja: Przeglądaj plan

# **INSTRUKCJA MONTAŻOWA**

## **KONSTRUKCJI NA BAZIE TRÓJKĄTÓW**

### **PRZEZNACZONA DO ZAKOTWIENIA NA DACHACH**

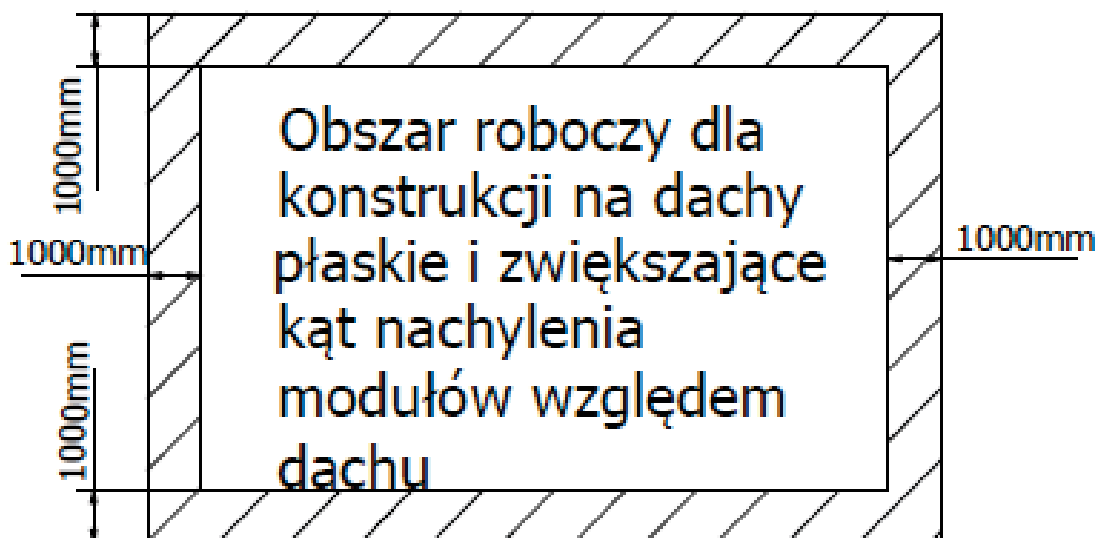


**System montażowy opisany poniżej wykorzystywany jest do mocowania modułów fotowoltaicznych na dachach płaskich oraz skośnych. Dzięki wykorzystaniu trójkątów, system ten pozwala na uzyskanie pożądanego kąta nachylenia modułów.**

W czasie produkcji dłożono wszelkich starań, aby otrzymali Państwo produkt najwyższej jakości będący zarazem łatwy w montażu. Niniejsza instrukcja stanowi zbiór zasad poprawnego montażu elementów konstrukcji montażowej, ale nie stanowi projektu, ani jego zamiennika. Instalator dokonujący montażu, musi być odpowiednio przeszkolony i posiadać uprawnienia do wykonywanej pracy. Całkowita odpowiedzialność za prawidłowy montaż spoczywa na instalatorze, który powinien wybrać odpowiedni rodzaj konstrukcji.

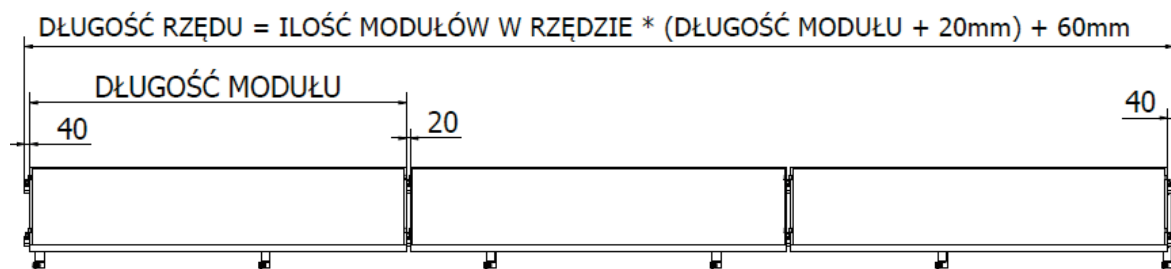
W sytuacjach, gdzie wytrzymałość konstrukcji dachowej budzi wątpliwości, należy skonsultować się z konstruktorem, który dokona obliczeń wytrzymałościowych dachu.

1. Rozłożenie modułów należy rozplanować w taki sposób, aby zminimalizować lub wykluczyć pojawienie się cienia na modułach. Należy mieć na uwadze, że nawet cień rzucany przez drzewa czy budynki może ograniczyć uzyski generowane przez moduły. Montując system latem, należy mieć świadomość, że cień rzucany przez drzewa i sąsiadujące budynki, zimą będzie sięgał zdecydowanie dalej. Należy również pamiętać o zachowaniu strefy bezpiecznej na poszyciu dachu – rys.1.



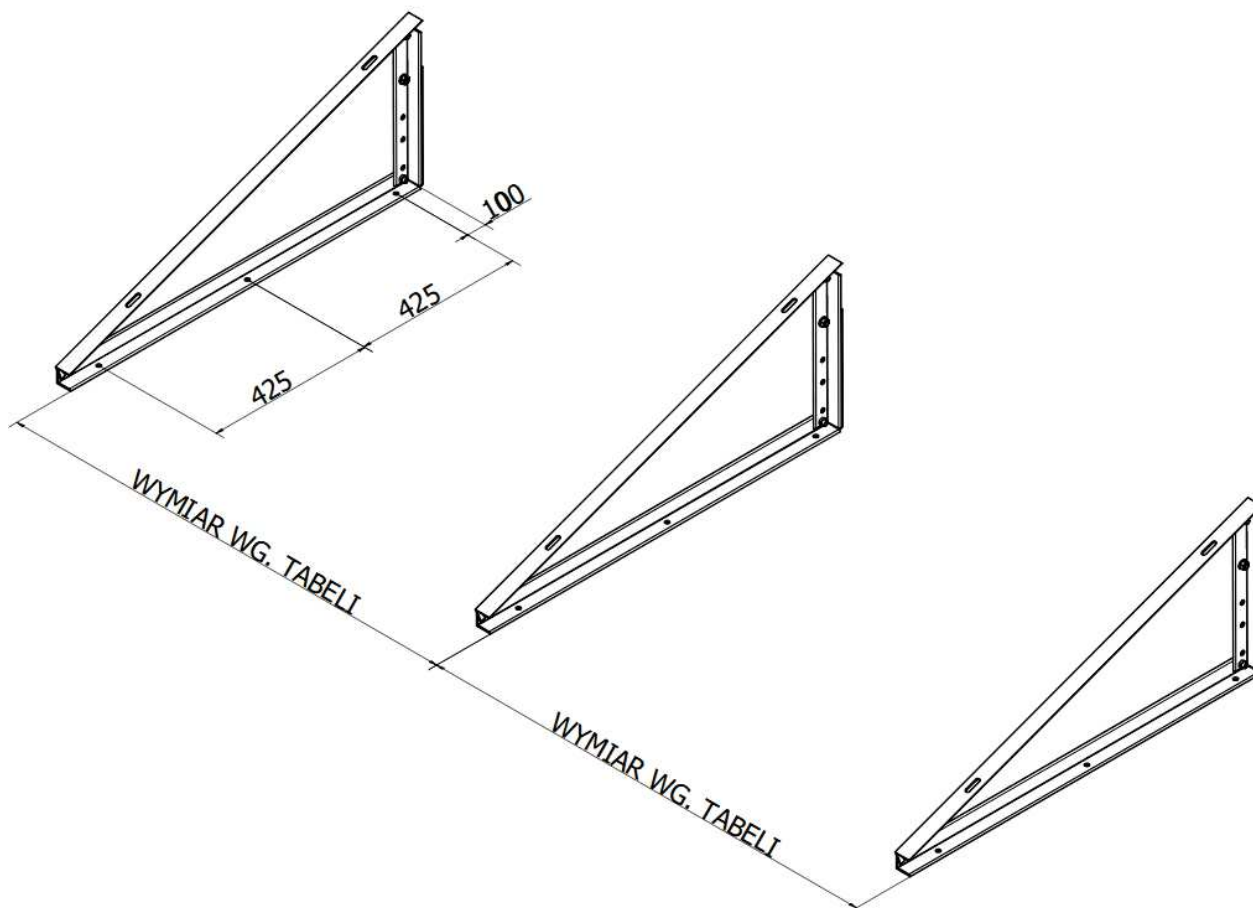
RYS. 1 Strefa wolna dla konstrukcji na dachu

2. Wymiar jednego rzędu modułów można wyliczyć zgodnie ze wzorem:  
**DŁUGOŚĆ RZĘDU = ILOŚĆ MODUŁÓW W RZĘDZIE \* (DŁ. MODUŁU+ 20mm ) + 60mm**



RYS. 2 Długość rzędu konstrukcji

3. Rozstaw pomiędzy poszczególnymi trójkątami jest uzależniony od kąta pochylenia konstrukcji. Podane wymiary są wymiarami maksymalnymi w Tabeli 1 i Tabeli 2.



RYS. 3 Rozstaw trójkątów

Dla modułów do długości 1780mm.

Kąt	K-01
15°	1,5 [m]
20°	1,5 [m]
25°	1,3 [m]
30°	1,3 [m]

Tabela 1.

Dla modułów do długości 2384mm.

Kąt	K-01
15°	1,3 [m]
20°	1,3 [m]
25°	1,2 [m]
30°	1,1 [m]

Tabela 2.

4. Rozmieszczając kolejne rzędy trójkątów należy pamiętać, żeby poprzedzający rząd modułów nie rzucał cienia na kolejny. Do wyliczenia odległości pomiędzy rzędami służy kalkulator długości cienia na wycenie.

## KALKULATOR ZACIENIENIA OBLICZ MINIMALNY ODSTĘP MIĘDZY MODUŁAMI FOTOWOLTAICZNYMI

WYPEŁNIJ PONIŻSZE POLA:

Wysokość kolektora L (mm)

szerokość modułu

Kąt nachylenia kolektora  $\beta$

Szerokość geograficzna północna lokalizacji (°)

SCHEMAT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

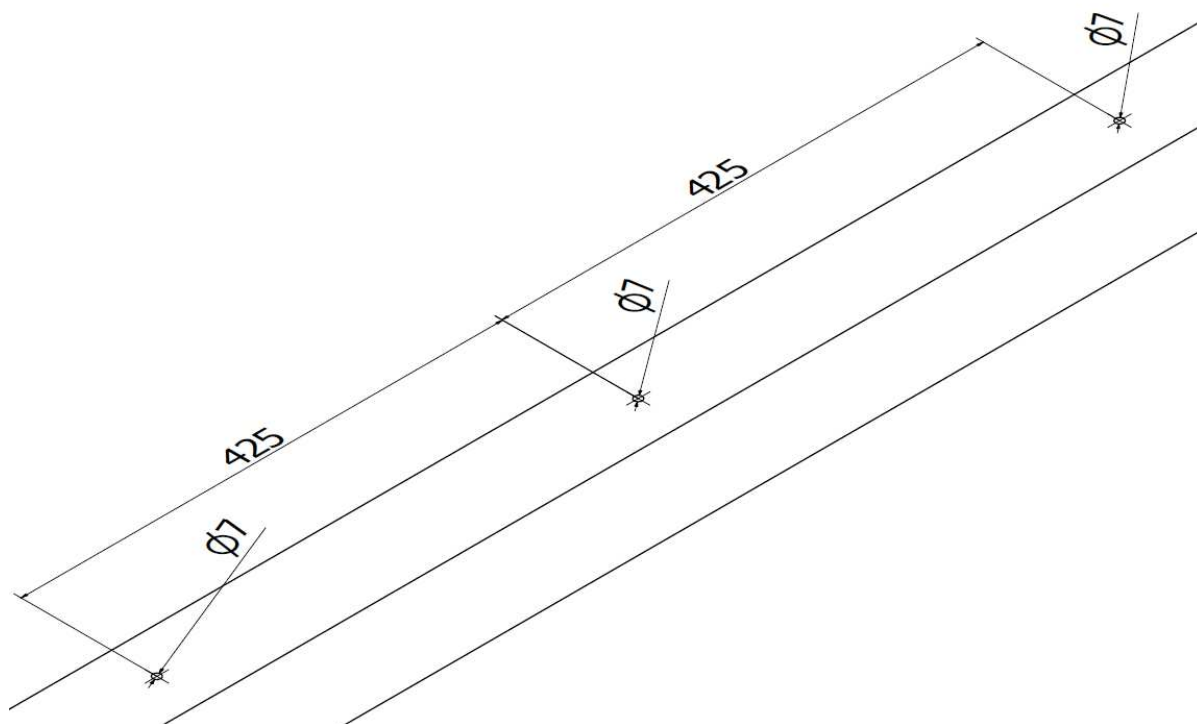
Minimalny odstęp między modułami fotowoltaicznymi D: NaN mm

RYS. 4 Wyliczenie odległości pomiędzy poszczególnymi rzędami

5. Zalecamy montować trójkąty w trzech punktach montażowych, jednak w pewnych warunkach dopuszcza się montaż tylko w dwóch po uprzednim kontakcie z działem technicznym producenta konstrukcji. Sposoby zakotwienia trójkątów uwarunkowane są od konstrukcji dachu:

a. **Krokwie drewniane - śruba dwugwintowa (K-17)**

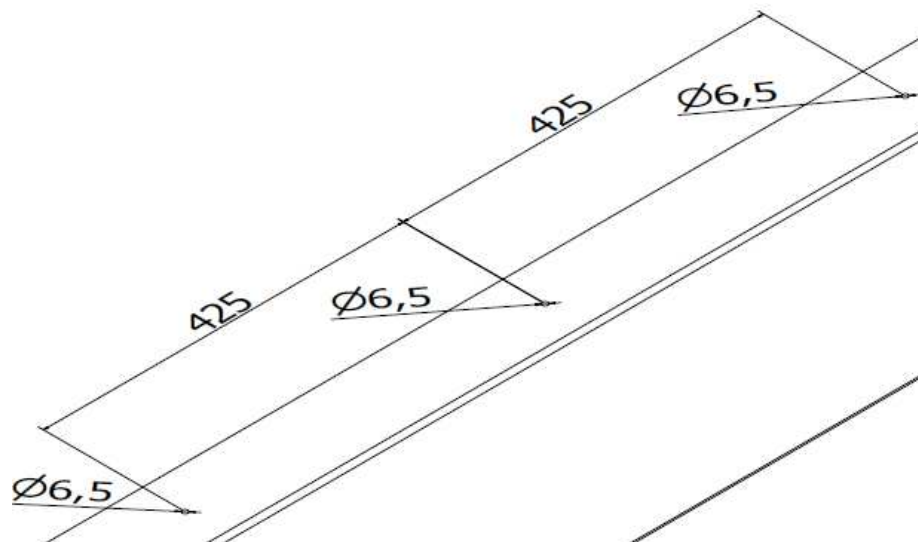
Należy zlokalizować miejsca występowania krokwi pod poszyciem dachu gdzie mają zostać zakotwione śruby dwugwintowe (K-17). Następnie należy wykonać prostopadle do powierzchni dachu otwory wiertłem  $\varnothing 7\text{mm}$ , zgodnie z występowaniem otworów w podstawie trójkąta – rys.5. Jeżeli na poszyciu dachu znajduje się blacha należy usunąć wszelkie zadziory przy użyciu wiertła stożkowego  $\varnothing 12\text{mm}$ .



RYS. 5 Rozstaw otwór w krokwi drewnianej

**b. Krokwie stalowe - śruba dwugwintowa (K-43)**

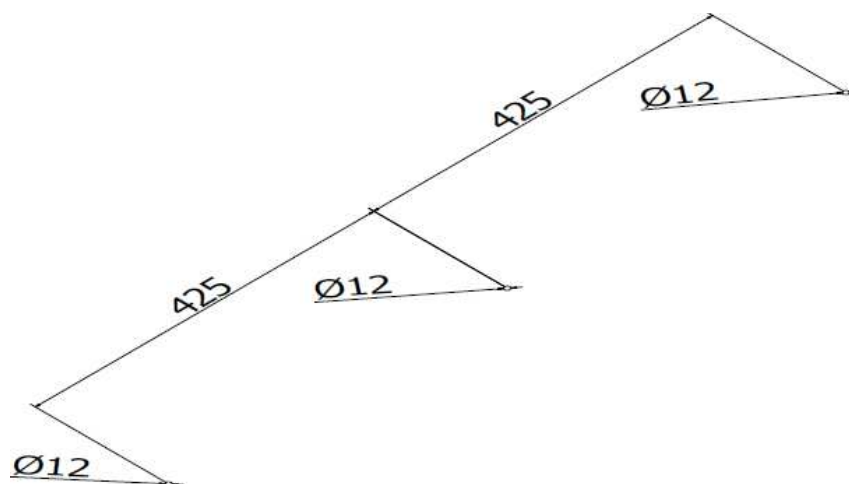
Należy zlokalizować miejsca występowania krokwi pod poszyciem dachu w miejscach gdzie mają zostać zakotwione śruby dwugwintowe(K-43). Następnie wykonać otwory wiertłem  $\varnothing 6,5$ mm zgodnie z występowaniem otworów w podstawie trójkąta – rys.6. Jeżeli na poszyciu dachu znajduje się blacha należy usunąć wszelkie zadziory przy użyciu wiertła stożkowego  $\varnothing 12$ mm.



RYS. 6 Rozstaw otwór w krokwi stalowej

**c. Dach betonowy – kotwa chemiczna (K-65 z K-68)**

Należy wykonać otwory wiertłem do betonu  $\varnothing 12$ mm **na minimalną głębokość 70mm** zgodnie z występowaniem otworów w podstawie trójkąta – rys.7 i założonym układem instalacji na powierzchni dachu.



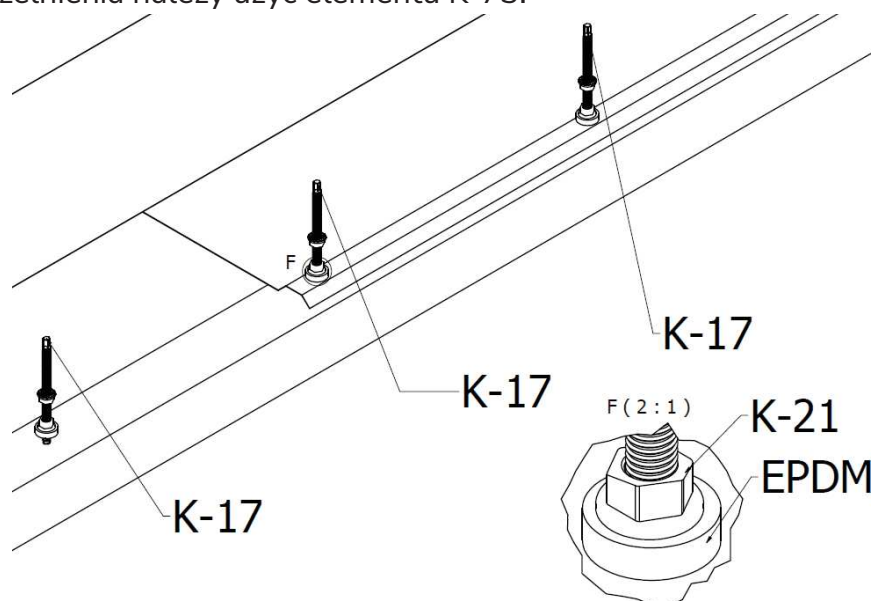
RYS. 7 Rozstaw otwór na dachu betonowym



6. Kolejno do tak przygotowanych otworów należy wkręcić:

a. **Śrubę dwugwintową do krokwi drewnianych (K-17).**

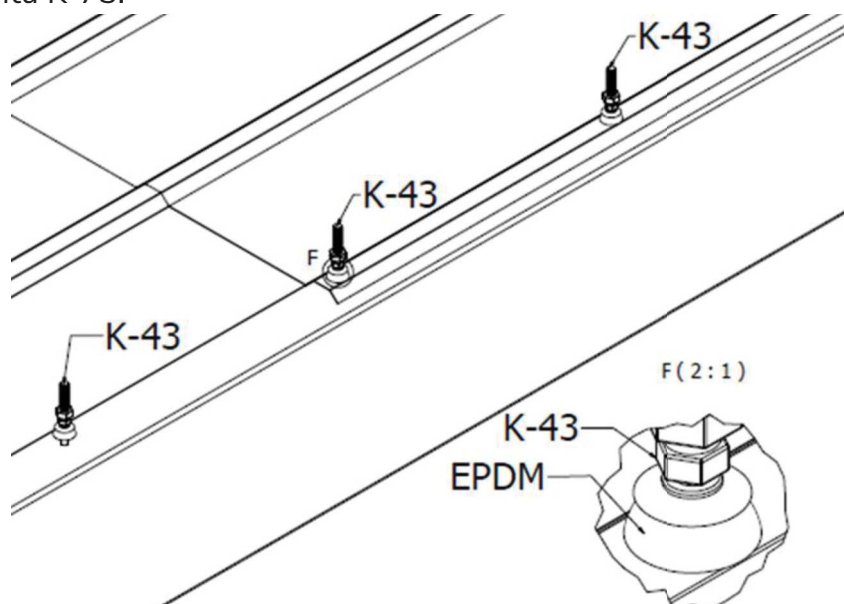
Do każdego otworu należy dokręcić uszczelkę EPDM przy użyciu elementu K-21, tak by uszczelniła powstały otwór. W razie potrzeby dodatkowego uszczelnienia należy użyć elementu K-73.



RYS. 8 Montaż śrub dwu gwintowych K-17

b. **Śrubę dwugwintową do krokwi stalowych (K-43).**

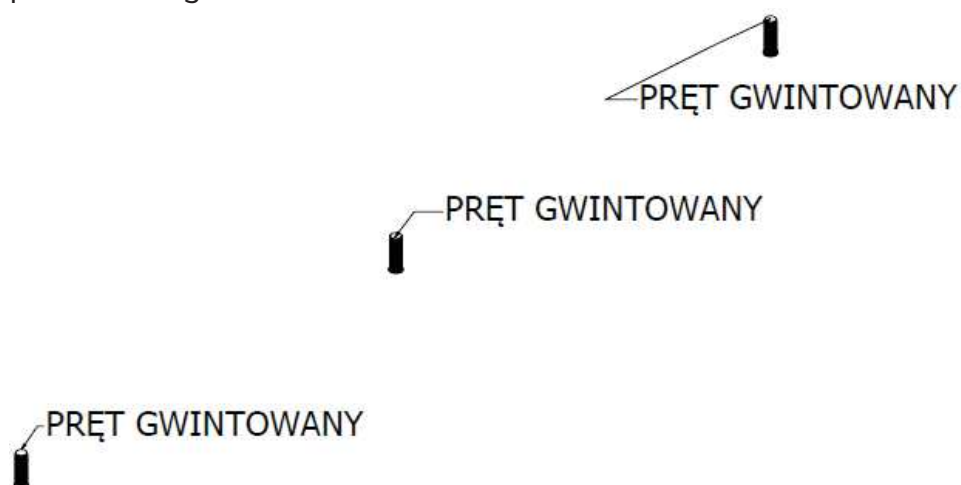
Do każdego otworu należy dokręcić uszczelkę EPDM przy użyciu elementu K-43, tak by uszczelniła powstały otwór. W razie potrzeby dodatkowego uszczelnienia należy użyć elementu K-73.



RYS. 9 Montaż śrub dwugwintowych K-43

c. **Pręt gwintowany do kotwy chemicznej (K-65 z K-68).**

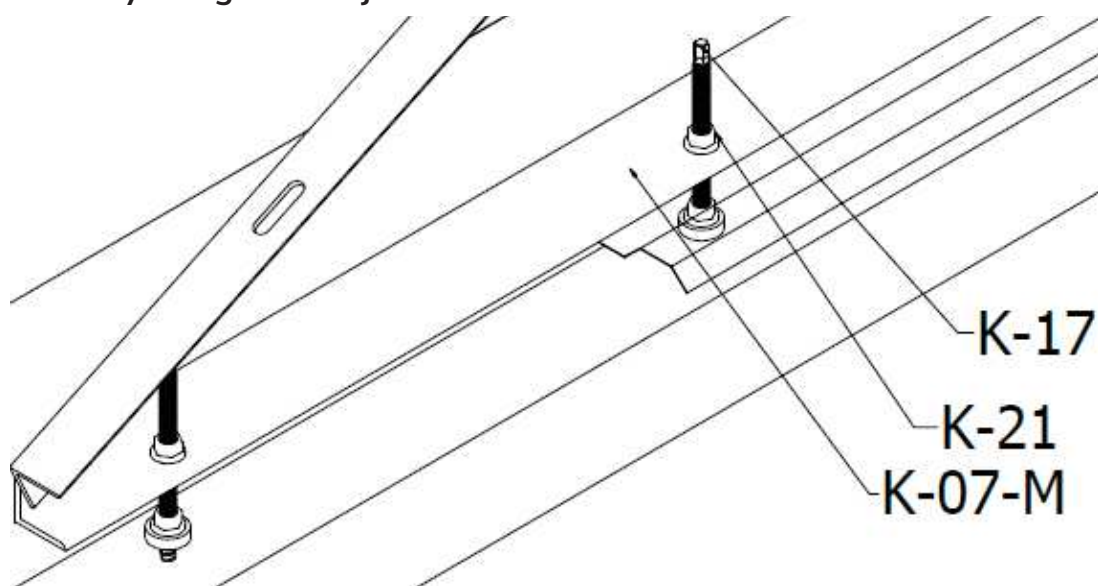
Każdy otworu należy przeczyszczyć sprężonym powietrzem, aby usunąć zalegający pył. Następnie należy zaaplikować w otworze kotwę chemiczną na  $\frac{3}{4}$  jego głębokości. W tak przygotowany materiał wkręcając docięty pręt gwintowany (**K-68**) by usunąć powietrze z gwintu.



RYS. 10 Montaż prętów gwintowanych K-68

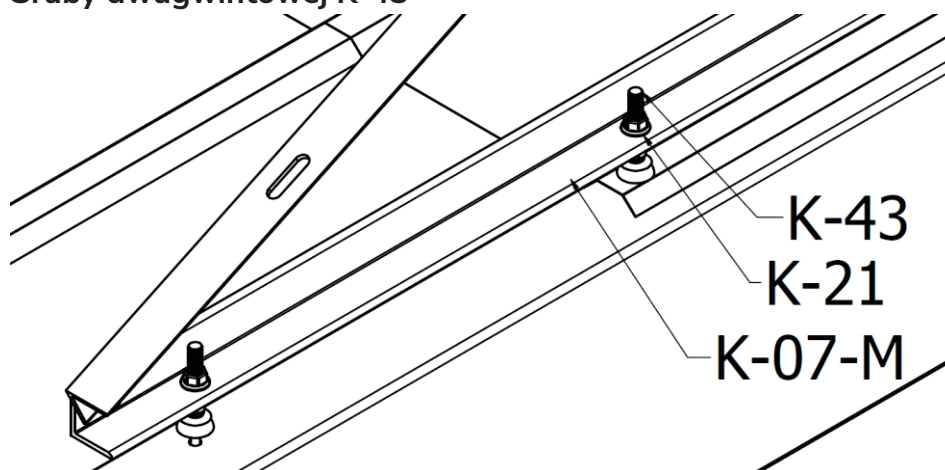
7. Kolejno na zakotwione śruby dwugwintowe można założyć trójkąty i przykręcić je nakrętką K-21 do:

a. **Śruby dwugwintowej K-17**



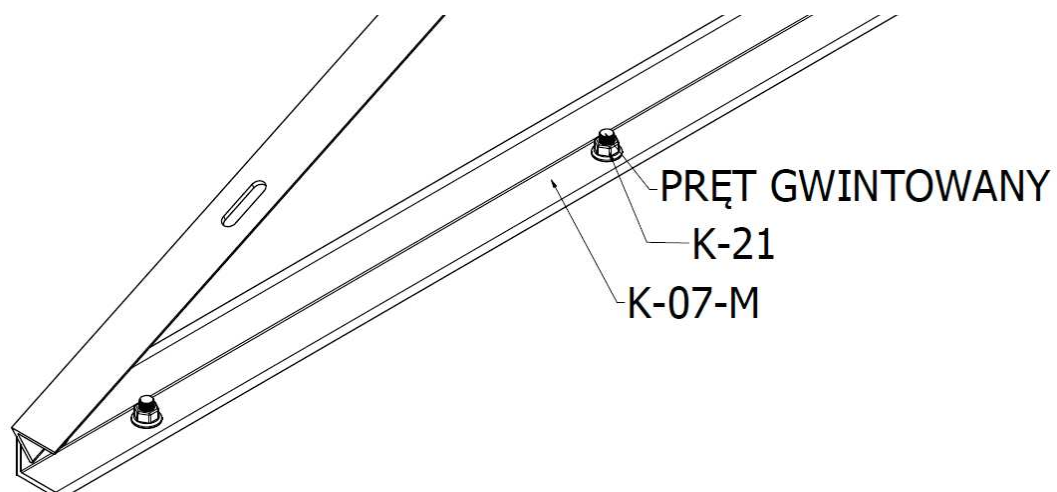
RYS. 11 Montaż trójkątów do śruby dwugwintowej K-17

b. Śruby dwugwintowej K-43



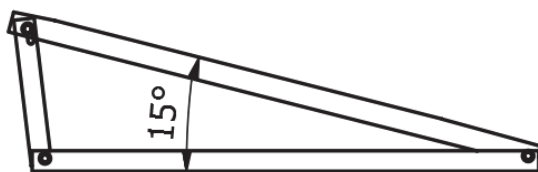
RYS. 12 Montaż trójkątów do śruby dwugwintowej K-43

c. Pręta gwintowanego

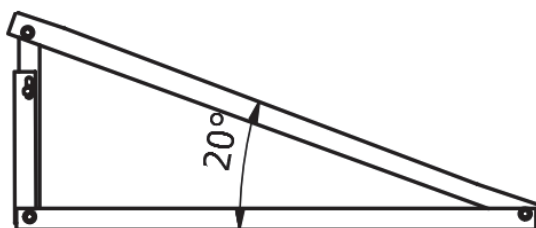


RYS. 13 Montaż trójkątów do pręta gwintowanego K-68

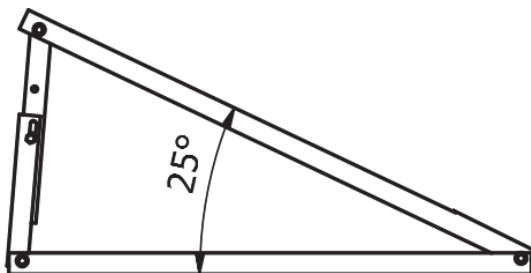
8. Po przykręceniu trójkątów można przejść do opcjonalnego ustawienia kąta nachylenia rys. 14-18.



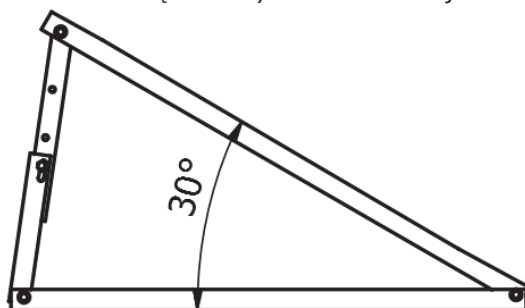
RYS. 14 Ustawienie kąta nachylenia konstrukcji na 15°



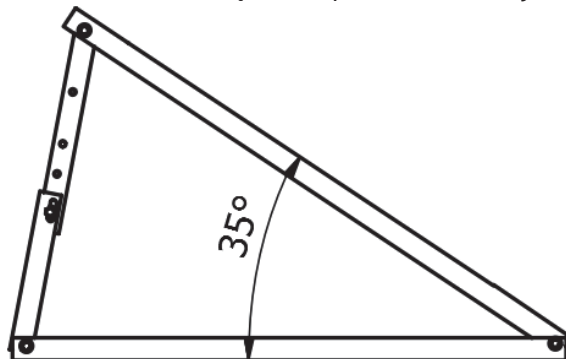
RYS. 15 Ustawienie kąta nachylenia konstrukcji na 20°



RYS. 16 Ustawienie kąta nachylenia konstrukcji na 25°

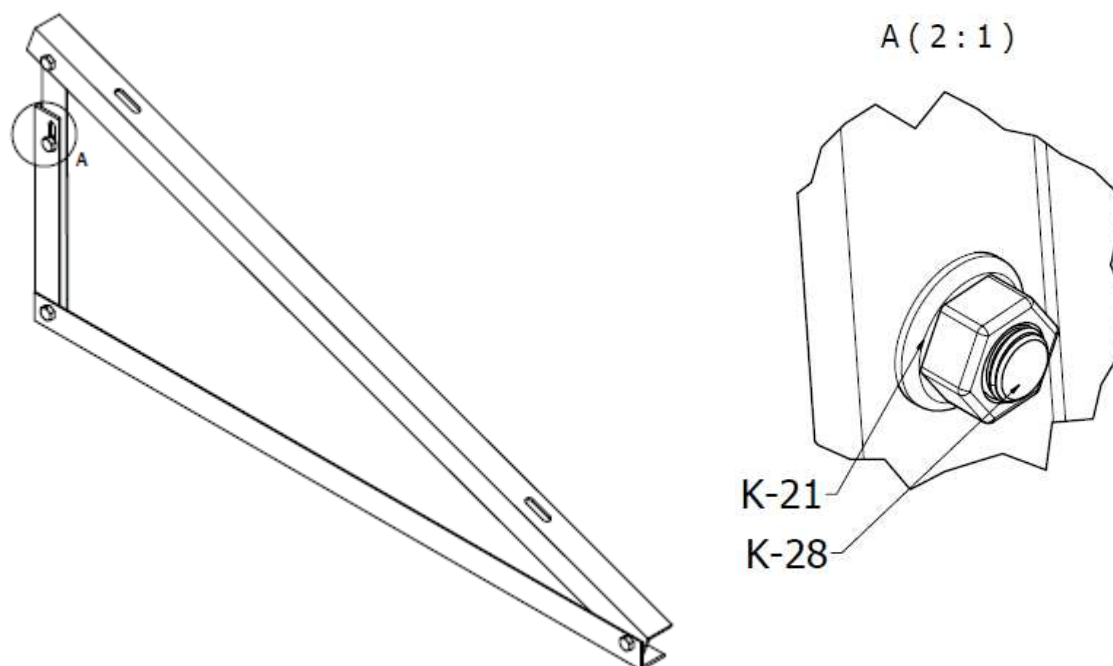


RYS. 17 Ustawienie kąta nachylenia konstrukcji na 30°



RYS. 18 Ustawienie kąta nachylenia konstrukcji na 35°

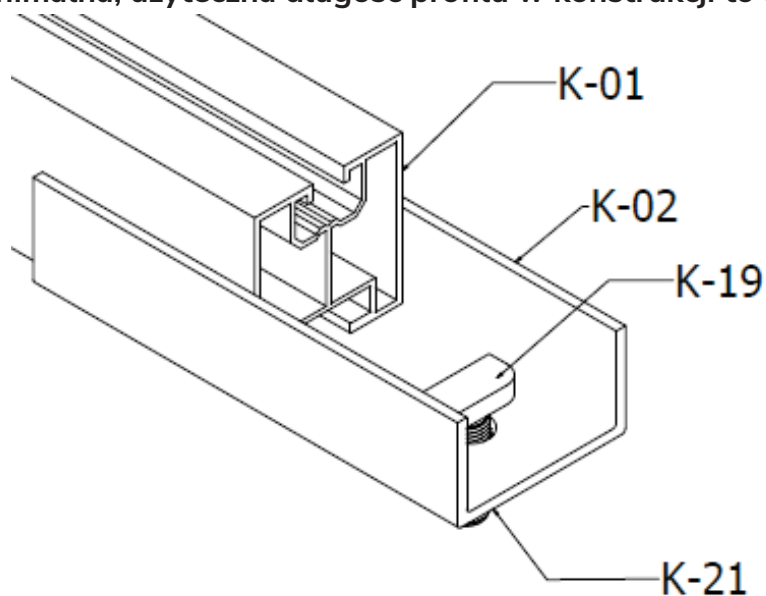
9. Ustawiony kąt należy skrócić przy użyciu śruby K-28 i nakrętki K-21.



RYS. 19 Ustawienie kąta nachylenia konstrukcji

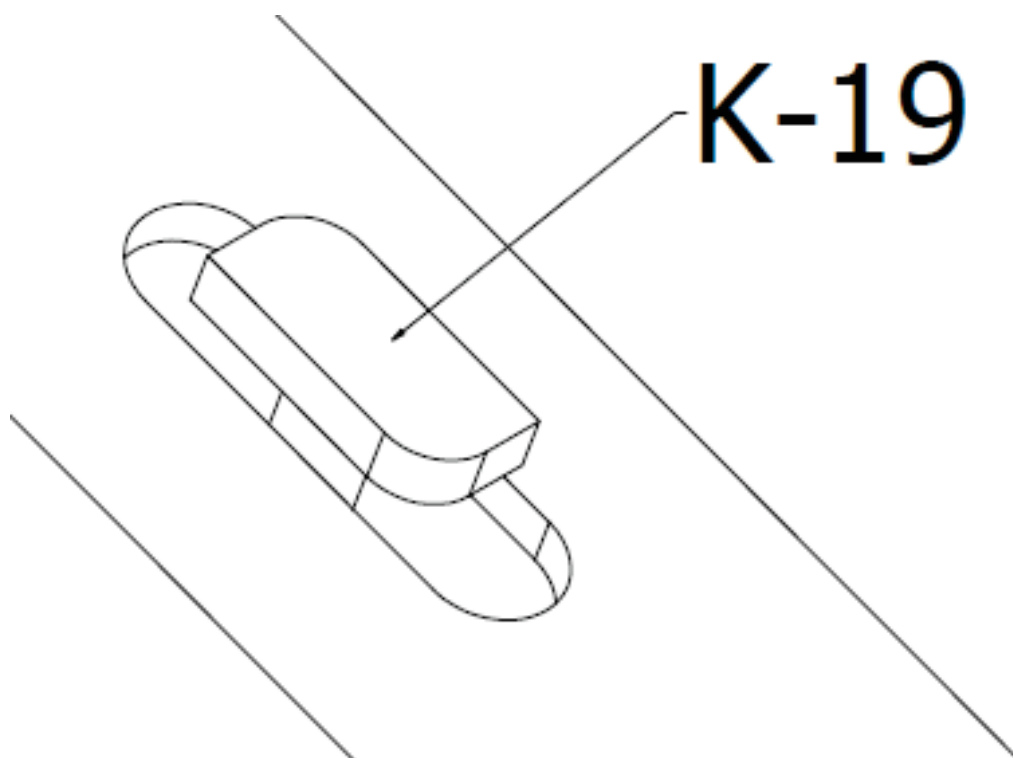
10. Po zamontowaniu trójkątów, przygotuj profile montażowe łącząc je na odpowiednią długość za pomocą łączników K-02 nakładając je na końce dwóch przyległych do siebie profili. Łącznik skręć przy użyciu dwóch śrub „T-owych” K-19 rys. 20. Profile można obcinać na wymaganą długość.

**UWAGA Minimalna, użyteczna długość profilu w konstrukcji to 500mm.**

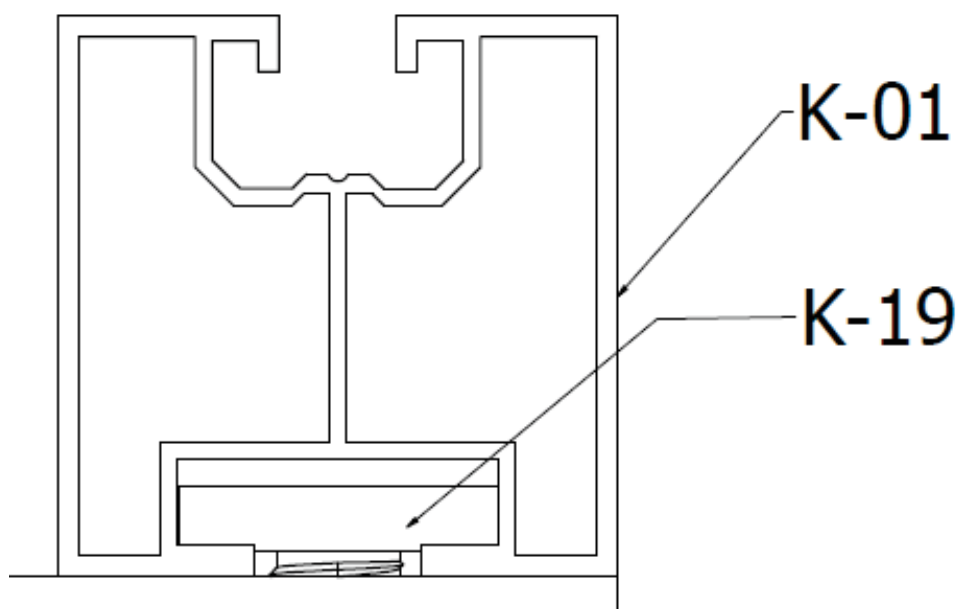


RYS. 20 Montaż łącznika K-02 z profilem K-01

- 11.** Przygotowane profile należy przymocować do zamontowanych trójkątów przy użyciu śrub „T-owych”. Łby śrub muszą się znaleźć w specjalnie przystosowanym do tego kanale, przez otwory typu „fasola” w trójkątach.

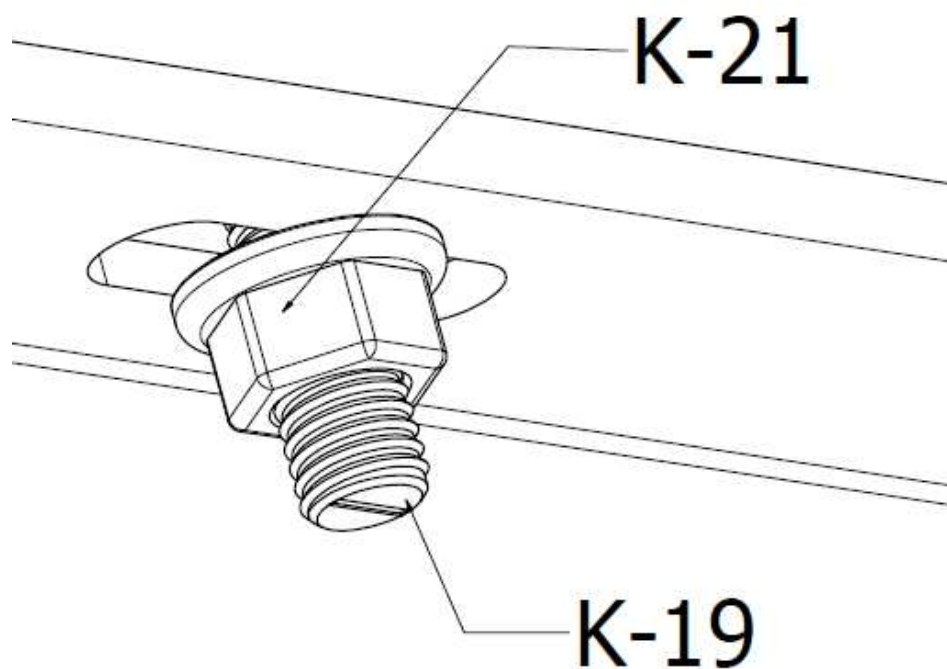


RYS. 21 Montaż śrub „T-owych”



RYS. 22 Montaż profili K-01

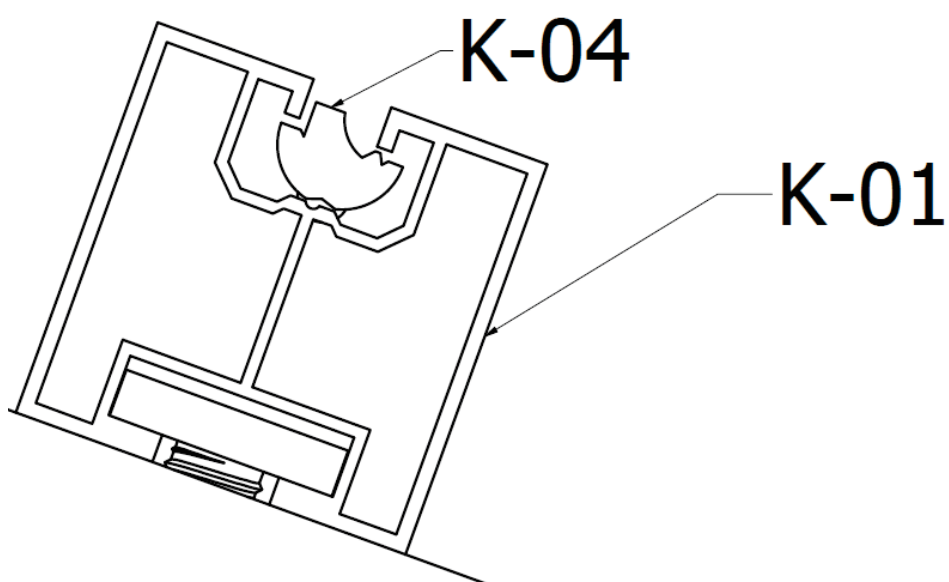
**12.** Na wystające gwinty ze śrub K-19 należy nakręcić nakrętki K-21.



RYS. 23 Montaż śrub „T-owych”

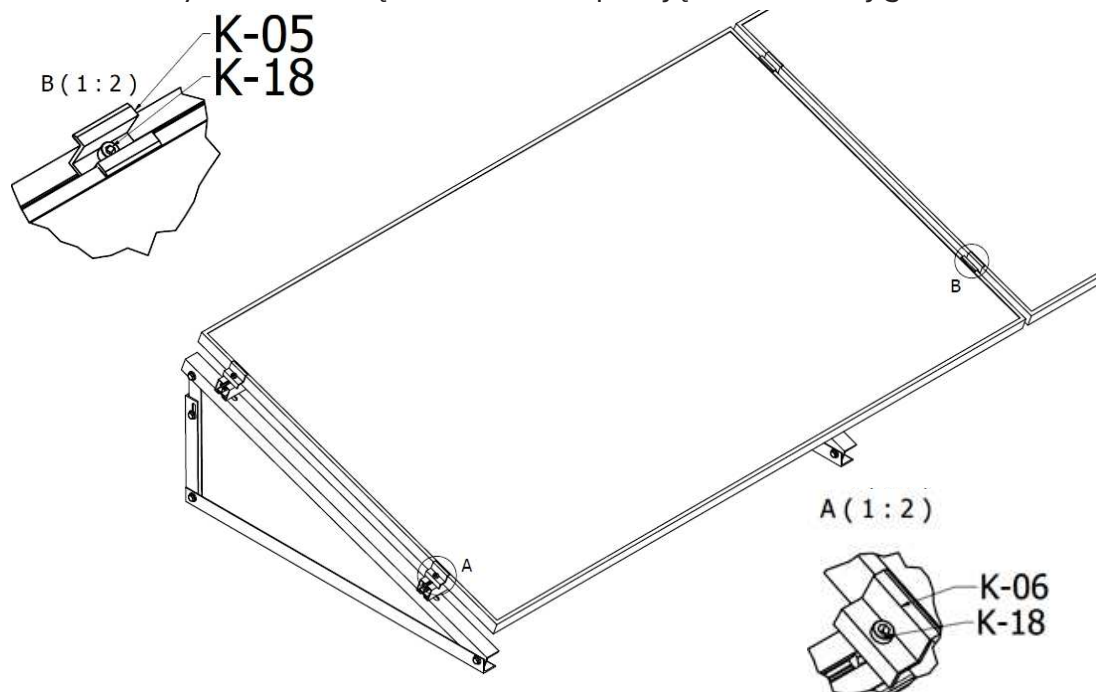
**13.** Należy tak przygotowaną konstrukcję skrócić przy użyciu momentu 30Nm.

**14.** Do tak przygotowanej konstrukcji można zamontować wpust K-04, w specjalnie do tego przygotowanych kanale. Można go zamontować w każdym dowolnie wybranym miejscu.



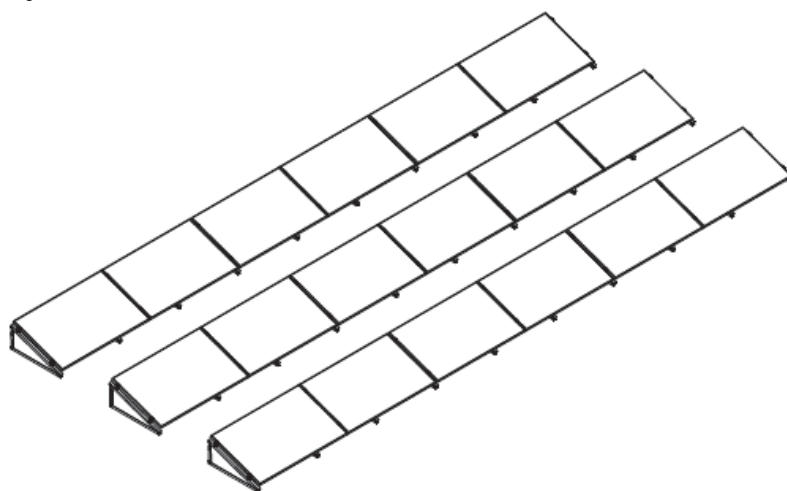
RYS. 24 Montaż wpustu K-04 do profili K-01

- 15.**Następnie włożyć klemy końcowe K-06 do pierwszej belki ze śrubami imbusowymi K-18. Pierwszą z brzegu oraz ostatnią zawsze będzie kłema końcowa, stabilizująca krawędź pierwszego i ostatniego rzędu modułów. Z kolei klemy środkowe, będą jednocześnie stabilizować boki dwóch modułów. Prawidłowo dobrana kłema skrajna będzie mieć wysokość równą grubości modułu, śruby imbusowe będą o 10mm krótsze od grubości modułu, klemy środkowe są uniwersalne i pasują do dowolnej grubości modułu.



RYS. 25 Montaż modułów i montaż kłem K-05 i K-06

- 16.**Klemy należy dokręcać z momentem 18Nm.



RYS. 26 Widok złożonej konstrukcji z modułami





# **WYTYCZNE MONTAŻU**

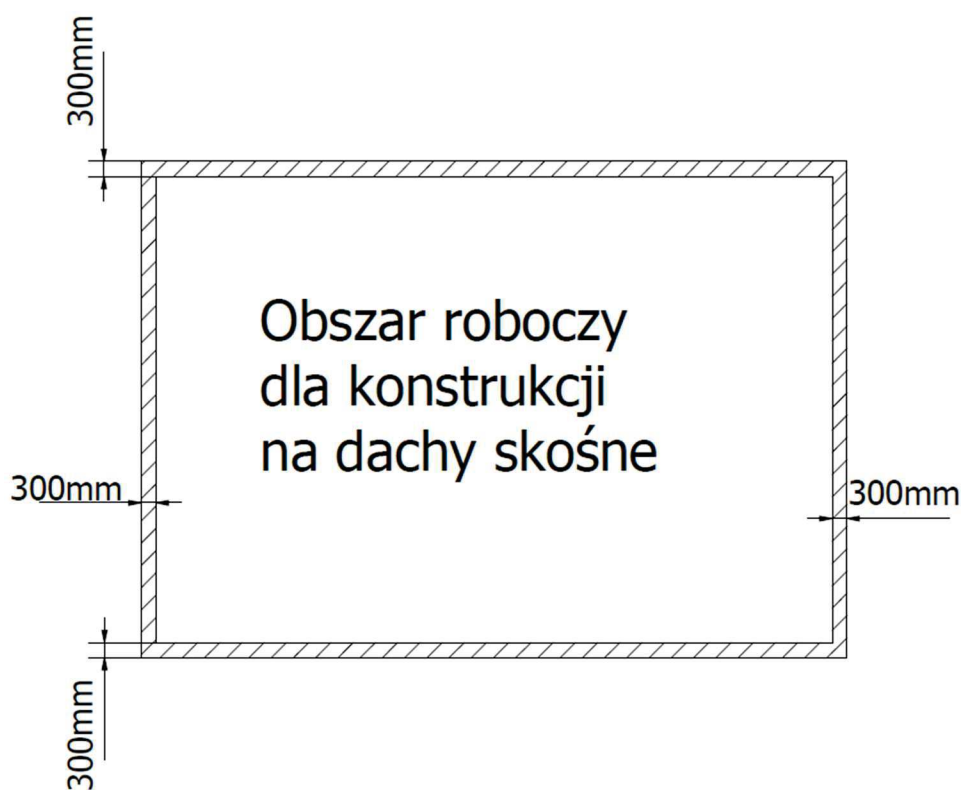
## **DLA KONSTRUKCJI**

Przed montażem konstrukcji fotowoltaicznych wyprodukowanych przez firmę KENO należy zapoznać się wytycznymi zawartymi w tym dokumencie oraz bezwzględnie ich przestrzegać podczas montażu. Konstrukcje zostały zaprojektowane oraz certyfikowane zgodnie z poniższymi normami :

- EN-1990,
- EN-1991-1-3,
- EN 1991-1-4,
- EN 1991-1-5,
- EN 1993-1-1,
- EN 1993-1-3,
- EN 1993-1-4,
- EN 1993-1-8,
- EN 1999-1-1,

W zależności od rodzaju konstrukcji, w punktach zapisano wymagania dotyczące ich montażu.

1. Strefy bezpieczne, konieczne do zachowania na dachu skośnym (konstrukcja montowana równolegle do poszycia dachu) **wynoszą minimum 300mm od każdej krawędzi dachu – rys.1 oraz tabela 1.**

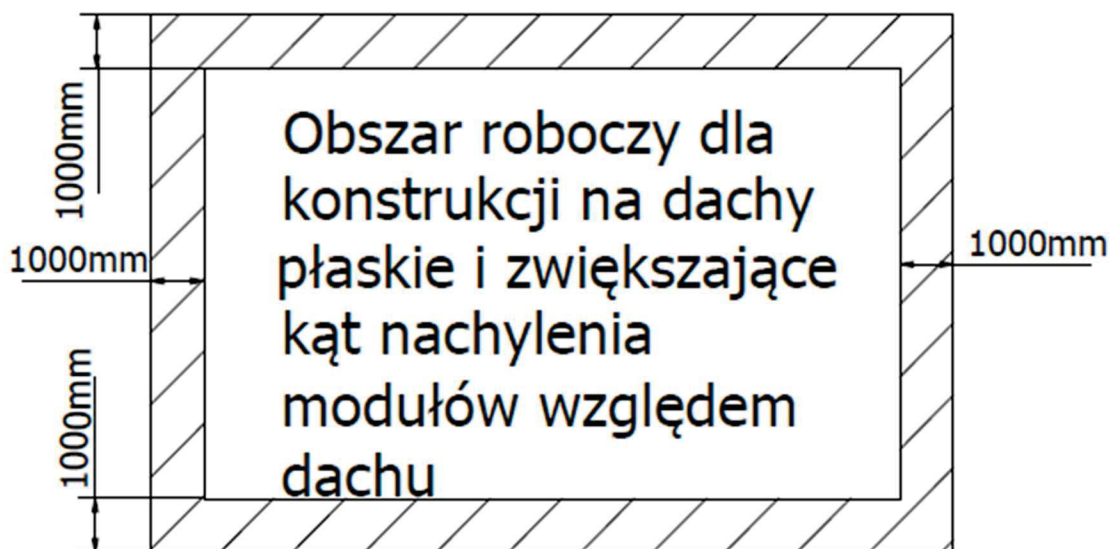


Rys. 1 Wyznaczone na powierzchni roboczej dachu minimalne odstępów od jego krawędzi dla konstrukcji na dachy skośne

Tabela 1 Rodzaje konstrukcji z wymaganą strefą bezpieczną min. 300mm

Rodzaje konstrukcji z wymaganą strefą bezpieczną min. 300mm
Dach skośny kryty dachówką
Konstrukcja na dach kryty blachą
Dach skośny kryty blachą papą
Dach skośny kryty blachą z rąbkiem blaszanym
Konstrukcja mostki trapezowe
Konstrukcja mostki na blachodachówkę
Konstrukcja z uchwytem trapezowym
Konstrukcja zgrzewana równolegle do membrany

2. Strefy bezpieczne, konieczne do zachowania na dachach płaskich oraz skośnych, gdzie zamontowano konstrukcję zwiększającą kąt nachylenia modułów fotowoltaicznych względem powierzchni dachu, wynoszą **minimum 1000mm** od każdej krawędzi dachu – rys.2 oraz tabela 2.



Rys. 2 Wyznaczone na powierzchni roboczej dachu minimalne odstępy od jego krawędzi dla konstrukcji na dachy płaskie oraz skośne zwiększające kąt nachylenia modułów fotowoltaicznych względem powierzchni dachu

Tabela 2 Rodzaje konstrukcji z wymaganą strefą bezpieczną min. 1000mm

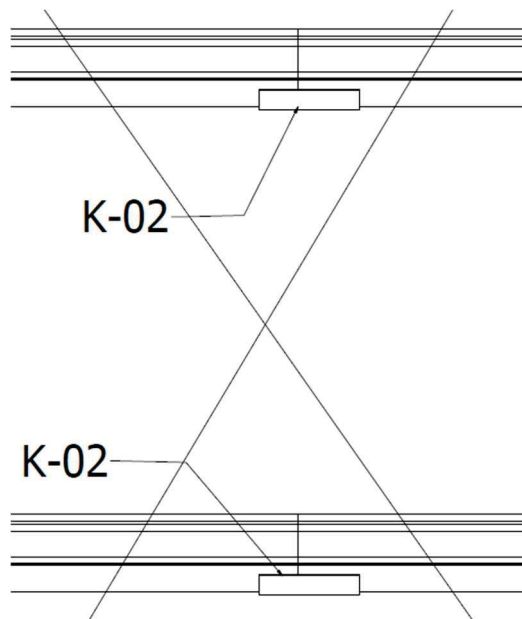
<b>Rodzaje konstrukcji z wymaganą strefą bezpieczną min. 1000mm</b>
Konstrukcja balastowa na dach płaski
Konstrukcja balastowa z uchwytyami na dach płaski - południe
Konstrukcja balastowa na membranę - południe - uchwyt aluminiowy
Konstrukcja balastowa z uchwytyami na dach płaski (montaż długi bok) - południe
Konstrukcja balastowa z uchwytyami na dach płaski – wschód-zachód
Konstrukcja balastowa na membranę – wschód-zachód - uchwyt aluminiowy
Konstrukcja balastowa z uchwytyami na dach płaski (montaż długi bok – wschód-zachód
Konstrukcja na dach płaski
Konstrukcja na dach płaski bifacial
Konstrukcja na płytę warstwową z szynami poprzecznymi
Konstrukcja na płytę warstwową z szynami wzdłużnymi - południe
Konstrukcja na płytę warstwową z szynami wzdłużnymi – wschód-zachód
Konstrukcja zgrzewana z trójkątami montażowymi
Konstrukcja zgrzewana z szynami montażowymi
Konstrukcja zgrzewana z szynami montażowymi – wschód-zachód

3. Minimalne grubości poszyć dachowych wykonanych z blachy dla konstrukcji montowanych za pomocą blachowkrętów K-20:

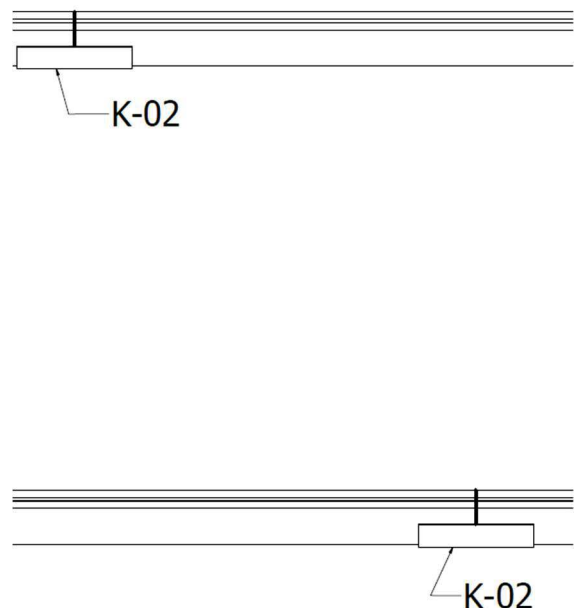
- Blacha stalowa **0,4 mm**,
- Blacha aluminiowa **0,5 mm**,

4. Łączenie odcinków profili:

- Minimalna długość profilu jaki uznaje się za użyteczny celem przedłużenia danego ciągu to **500mm**,
- Każdy odcinek profilu musi być podparty w minimum dwóch punktach montażowych, w przypadku braku możliwości podparcia w dwóch punktach, przedłużenie nie może występować w punktach skrajnych – należy je umieścić w środku danego ciągu profilu,
- Zabrania się stosowania łączników w jednej linii pary profili na których mocowany jest moduł lub ciąg modułów, łączniki należy stosować naprzemiennie – rys.3-4

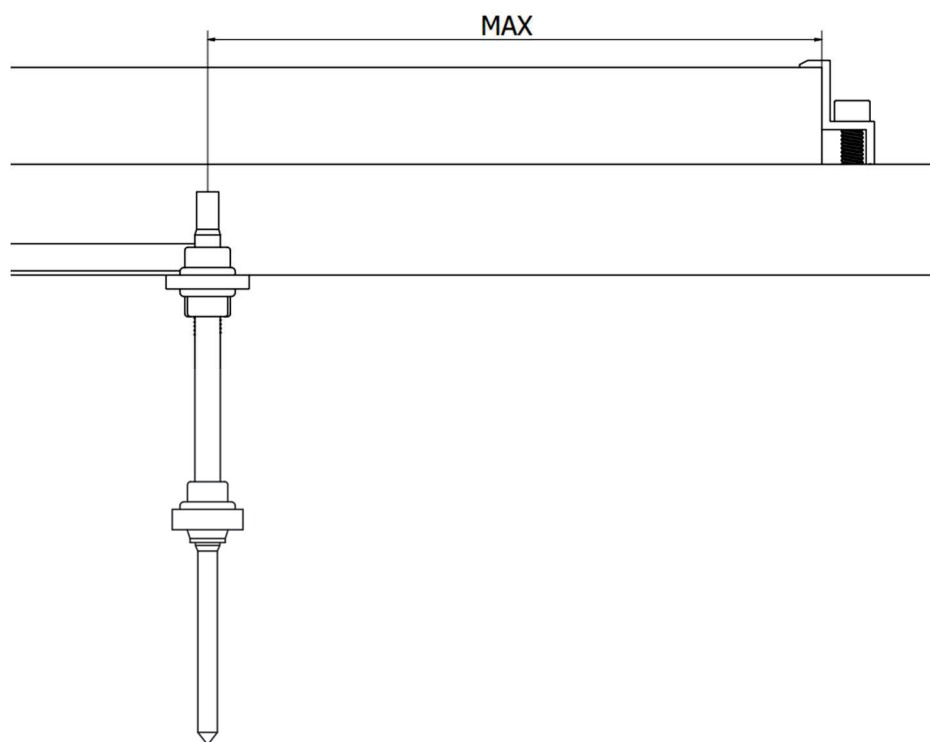


Rys. 3 Nieprawidłowy montaż łączników w parze profili nośnych



Rys. 4 Prawidłowy montaż łączników w parze profili nośnych

5. Maksymalna długość modułu wystającego poza skrajny punkt mocowania – rys.5 oraz tabela 3.



*Rys. 5 Oznaczona przykładowa maksymalna długość wystającego modułu poza skrajny punkt montażowy - wymiary podano w tabeli 3*

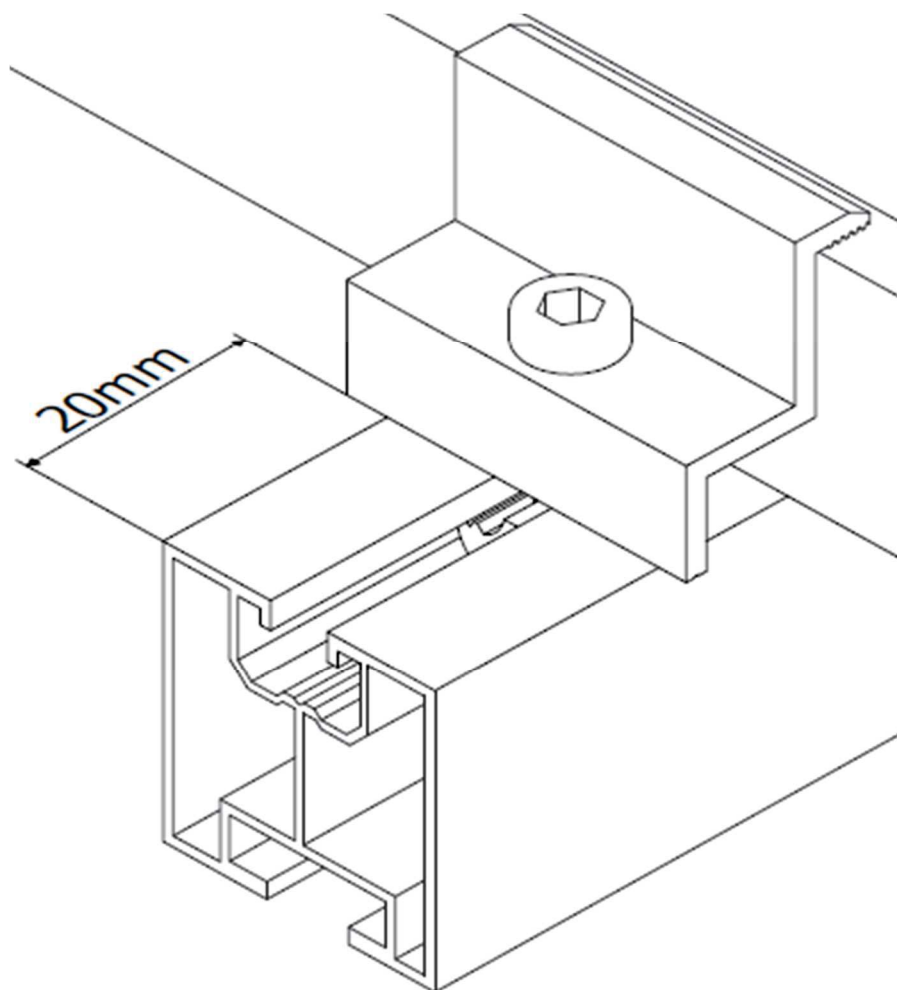
Tabela 3 Maksymalne wartości wystającego modułu poza skrajny punkt montażowy

Rodzaj konstrukcji	Max. wymiar [mm]
Konstrukcja balastowa na dach płaski	500
Konstrukcja na dach płaski dla K-07-M	500
Konstrukcja na dach płaski dla K-07-S	300
Dach skośny kryty dachówką	300
Konstrukcja na dach kryty blachą	300
Dach skośny kryty blachą papą	300
Dach skośny kryty blachą z rąbkem blaszanym	300
Konstrukcja z uchwytem trapezowym	300
Konstrukcja wolnostojąca na grunt 1 PION	500
Konstrukcja wolnostojąca na grunt 2 POZIOM	500
Konstrukcja wolnostojąca dwuramienna regulowana 2 PIONOWO	500
Konstrukcja wolnostojąca dwuramienna regulowana z profilem wzmocnionym 2 PION	500
Konstrukcja wolnostojąca dwuramienna regulowana 3 POZIOMO	500
Konstrukcja wolnostojąca dwupodporowa 2 PIONOWO	500
Konstrukcja wolnostojąca dwupodporowa 4 POZIOMO	500
Konstrukcja zgrzewana z trójkątami montażowymi K-07-M	500
Konstrukcja zgrzewana z trójkątami montażowymi K-07-S	300
Konstrukcja zgrzewana równolegle do membrany	300



## 6. Poprawny montaż klemy końcowej do modułu:

Należy zachować odstęp minimum 20mm (rys.6) od krawędzi profilu do początku klemy końcowej (nie dotyczy konstrukcji do modułów bifacialnych). W trakcie montażu należy zwrócić szczególną uwagę, by podstawa klemy przylegała całą płaszczyzną do profilu montażowego (wysokość klemy końcowej zawsze musi być równa grubości ramy modułu, a śruba montażowa w zależności od typu konstrukcji o 10 lub 5 mm krótsza – patrz instrukcja montażu danej konstrukcji)



*Rys. 6 Minimalna długość profilu wystającego poza krawędź klemy końcowej*

7. Lokalizacje w jakich można stosować konstrukcje zgodnie z instrukcją montażu bez konieczności kontaktu ze specjalistą:

Konstrukcja	Strefa Wiatrowa	do m.n.p.n	Strefa Obciążenia śniegiem	do m.n.p.n
Konstrukcja balastowa na dach płaski	I	610	I	428
			II	cała strefa
	II	cała strefa	III	366
	III	675	IV	cała strefa
Konstrukcja balastowa na membranę - południe - uchwyt aluminiowy	I	603	I	371
	II	cała strefa	II	cała strefa
	III	670	III	300
Konstrukcja balastowa na membranę – wschód zachód - uchwyt aluminiowy	I	603	I	371
	II	cała strefa	II	cała strefa
	III	670	III	300
Konstrukcja na dach płaski K-07-M	I	607	I	435
			II	cała strefa
	II	cała strefa	III	347
	III	675	IV	cała strefa
Konstrukcja na dach płaski K-07-S	I	300	I	371
	II	cała strefa	II	cała strefa
	III	315	III	300
Konstrukcja na dach płaski bifacial	I	607	I	435
			II	cała strefa
	II	cała strefa	III	347
	III	675	IV	cała strefa
Konstrukcja na płytę warstwową z szynami poprzecznymi	I	603	I	429
			II	cała strefa
	II	cała strefa	III	367
	III	670	IV	cała strefa
Konstrukcja na płytę warstwową z szynami wzdużnymi - południe	I	603	I	429
			II	cała strefa
	II	cała strefa	III	367
	III	670	IV	cała strefa
Konstrukcja zgrzewana z trójkątami montażowymi	I	610	I	428
			II	cała strefa
	II	cała strefa	III	366
	III	675	IV	cała strefa
Konstrukcja zgrzewana równolegle do membrany	I	610	I	428
			II	cała strefa
	II	cała strefa	III	366
	III	675	IV	cała strefa
Konstrukcja zgrzewana z szynami montażowymi	I	603	I	429
			II	cała strefa
	II	cała strefa	III	367
	III	670	IV	cała strefa
Konstrukcja zgrzewana z szynami montażowymi – wschód zachód	I	603	I	429
			II	cała strefa
	II	cała strefa	III	367
	III	670	IV	cała strefa

Konstrukcja	Strefa Wiatrowa	do m.n.p.n	Strefa Obciążenia śniegiem	do m.n.p.n
Dach skośny kryty dachówką K-12, K-12 Strong	I i III	300	I	300
Dach skośny kryty dachówką K-64	I	672	I	440
			II	cała strefa
	II	cała strefa	III	429
			IV	cała strefa
Konstrukcja na dach kryty blachą	I	607	V	367
			I	429
	II	cała strefa	II	cała strefa
			III	367
Dach skośny kryty blachą z rąbkim blaszanym	I	672	IV	cała strefa
			I	440
	II	cała strefa	II	cała strefa
			III	424
Konstrukcja mostki trapezowe K-14N	I	884	IV	cała strefa
			V	1000
	II	cała strefa	I	707
			II	cała strefa
Konstrukcja mostki trapezowe K-14	I	603	III	692
			IV	cała strefa
	II	cała strefa	V	1000
			I	443
Konstrukcja mostki na blachodachówkę	I	603	II	cała strefa
			III	383
	II	cała strefa	IV	cała strefa
			V	450
Konstrukcja z uchwytem trapezowym	I	300	I	478
			II	cała strefa
	III	315	III	300
			IV	cała strefa

Konstrukcja	Strefa Wiatrowa	do m.n.p.n	Strefa Obciążenia śniegiem	do m.n.p.n
Konstrukcja wolnostojąca na grunt 1 PION	I	607	I	429
			II	cała strefa
	II	cała strefa	III	367
	III	675	IV	cała strefa
Konstrukcja wolnostojąca na grunt 2 POZIOM	I	607	I	429
			II	cała strefa
	II	cała strefa	III	367
	III	675	IV	cała strefa
Konstrukcja wolnostojąca pionowa dedykowana do modułów typu bifacial	I	300	I	cała strefa
			II	cała strefa
			III	cała strefa
	III	300	IV	cała strefa
			V	cała strefa
Konstrukcja wolnostojąca dwuramienna regulowana 2 PIONOWO	I	300	I	405
			II	cała strefa
	III	328	III	367
			IV	cała strefa
Konstrukcja wolnostojąca dwuramienna regulowana 3 POZIOMO	I	300	I	405
			II	cała strefa
	III	328	III	367
			IV	cała strefa
Konstrukcja wolnostojąca do modułów typu bifacial	I	300	I	405
			II	cała strefa
	III	300	III	367
Konstrukcja wolnostojąca dwupodporowa 2 PIONOWO	I	300	I	405
			II	cała strefa
	III	300	III	367
Konstrukcja wolnostojąca dwupodporowa 4 POZIOMO	I	300	I	405
			II	cała strefa
	III	300	III	367
Konstrukcja wolnostojąca pod falownik	I	cała strefa	I	cała strefa
			II	cała strefa
	II	cała strefa	III	cała strefa
	III	cała strefa	IV	cała strefa
			V	cała strefa