

<b>PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ</b>	
<b>Projekt instalacji fotowoltaicznej o łącznej mocy 17,10 kWp</b>	
<b>LOKALIZACJA</b>	Wężina 16, 82-300 Wężina
<b>INWESTOR</b>	Urząd Gminy Elbląg ul. Browarna 85, 82-300 Elbląg NIP: 578-10-11-218
<b>WYKONAWCA</b>	Pracownia Projektowo-Inżynierska mgr inż. Łukasz Wiśniewski Ul. Siwa 7, 86-302 Mokre NIP. 8762433121



## Spis treści

1. Podstawa opracowania .....	3
2. Opis zadania inwestycyjnego .....	4
3. Zakres opracowania.....	4
4. Parametry instalacji fotowoltaicznej .....	4
5. Projektowana instalacja fotowoltaiczna .....	4
6. Moduły fotowoltaiczne.....	5
7. Montaż modułów fotowoltaicznych.....	6
8. Inwerter.....	7
9. Monitoring .....	8
10. Zabezpieczenia.....	8
11. Zabezpieczenie przeciwpożarowe .....	8
12. Ochrona przeciwporażeniowa i odgromowa .....	12
13. Uwagi dla wykonawcy.....	13
14. Dobór przewodów po stronie prądu stałego .....	13
15. Zabezpieczenie przepięciowe DC i AC .....	14
16. Dobór przekroju przewodów po stronie AC.....	14
17. Zabezpieczenia nadprądowe oraz różnicowoprądowe po stronie AC 15	
18. Wizualizacja rozmieszczenia modułów.....	16
19. Łączenie modułów do falownika.....	18
20. Uzysk z instalacji fotowoltaicznej .....	19
21. Proste zestawienie materiału.....	20
22. Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej.....	21
23. Karta katalogowa modułów .....	22
24. Karta katalogowa falownika .....	24

## 1. Podstawa opracowania

- Informacje Inwestora
- Obowiązujące przepisy i normy:
- Ustawa z dnia 07 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz. U. z 2023 r. poz. 682, z późn. zm.)
- Ustawa z dnia 29 września 2022 r. o zmianie ustawy - Prawo energetyczne oraz ustawy o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. z 2022 r. poz. 2370)
- Ustawa z dnia 26 lipca 2013 r. o zmianie ustawy - Prawo energetyczne oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. z 2013 r. poz. 984)
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. - Prawo energetyczne (Dz. U. z 2022 r. poz. 1385, z późn. zm.)
- Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. z 2023 r. poz. 1436, z późn. zm.)
- Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 22 marca 2023 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (Dz.U. z 1997r. nr 54 poz. 348)
- Wymagania dla instalacji mikrogeneracyjnych przeznaczonych do równoległego przyłączenia do publicznych sieci dystrybucyjnych niskiego napięcia PN-EN 50549
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 11 września 2020 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U. z 2020 poz. 1609)
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 31 stycznia 2022 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2022 poz. 248)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 06 lutego 2003r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. Ust. z 2003r. Nr 47, poz. 401)
- Polska Norma PN-E-83017 - Systemy fotowoltaiczne przetwarzania energii słonecznej. Terminologia i symbole.
- Polska Norma PN-HD 60364-7-712 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.

## 2. Opis zadania inwestycyjnego

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt instalacji fotowoltaicznej o mocy 17,10 kWp. Instalacja zostanie zamontowana na dachu budynku użyteczności publicznej w miejscowości: Wężina 16, 82-300 Wężina.

## 3. Zakres opracowania

Zakres opracowania obejmować będzie:

- Dobór urządzeń wchodzących w skład instalacji fotowoltaicznej;
- Montaż konstrukcji wsporczej;
- Konfiguracja obwodów stałoprądowych DC;
- Wyznaczenie tras kablowych nN;
- Zabudowa rozdzielni nN;
- Dobór zabezpieczeń;
- Wykonanie monitoringu wytworzonej energii elektrycznej;

## 4. Parametry instalacji fotowoltaicznej

- Zastosowane moduły fotowoltaiczne technologii monokrystalicznej firmy Jinko Solar JKM475N-60HL4-V o mocy jednostkowej 475Wp – 36 szt,
- Zastosowano inwerter: Sofar Solar 15KTLX-G3 o mocy znamionowej 15,0 kW,
- Zastosowano automatyczny rozłącznik DC ProJoy PEFS-EL40H-4;
- Rozdzielnia AC z IP65 wyposażona w ogranicznik przepięć oraz zabezpieczenie nadprądowe,
- Rozdzielnica DC z IP65 wyposażona w ogranicznik przepięć.

## 5. Projektowana instalacja fotowoltaiczna

Projektowana instalacja będzie miała na celu wytwarzanie energii elektrycznej. Instalacja będzie się składać z zespołów paneli fotowoltaicznych podzielonych na tzw. "stringi". Ogniwa fotowoltaiczne (panele monokrystaliczne), które będą współpracować z inwerterem tzw. falownikiem - przetwornicą zmieniającą prąd stały (DC) dostarczony z ogniw, na prąd zmienny (AC). Po zmianie charakteru energii elektrycznej, zostanie ona użyta na potrzeby własne budynku a część pozostała tzw. nadprodukcja zostanie oddana do sieci energetycznej. Potrzeby własne instalacji, zostaną pokryte w pierwszej kolejności, przez samo-

konsumpcję energii elektrycznej wyprodukowanej w podmiotowej instalacji, w nocy energia elektryczna niezbędna na potrzeby własne falownika zostanie pobrana z lokalnej sieci, do której zostanie przyłączona. W przypadku zaniku napięcia w sieci lub też braku pojedynczej fazy, falownik automatycznie wyłączy się. Ponowne włączenie falownika odbywa się w sposób automatyczny, po pojawieniu się napięcia w sieci.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna dotyczy instalacji zlokalizowanej na dachu budynku w Wężina 16, 82-300 Wężina. Instalacja będzie się składać się z modułów fotowoltaicznych firmy Jinko Solar JKM475N-60HL4-V.

## 6. Moduły fotowoltaiczne

Panele fotowoltaiczne potocznie nazywane ogniwami, są urządzeniami wytwarzającą energię elektryczną, wykorzystują one zjawisko fotowoltaiczne do zamiany promieniowania słonecznego na prąd elektryczny. Moduły zostaną połączone ze sobą w szeregi za pomocą tzw. kabli solarnych, a następnie z inwerterem. Projektuje się zastosowanie monokrystalicznych modułów o mocy jednostkowej 475Wp firmy Jinko Solar. Moduły zostaną połączone w sekcje tzw. stringi za pomocą kabli solarnych o podwójnej izolacji typu SolarFlex. Parametry techniczne modułów firmy Jinko Solar:

Tabela 1 Parametry techniczne modułu Jinko Solar JKM475N-60HL4-V:

<b>Podstawowe parametry (dla warunków STC):</b>	
Moc maksymalna	475Wp
Napięcie obwodu otwartego ( $U_{OCSTC}$ )	42,54V
Prąd zwarcia ( $I_{SCSTC}$ )	14,23A
Napięcie przy mocy maksymalnej ( $U_{MPPSTC}$ )	35,21V
Natężenie prądu przy mocy maksymalnej ( $I_{MPPSTC}$ )	13,49A
Współczynnik temperaturowy $I_{SCSTC}$	+0,046%/°C
Współczynnik temperaturowy $U_{OCSTC}$ ( $\beta$ )	-0,250%/°C
Współczynnik temperaturowy $P_{MAXSTC}$	-0,300%/°C
<b>Podstawowe parametry (dla warunków NOCT):</b>	
Moc maksymalna	357Wp
Napięcie obwodu otwartego ( $U_{OCNOCT}$ )	40,41V
Prąd zwarcia ( $I_{SCNOCT}$ )	11,49A
Napięcie przy mocy maksymalnej ( $U_{MPPNOCT}$ )	33,10V
Natężenie prądu przy mocy maksymalnej ( $I_{MPPNOCT}$ )	10,79A
<b>Pozostałe parametry</b>	
Sprawność modułu	22,01%
Wymiary	1903x1134x30mm
Waga	24,2kg

## 7. Montaż modułów fotowoltaicznych

Moduły fotowoltaiczne zostaną zamontowane na dachu budynku zlokalizowanym pod adresem Wężina 16, 82-300 Wężina. Moduły będą skierowane na południowy wschód oraz południowy zachód.

Dla instalacji projektuje się zastosowanie systemowej konstrukcji wsporczej przeznaczonej do montażu na dachu budynku. Konstrukcja wykonana jest z wysokiej jakości materiałów, przez co zabezpieczona jest przed zmiennymi warunkami atmosferycznymi oraz jest szybka w montażu.



Rysunek 1 Przykład konstrukcji montażowej dla dachu płaskiego

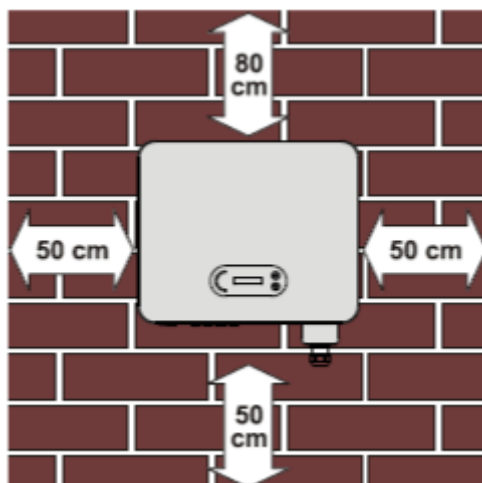


Rysunek 2 Przykład konstrukcji montażowej dla dachu skośnego

## 8. Inwerter

Inwerter jest urządzeniem służącym do zmiany prądu stałego na prąd zmienny. W projektowanej instalacji należy zamontować jeden inwerter firmy Sofar Solar. Inwerter zostanie zabezpieczony w tablicy rozdzielczej RPV AC i RPV DC. Zastosowany falownik firmy Sofar Solar inwerter beztransformatorowy, wyposażony w szereg zabezpieczeń (rozłącznik DC, SPD itp.). Falownik ten, posiada system monitoringu, umożliwiającego podgląd pracy instalacji fotowoltaicznej. Aby zapewnić prawidłowe odprowadzanie ciepła, falownik należy zamontować zachowując podane minimalne odstępów od ścian i innych przedmiotów:

- Góra – 80cm
- Dół – 50cm
- Boki – 50cm



Rysunek 3 Odległości montażowe producenta falownika

Falownik nie może zostać zamontowany na palnych powierzchniach. Podstawowe parametry inwertera Sofar Solar:

Tabela 2. Wybrane parametry falownika Sofar Solar 15KTLX-G3:

<b>Znamionowa moc wyjściowa prądu przemiennego</b>	<b>15 000W</b>
<b>Maksymalna moc wejściowa prądu stałego</b>	<b>22 500Wp</b>
Maksymalne napięcie wejściowe	1100V
Zakres napięcia MPPT	140-1000V
Napięcie nominalne	650V
Maksymalny prąd wyjściowy	27,1A
Maksymalna wydajność europejska	98,20%
Stopień ochrony	IP65

Do instalacji fotowoltaicznej projektuje się zastosowanie falownika firmy Sofar Solar 15KTLX-G3.

## 9. Monitoring

Instalacja fotowoltaiczna zostanie wyposażona w system monitoringu, pozwalająca na podgląd produkcji instalacji fotowoltaicznej na poziomie całej instalacji. Do prawidłowej pracy monitoringu falownik należy wyposażyć w urządzenie komunikacyjne.

Monitoring ma posiadać następujące funkcje:

- Monitoring parametrów wytworzonej energii elektrycznej
- Przechowywanie danych na serwerze

Warto podkreślić, że system monitoringu instalacji fotowoltaicznej jest integralną częścią falownika i nie wiąże się z dodatkowymi kosztami. Dzięki temu rozwiązaniu, monitorowanie wydajności i działania instalacji staje się prostsze i bardziej wygodne, bez konieczności inwestowania w osobny system monitorujący.

## 10. Zabezpieczenia

Konfigurując falownik należy ustawić normę EN 50438

Tabela 3. Parametry konfiguracji falownika

<b>Parametr</b>	<b>Wartość nastawy wyłączającej</b>
Wzrost napięcia (stopień 2, bezzwłoczny)	264,5 V (+15%)
Wzrost napięcia (stopień 1, zwłoczny)	253V (+10%)
Obniżenie napięcia	195,5V (-15%)
Podwyższenie częstotliwości	52Hz (+4%)
Obniżenie częstotliwości	47,5Hz (-5%)

## 11. Zabezpieczenie przeciwpożarowe

Warunki ochrony przeciwpożarowej ustalono dla inwestycji obejmującej wykonanie urządzenia budowlanego (instalacji fotowoltaicznej) przewidzianej do montażu na istniejącym użytkowanym budynku użyteczności publicznej o kubaturze powyżej 1000 m<sup>3</sup>, w oparciu o dane zawarte w projekcie wykonawczym instalacji fotowoltaicznej.



Dla realizowanej inwestycji o mocy do 50,00 kWp nie wymaga się pozwolenia na budowę, zgodnie z art. 29.2 pkt 16) Ustawy Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994 r (dz. U. 1994 Nr 89, poz. 414 ze zmianami).

Budowa instalacji fotowoltaicznej nie narusza i nie obejmuje następujących warunków ochrony przeciwpożarowej ustalonej dla budynku:

- Powierzchni, wysokości i liczby kondygnacji budynku
- Charakterystyki zagrożenia pożarowego, w tym parametrów pożarowych materiałów niebezpiecznych pożarowo, zagrożeń wynikających z procesów technologicznych oraz charakterystyk pożarów przyjętych do celów projektowych
- Przyjętej kategorii zagrożenia ludzi oraz przewidywanej liczby osób na każdej kondygnacji i w pomieszczeniach, których drzwi ewakuacyjne powinny otwierać się na zewnątrz pomieszczeń
- Przewidywanej gęstości obciążenia ogniowego
- Oceny zagrożenia wybuchem
- Przyjętej dla budynku klasy odporności pożarowej oraz klasy odporności ogniowej i stopnia rozprzestrzeniania ognia elementów budowlanych
- Ustalonego podziału obiektu na strefy pożarowe i strefy dymowe
- Usytuowania budynku z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe
- Warunków i strategii ewakuacji ludzi lub ich uratowania w inny sposób
- Urządzeń przeciwpożarowych
- Wyposażenia budynku w gaśnice
- **Przygotowania obiektu budowlanego i terenu do prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych, w zakresie dróg pożarowych oraz zaopatrzenia w wodę do zewnętrznego gaszenia pożaru.**

**Wymagania w zakresie warunków ochrony przeciwpożarowych projektowanej instalacji obejmują informacje o sposobie zabezpieczenia przeciwpożarowego instalacji użytkowych, a w szczególności elektrycznej i odgromowej.**

Wymagania dla instalacji elektroenergetycznej

- zabezpieczyć przepusty instalacyjne przy przejściu instalacji przez elementy oddzielenia przeciwpożarowego w budynku do klasy odporności ogniowej EI elementu oddzielenia przeciwpożarowego, przez który przechodzą o ile występują na drodze prowadzenia tras przewodów, w przypadku występowania zastosować certyfikowane systemy

uszczelnień przejść instalacyjnych, np. HILTI, PROMASTOP lub inne, na zastosowane systemy zabezpieczeń przejść instalacyjnych przedstawić stosowne: certyfikaty zgodności, Krajowe Deklaracje Właściwości Użytkowych lub aprobaty techniczne, sposób wykonania przejść instalacyjnych wykonać zgodnie z aprobatą techniczną

- elementy oddzielenia przeciwpożarowych (ściany, stropy) oraz ich klasę odporności ogniowej ustalić w oparciu o projekt budowlany lub informacje przekazane przez Inwestora podczas prac wykonawczych instalacji
- połączenia przewodów DC wykonać za pomocą szybkozłączy jednego typu i jednego producenta
- zabrania się montażu osprzętu instalacji elektrycznej bezpośrednio na podłożu palnym, jeżeli ich konstrukcja nie zabezpiecza podłoża przed zapaleniem
- zabrania się montażu inwertera oraz rozdzielnic AC i DC w pomieszczeniach kotłowni gazowych i olejowych o mocy powyżej 60 kW
- w przewodach wentylacyjnych czynnych zabrania się prowadzenia przewodów instalacji
- przewody pod modułami przymocować do ramy modułu lub do szyn za pomocą dedykowanych uchwytów
- montaż przewodów w aparatach urządzeń instalacji dokonać za pomocą odpowiedniego momentu obrotowego zgodnie ze specyfikacją DTR
- Zgodnie z normą PN-EN-62305-2:2012 montaż instalacji odgromowej w celu ochrony instalacji fotowoltaicznej powinien zostać poprzedzony oceną ryzyka
- należy zapewnić wymaganą przepisami odległość instalacji PV od przewodów instalacji odgromowej (o ile istnieje).

### **Zabezpieczenie instalacji fotowoltaicznej**

W momencie zaniku napięcia sieci po uruchomieniu przeciwpożarowego wyłącznika prądu, falownik zostaje automatycznie wyłączony. Załączenie następuje samoistnie po ustalonej zwłóce czasowej od momentu przywrócenia napięcia w sieci. W celu ograniczenia możliwości porażenia prądem stałym DC oraz zapewnienia możliwości prowadzenia działań gaśniczych zastosowano automatyczny rozłącznik DC typu ProJoy, zamontowany na zewnątrz lub

możliwie najbliższej połączeni dachowej. Przewody DC, od paneli fotowoltaicznych do tego rozłącznika, zostają prowadzone na zewnątrz budynku. W momencie zaniku napięcia sieci (np. po uruchomieniu wyłącznika prądu, uszkodzenia przewodu sterującego rozłącznikiem), rozłącznik bezpieczeństwa DC rozłącza obwód stałoprądowy (DC) instalacji fotowoltaicznej poza obszar strefy pożarowej w budynku.

Powyższe zabezpiecza budynek przed wystąpieniem w nim niebezpiecznego napięcia DC. Dla budynku o kubaturze powyżej 1000m<sup>3</sup> jest wymagany przeciwpożarowy wyłącznik prądu (PWP), jednakże nie stanowi on części tego opracowania.

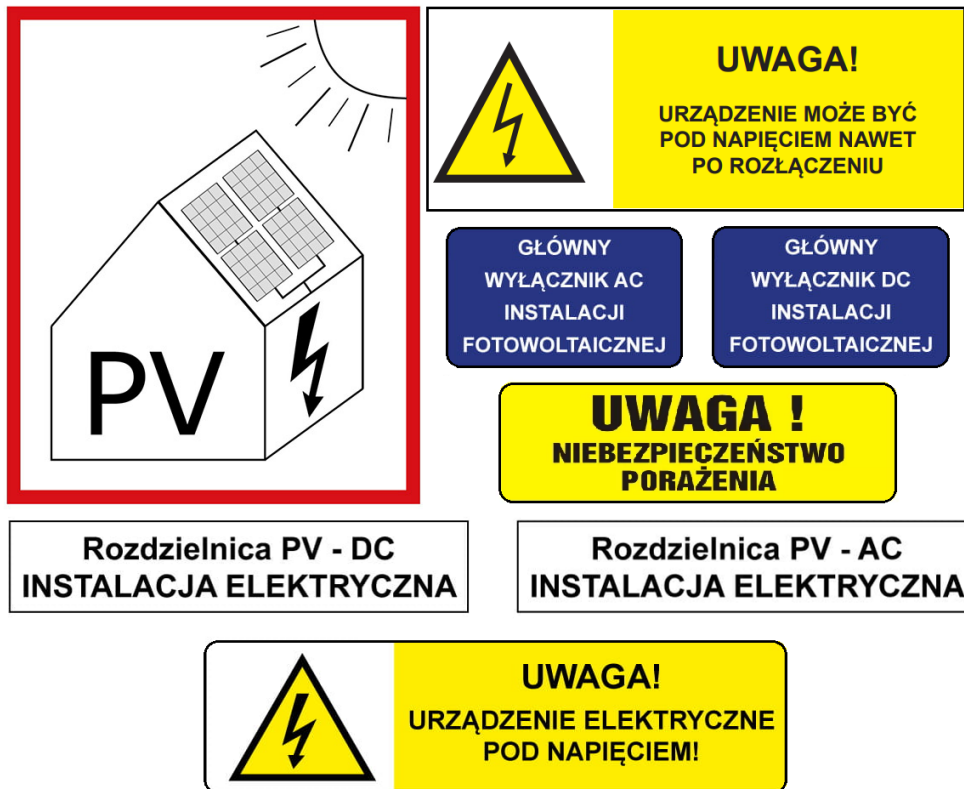
### **Inne wymagania**

Przed przystąpieniem do użytkowania instalacji, należy:

- oznakować obiekt znakiem bezpieczeństwa wg normy PN-EN 60364-7-712 w miejscu przyłączenia instalacji PV, przy liczniku oraz przy głównym wyłączniku zasilania
- oznakować trasy przewodów instalacji fotowoltaicznej DC tablicą informacyjną o treści „*Niebezpieczeństwo – wysokie napięcie DC w ciągu dnia*”
- oznakować główny wyłącznik AC instalacji fotowoltaicznej
- oznakować główny wyłącznik DC (o ile występuje)
- przeprowadzić badania rezystancji instalacji elektrycznej i ciągłości instalacji,
- w pobliżu falownika zaleca się umieszczenie gaśnicy proszkowej GP ABC o masie 2kg,
- po zakończeniu budowy instalacji o mocy powyżej 6,50 kWp, Inwestor zobowiązany jest do powiadomienia właściwej terenowo Komendy Miejskiej (Powiatowej) Państwowej Straży Pożarnej o zakończeniu budowy urządzenia i zamiarze przystąpienia do użytkowania, zgodnie z Art. 56 ust 1. Ustawy Prawo Budowlane.

## Oznakowanie według normy PN-HD 60364-7-712:2016-08:

Wymagana naklejka (lewy górny róg), reszta naklejek zalecana



## 12. Ochrona przeciwporażeniowa i odgromowa

Podstawowa ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym realizowana będzie za pomocą izolacji roboczej przewodów, zabezpieczeń nadprądowych oraz zabezpieczeń przepięciowych poprzez samoczynne wyłączenie zasilania. Dodatkowo należy wykonać połączenie wyrównawcze między szynami konstrukcji wsporczej modułów. Konstrukcję należy uziemić linką LgY 1x16mm<sup>2</sup>. W przypadku braku uziemienia, należy je wykonać szpilami uziemiającymi, szpile należy zabić w ziemi taką ilość, aby uzyskać rezystancję uziemienia poniżej 10 ohm.

Zgodnie z normą PN-EN-62305-2:2012 montaż instalacji odgromowej w celu ochrony instalacji fotowoltaicznej powinien zostać poprzedzony oceną ryzyka.

### 13. Uwagi dla wykonawcy

Powyższy projekt instalacji fotowoltaicznej został sporządzony zgodnie z wiedzą techniczną i warunkami technicznymi. Wszelkie zmiany i uwagi inwestora należy wprowadzić na etapie projektowym lub wykonawczym wraz z aktualizacją projektu. Dodatkowo należy sporządzić protokół powykonawczy z pomiarami ochronnymi. Protokół pomiarowy powinien zawierać w szczególności:

- pomiar rezystancji izolacji przewodów DC i AC
- pomiar ciągłości połączeń ochronnych i wyrównawczych
- pomiar impedancji pętli zwarcia
- pomiar rezystancji uziemienia

### 14. Dobór przewodów po stronie prądu stałego

Strata mocy na okablowaniu DC każdego łańcucha musi być mniejsza lub równa 1%. Strata na okablowaniu:

$$\text{Strata [\%]} = \frac{P \cdot L}{U^2 \cdot k \cdot A} * 100\%$$

Gdzie:

L – długość przewodów stringu, [m]

U – napięcie obwodu, [V]

k – przewodność właściwa miedzi 48-54, [m/ohm\*mm<sup>2</sup>]

A – przekrój przewodu, [mm<sup>2</sup>]

P – moc obwodu.

Tabela 4. Wybrane parametry modułu Jinko Solar JKM475N-60HL4-V:

Dla warunków STC	
Napięcie przy mocy maksymalnej (U <sub>MPPSTC</sub> )	35,21V
Natężenie prądu przy mocy maksymalnej (I <sub>MPPSTC</sub> )	13,49A
Prąd zwarcia (I <sub>SCSTC</sub> )	14,23A

L – ~140m (maksymalna długość przewodu, dla którego warunek jest spełniony)

U – 633,78 V

P – 8 550 W

k – 50 m/ohm\*mm<sup>2</sup>

A – 6 mm<sup>2</sup>

Strata [%] = 0,99 %, a więc warunek jest spełniony, w projektowanej instalacji należy zastosować przewody PV o przekroju minimum 6 mm<sup>2</sup>.

## 15. Zabezpieczenie przepięciowe DC i AC

Generator fotowoltaiczny zamontowany zostanie zamontowany na dachu budynku. Odpowiedni poziom ochrony zapewnią ograniczniki przepięć typu 1+2 (B+C) po stronie DC oraz typu 1+2 (B+C) po stronie AC. Ograniczniki przepięć połączyć z szyną wyrównawczą przewodem ochronnym.

## 16. Dobór przekroju przewodów po stronie AC

Znamionowa moc wyjściowa AC falownika 15,00 kW

Długość przewodu od falownika do miejsca wpięcia: do 40 mb *[zakłada się]*

Dopuszczalny maksymalny poziom strat 1%.

Minimalny przekrój przewodów:

$$A [\text{mm}^2] = \frac{P \cdot L}{U^2 \cdot k \cdot 0,01} = 8,55 [\text{mm}^2]$$

Minimalny przewód spełniający dopuszczalny przekrój przewodów to 10 mm<sup>2</sup>, co potwierdza instrukcja producenta falownika firmy Sofar Solar.

Gdzie:

L – długość przewodów, [m]

U – napięcie znamionowe, [V]

k – przewodność właściwa miedzi, [50 m/om\*mm<sup>2</sup>]

A – przekrój przewodu, [mm<sup>2</sup>]

P – moc obwodu. [W]

Przyłączając falownik do sieci niskiego napięcia, należy także pamiętać o minimalizacji strat. Dobierając przekrój poprzeczny żył przewodu, trzeba trzymać się zasady nieprzekraczania dopuszczalnej obciążalności prądowej i ograniczenia spadku napięcia – najlepiej poniżej 1% dla mocy w warunkach NOCT. W przypadku bardzo długiej trasy kablowej można zwiększyć stratę do 3% (co zastosowano w przypadku projektowanej instalacji). W rzeczywistości zbyt duże straty prowadzą do wzrostu napięcia w miejscu przyłączenia i mogą powodować wyłączanie się falownika. Strata mocy w % dla minimalnego obliczonego przewodu:

$$\text{Strata [\%]} = \frac{P \cdot L}{U^2 \cdot k \cdot A} * 100\%$$

Strata [%] = 0,86 %, a więc warunek jest spełniony, w projektowanej instalacji fotowoltaicznej należy zastosować przewody AC minimum o przekroju 10 mm<sup>2</sup>.

## 17. Zabezpieczenia nadprądowe oraz różnicowoprądowe po stronie AC

Po stronie AC falownika należy zabezpieczyć przed potencjalnym prądem zwarciovym od strony sieci. Zabezpieczenie należy tak dobrać, aby w przypadku przepływu prądu o wartości większej od długotrwałej obciążalności prądowej zastosowanego przewodu lub kabla, następowало ich działanie i rozłączenie obwody zanim nastąpi nadmierny wzrost temperatury żył przewodów powodujących uszkodzenie przewodu lub kabla. Dobieramy wyłącznik nadprądowy o charakterystyce B, prądzie znamionowym 63A, 3 biegunowym, o znamionowej zwarciowej zdolności łączeniowej ICN 6kA.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$27,1[A] \leq 32 [A] \leq 49[A]$$

Gdzie:

$I_B$ - maksymalny prąd wyjściowy po stronie AC falownika

$I_N$ - prąd znamionowy lub prąd nastawienia urządzenia zabezpieczającego,

$I_Z$ - długotrwała obciążalność prądowa przewodu/kabla.

Dodatkowo zgodnie z wytycznymi producenta falownika firmy Sofar Solar, należy zastosować wyłącznik różnicowoprądowy (RCB) o specyfikacji 40A/ 230V/ 3-fazowy/  $I_{\Delta n}=0,1A$ .

## 18. Wizualizacja rozmieszczenia modułów

W tej części przedstawiono prostą wizualizację rozmieszczenia modułów na dachu budynku:



Rysunek 4 Widok na instalację - z lotu ptaka



Rysunek 5 Widok na instalację – wschód





Rysunek 6 Widok na instalację – południowy - wschód



Rysunek 7 Widok na instalację – południe

## 19. Łączenie modułów do falownika

W tej części przedstawiono sposób łączenia modułów fotowoltaicznych do falownika Sofar Solar 15KTLX-G3. Falownik posiada 2 niezależne wejścia MPPT, do których podłączono odpowiednio:

- MPPT 1 – 18 modułów Jinko Solar JKM475N-60HL4-V,
- MPPT 2 – 18 modułów Jinko Solar JKM475N-60HL4-V,

Sposób połączenia przedstawiono również w ujęciu graficznym:



Rysunek 8 Graficzne przedstawienie połączenia modułów

## 20. Uzysk z instalacji fotowoltaicznej

W tej części przedstawiono średnioroczny uzysk energii elektrycznej wyprodukowanej przez instalację fotowoltaiczną. Dane pogodowe zostały zaciągnięte z bazy historycznej najbliższego punktu meteorologicznego.

### Jakość techniczna instalacji PV

Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)

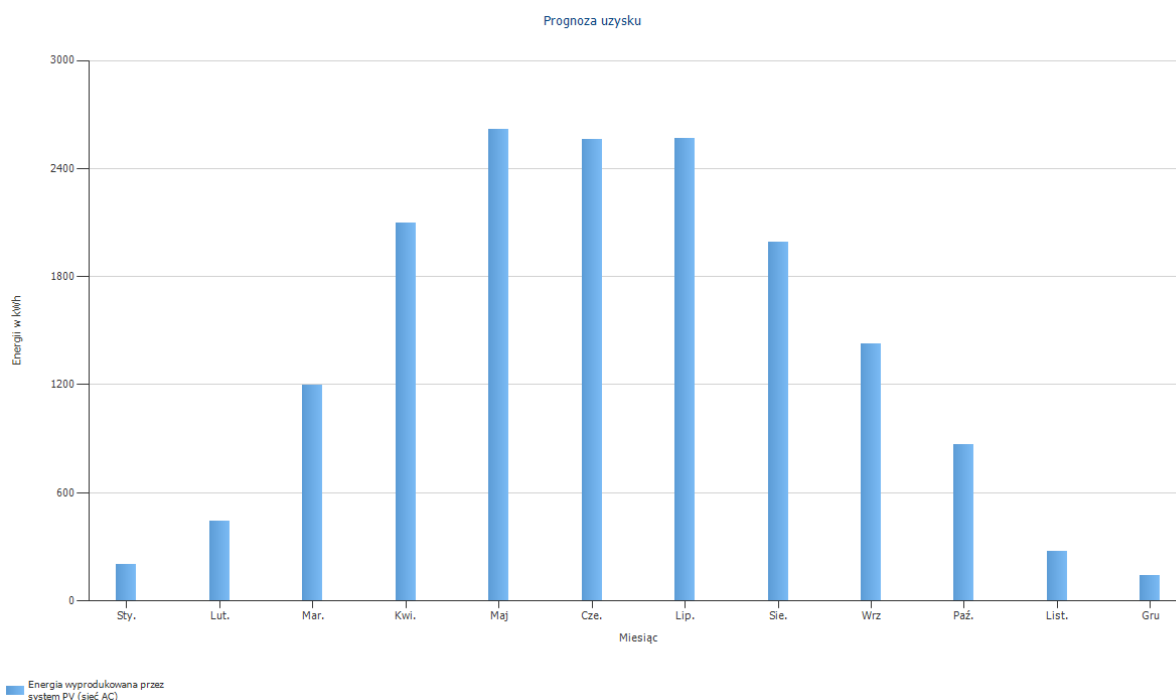
16 382 kWh/Rok

Spec. uzysk roczny

958,04 kWh/kWp

Stosunek wydajności (PR)

90,4 %



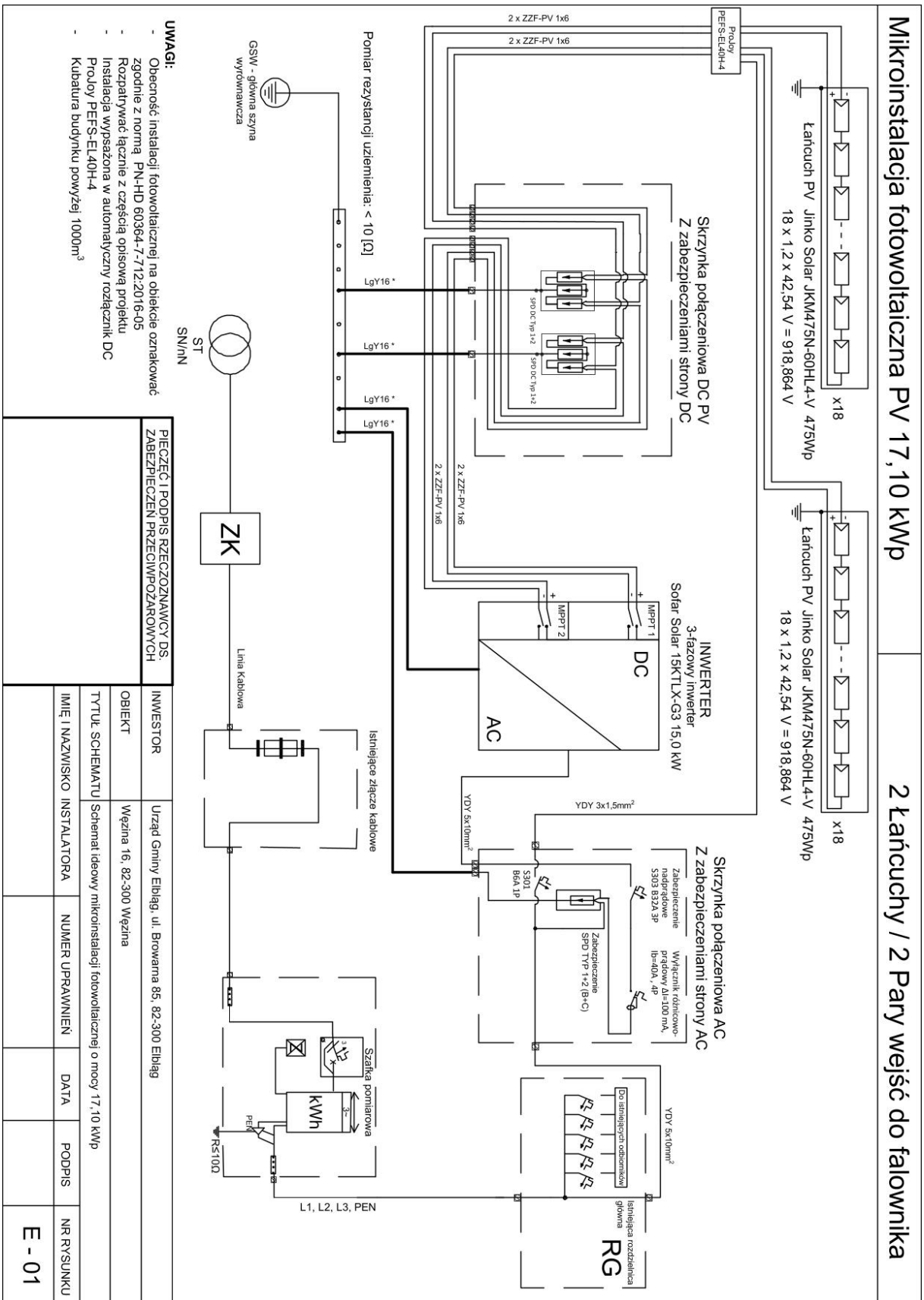
Instalacja fotowoltaiczna zlokalizowana pod adresem: Wężina 16, 82-300 Wężina w pierwszym roku swojej pracy powinna wyprodukować około 16 382 kWh. Należy jednak zaznaczyć, że jest to jedynie symulacja i w rzeczywistości wyniki te mogą się różnić.

## 21. Proste zestawienie materiału

W tej części zebrano listę materiałów. Nie uwzględniono kabli, złączek, korytek i innych komponentów, których ilość jest uzależniona od warunków panujących na instalacji.

<b>Nazwa</b>	<b>Ilość</b>
Sofar Solar 15KTLX-G3	<b>1</b>
Jinko Solar JKM475N-60HL4-V	<b>36</b>
Ograniczniki przepięć DC Typ 1+2	<b>2</b>
Ograniczniki przepięć AC Typ 1+2	<b>1</b>
Zabezpieczenie nadprądowe S303 B32A 3P	<b>1</b>
Zabezpieczenie różnicowoprądowe 40A 100mA 4P	<b>1</b>
Automatyczny rozłącznik DC ProJoy PEFS-EL40H-4	<b>1</b>
Przewody solarne 6mm <sup>2</sup>	<b>-</b>

## 22. Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej



## 23. Karta katalogowa modułów

www.jinkosolar.com

**JinKO** Solar  
Building Your Trust in Solar

# Tiger Neo Typ N 60HL4-(V) 460-480 W MODUŁ MONOFACIAL

### Typ N

Dodatnia tolerancja mocy 0~+3%

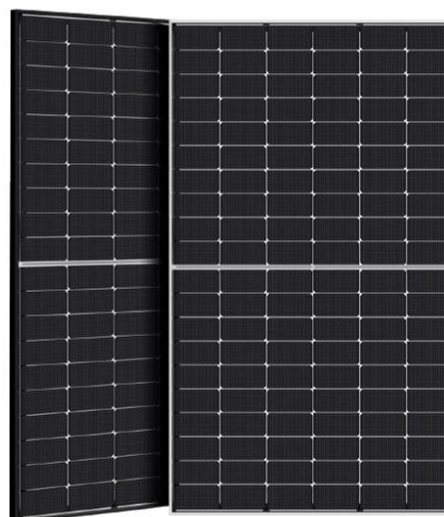
IEC61215(2016), IEC61730(2016)

ISO9001:2015: System zarządzania jakością

ISO14001:2015: System zarządzania środowiskowego

ISO45001:2018

Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy



### Najważniejsze cechy



#### Technologia SMBB

Lepsze wychwytywanie światła i magazynowanie energii elektrycznej zapewniają poprawę mocy wyjściowej i niezawodność modułu.



#### Technologia Hot 2.0

Moduł typu N wyposażony w technologię Hot 2.0 odznacza się wyższą niezawodnością i niższą degradacją LID/LETID.



#### Odporność PID

Gwarancja znakomitej ochrony przed utratą mocy przez moduł fotowoltaiczny (PID – degradacja indukowanym napięciem) dzięki zoptymalizowanemu procesowi produkcji masowej i kontroli materiałów.



#### Większa odporność na obciążenia mechaniczne

Potwierdzona odporność na: obciążenie wiatrem (2400 Pa) i obciążenie śniegiem (5400 Pa).

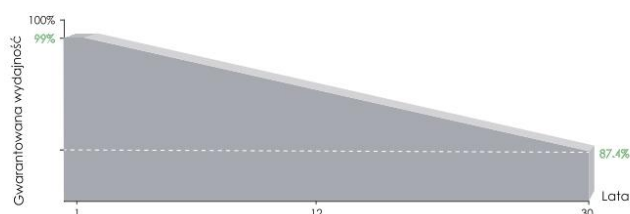


#### Odporność na ekstremalne warunki klimatyczne

Wysoka odporność na działanie mgły solnej i amoniaku.



### GWARANCJA WYDAJNOŚCI LINIOWEJ



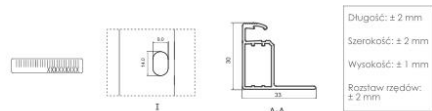
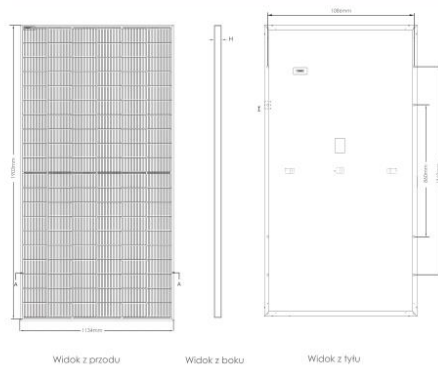
12-letnia gwarancja na produkt

30-letnia gwarancja wydajności liniowej

0,40% – roczna degradacja w ciągu 30 lat



## Rysunki techniczne

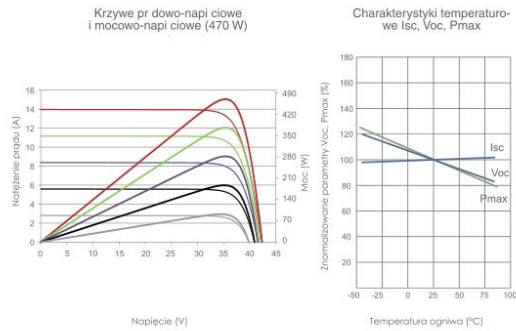


## Konfiguracja opakowania

[Dwie palety to jeden stos]

36 szt./paletę, 72 szt./stos, 864 szt./kontener 40 HQ

## Parametry elektryczne i charakterystyki temperaturowe



## Charakterystyka mechaniczna

Typ ogniwa	Monokrystaliczne ogniwo typu N
Liczba ogniw	120 (6×20)
Wymiary	1903×1134×30 mm (74,92×44,65×1,18 cala)
Masa	24,2 kg (53,35 funta)
Szyba przednia	3,2 mm, powłoka antyrefleksyjna, wysoki współczynnik transmisji, niska zawartość żelaza, szkło hartowane
Rama	Anodyzowany stop aluminium
Skrzynka podłączeniowa	Stopień ochrony IP68
Przewody wyjściowe	TUV 1×4,0 mm <sup>2</sup> 400 mm, (-); 200 mm lub długość niestandardowa

## SPECYFIKACJE

Typ modułu	JKM460N-60HL4		JKM465N-60HL4		JKM470N-60HL4		JKM475N-60HL4		JKM480N-60HL4	
	JKM460N-60HL4-V	JKM465N-60HL4-V	JKM465N-60HL4-V	JKM470N-60HL4-V	JKM470N-60HL4-V	JKM475N-60HL4-V	JKM475N-60HL4-V	JKM480N-60HL4-V	JKM480N-60HL4-V	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Moc maksymalna (P <sub>max</sub> )	460 Wp	346 Wp	465 Wp	350 Wp	470 Wp	353 Wp	475 Wp	357 Wp	480 Wp	361 Wp
Napięcie mocy maksymalnej (V <sub>mp</sub> )	34,72 V	32,60 V	34,89 V	32,77 V	35,05 V	32,94 V	35,21 V	33,10 V	35,38 V	33,27 V
Napięcie prądu mocy maksymalnej (I <sub>mp</sub> )	13,25 A	10,61 A	13,33 A	10,67 A	13,41 A	10,73 A	13,49 A	10,79 A	13,57 A	10,85 A
Napięcie obwodu otwartego (V <sub>oc</sub> )	42,05 V	39,94 V	42,22 V	40,10 V	42,38 V	40,25 V	42,54 V	40,41 V	42,71 V	40,57 V
Prąd obwodu zamkniętego (I <sub>sc</sub> )	13,99 A	11,29 A	14,07 A	11,36 A	14,15 A	11,42 A	14,23 A	11,49 A	14,31 A	11,55 A
Sprawność modułu STC (%)	21,32%		21,55%		21,78%		22,01%		22,24%	
Temperatura pracy (°C)	-40°C~+85°C									
Maksymalne napięcie układu	1000/1500 V, prąd stały (IEC)									
Maksymalne obciążenie bezpiecznika szeregowego	25 A									
Tolerancja mocy	0~+3%									
Współczynnik temperaturowy mocy P <sub>max</sub>	-0,30%/°C									
Współczynnik temperaturowy napięcia V <sub>oc</sub>	-0,25%/°C									
Współczynnik temperaturowy natężenia prądu I <sub>sc</sub>	0,046%/°C									
Nominalna temperatura pracy ogniwa (NOCT)	45±2°C									

\*STC: Irradiancja 1000 W/m<sup>2</sup> Temperatura ogniwa 25°C AM=1,5  
NOCT: Irradiancja 800 W/m<sup>2</sup> Temperatura otoczenia 20°C AM=1,5 Prędkość wiatru 1 m/s

©2022 Jinko Solar Co., Ltd. Wszelkie prawa zastrzeżone.  
Dane techniczne zawarte w niniejszej karcie produktowej mogą ulec zmianie bez wcześniejszego powiadomienia. Karta produktu ważna wyłącznie na rynku europejskim.

Polska wersja tego dokumentu jest jedynie tłumaczeniem pomocniczym.  
W przypadku rozbieżności między wersją angielską a polską, rozstrzygająca będzie wersja angielska.

JKM460-480N-60HL4(-V)-F1-EN-tylko UE (IEC 2016)

## 24. Karta katalogowa falownika



### SOFAR **15K~24KTLX-G3** 15000/17000/20000/22000/24000

#### Trójfazowy

- Zdalna aktualizacja oprogramowania
- Inteligentny monitoring stringów
- Maksymalne napięcie wejściowe DC 1100 V
- Niskie napięcie startowe, szeroki zakres napięcia MPPT

#### Z podwójnym MPPT

- Maksymalna wydajność 98,75%
- SPD typu II dla prądu DC i AC
- Możliwość długotrwałego przeciążenia do 110%



Karta danych	SOFAR 15KTLX-G3	SOFAR 17KTLX-G3	SOFAR 20KTLX-G3	SOFAR 22KTLX-G3	SOFAR 24KTLX-G3
<b>Wejście (DC)</b>					
Rekomendowana maksymalna moc wejściowa	22 500 Wp		30 000 Wp	33 000 Wp	36 000 Wp
Liczba MPPT	2				
Liczba wejść DC	2/2				
Maksymalne napięcie wejściowe	1100 V				
Napięcie startowe	160 V				
Znamionowe napięcie wejściowe	650 V				
Zakres napięcia roboczego MPPT	140 V–1000 V				
Pełna moc zakresu napięcia MPPT	420 V – 850 V	450 V – 850 V	480 V – 850 V	510 V – 850 V	540 V – 850 V
Maksymalny prąd wejściowy MPPT	26 A/26 A				
Maksymalny prąd zwarciaowy na MPPT	36 A/36 A				
<b>Wyjście (AC)</b>					
Moc znamionowa	15 000 W	17 000 W	20 000 W	22 000 W	24 000 W
Maksymalna moc AC	16 500 VA	18 700 VA	22 000 VA	24 200 VA	26 400 VA
Znamionowy prąd wyjściowy	23,9 A	27,1 A	31,9 A	35,1 A	38,3 A
Maksymalny prąd wyjściowy	3/N/PE, 220 V/380 VAC, 230 V/400 VAC				
Napięcie nominalne sieci energetycznej	310 VAC–480 VAC (zgodnie z lokalnym standardem)				
Zakres napięcia sieci energetycznej	50 Hz/60 Hz				
Częstotliwość nominalna	45 Hz–55 Hz/54 Hz–66 Hz (zgodnie z lokalnym standardem)				
Zakres częstotliwości sieci energetycznej	0–100%				
THDi	<3%				
Wskaźnik mocy	1 (regulacja +/-0,8)				
<b>Wydajność</b>					
Maksymalna wydajność	98,60%				
Europejska efektywność	98,20%				
Zużycie własne w nocy	<1 W				
Wydajność MPPT	>99,9%				
<b>Zabezpieczenia</b>					
Zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją DC	tak				
Zabezpieczenie przed pracą wyspą	tak				
Zabezpieczenie przed wypływem prądu	tak				
Zabezpieczenie przeciwko brakowi uziemienia	tak				
Monitoring błędów stringów PV	tak				
Blokada wypływu energii	opcjonalnie				
Włacznik DC	tak				
AFCI	opcjonalnie				
Wejście/wyjście SPD	PV: typ II standardowy, AC: typ II standardowy				
<b>Komunikacja</b>					
Jednostka zarządzania mocą	zgodnie z certyfikacją i zamówieniem				
Standardowy tryb komunikacji	RS485/USB/Bluetooth, opcjonalnie: Wi-Fi/GPRS				
Pamięć danych operacyjnych	25 lat				
<b>Ogólne dane</b>					
Zakres temperatury otoczenia	–30°C–+60°C				
Topologia	beztransformatory				
Stopień ochrony	IP65				
Zakres dopuszczalnej wilgotności	0–100%				
Maksymalna wysokość operacyjna	4000 m n.p.m.				
Hałas	<40 dB				
Waga	20 kg	22 kg		23 kg	
Chłodzenie	naturalne		wiatrak		
Wymiary	520x430x189 mm				
Wyświetlacz	LCD&Bluetooth+APP				
Gwarancja	10 lat				
<b>Standard</b>					
EMC	EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, EN 61000-6-4				
Standardy bezpieczeństwa	IEC62109-1/2, IEC62116, IEC61727, IEC61683, IEC60068(1,2,14,30)				
Standardy sieci energetycznej	AS/NZS 4777, VDE V 0124-100, V 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, CEI 0-21/CEI 0-16, UNE 206 007-1, EN50549, G98/G99, EN50530, NB/T32004				