SYSTEMY ENERGETYKI ODNAWIALNEJ

Wykład:

ENERGETYKA SŁONECZNA I INSTALACJE FOTOWOLTAICZNE - FALOWNIKI FOTOWOLTAICZNE I OPTYMALIZACJA MOCY

FALOWNIKI FOTOWOLTAICZNE

Rodzaje falowników

Mikrofalownik

- Obsługują od 1 do kilku modułów
- Zazwyczaj są 1-fazowe
- Montaż do ramy modułu lub profilu montażowego

Falownik szeregowy

- Najpopularniejsze rozwiązanie
- Obsługuje od kilku do nawet kilkuset modułów
- Łatwy dostęp do urządzenia
- 1-fazowe i 3-fazowe

Falownik centralny

- Stosowany na dużych instalacjach fotowoltaicznych

Rodzaje falowników

Transformatorowe

- **Cięższe**
- **Możliwe jest uziemienie jednego z biegunów (np. w przypadku niektórych modułów cienkowarstwowych – uziemienie bieguna „-”)**
- **Stosowane zazwyczaj do modułów cienkowarstwowych**
- **Mniejsza sprawność**

Beztransformatorowe

- **Lżejsze**
- **Wyższa sprawność w szerokim zakresie pracy**
- **Nie jest możliwe wykonanie uziemienia biegunów**
- **Najpowszechniejszy typ inwertera**

Rodzaje falowników

Sieciowe ▪ synchronizują się z siecią i mogą oddawać energię do sieci ▪ nie ładują akumulatorów ▪ wyłączają się w przypadku braku zasilania z sieci (zabezpieczenie przed pracą wyspową)	**Wyspowe** ▪ nie synchronizują się z siecią przez co nie mogą oddawać energii do sieci ▪ mogą ładować akumulatory i kontrolują ich pracę	**Hybrydowe** ▪ Łączą w sobie zalety falowników sieciowych i wyspowych ▪Domyślnie praca w trybie on-grid ▪W razie koniecznościpobór energii z akumulatorów i/lub przejście w tryb pracy wyspowej

AKADEMIA VIESSMANN

Porównanie kosztów

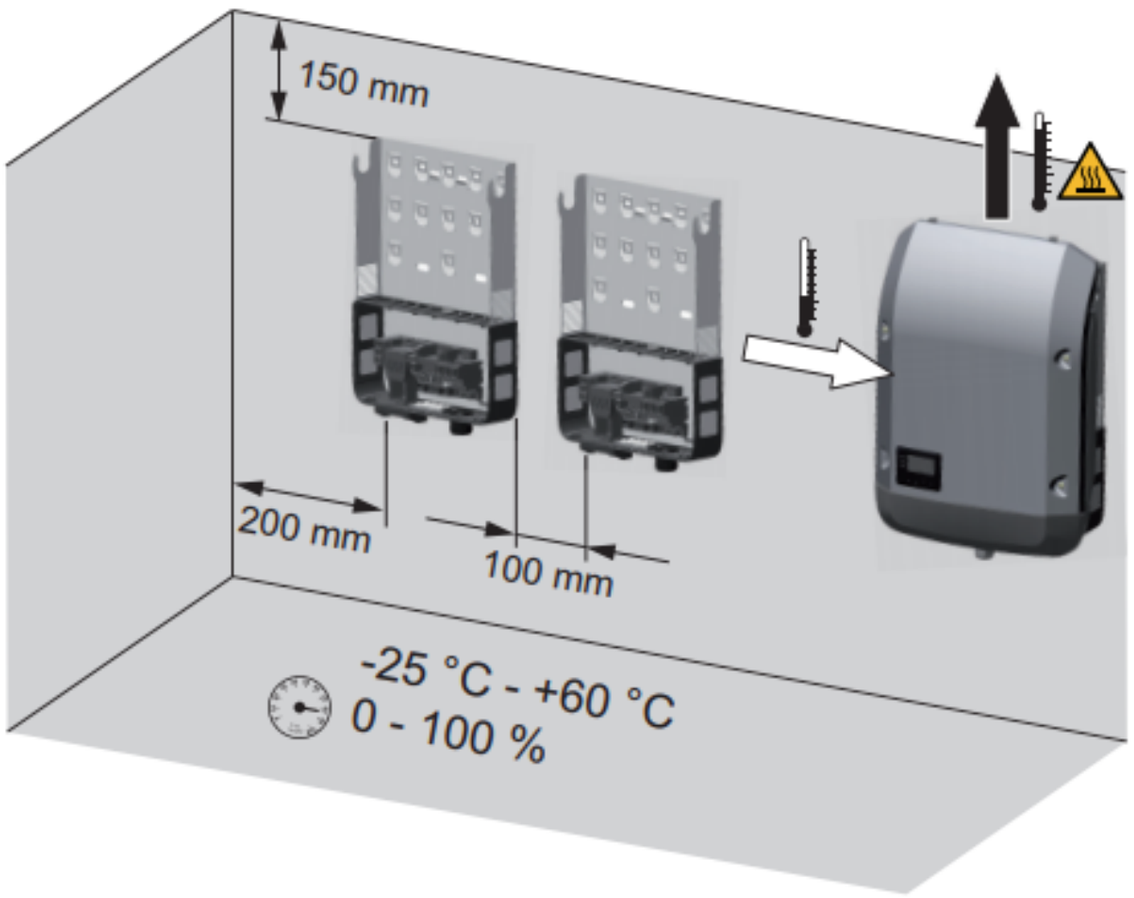
Typ falownika	Moc w kW	Cena w euro	Cena za kW w euro	Cena za kW w stosunku do najtańszego [%]
mikro	0,3	110	367	342
szeregowy 1-fazowy	3	700	233	218
szeregowy 1-fazowy	5	1000	200	187
szeregowy 3-fazowy	10	1700	170	159
szeregowy 3-fazowy	20	3000	150	140
szeregowy 3-fazowy	30	3950	132	123
centralny 3-fazowy	100	13000	130	121
centralny 3-fazowy	300	35000	117	109
centralny 3-fazowy	1400	150000	107	100

Lokalizacja falownika

Falownik powinien być umieszczony:

- W miejscu **osłoniętym od słońca** (brak bezpośredniego padania promieni słonecznych)
- W odpowiedniej **odległości od ścian, sufitu i podłogi**
- W miejscu, które posiada **stabilną temperaturę i odpowiednią cyrkulację powietrza**
- W miejscu, w którym **nie występują substancje niebezpieczne** (np. gazy żrące)
- W miejscu **łatwo dostępnym** (przegląd, serwis)

Instalacja wyłącznie na stałym podłożu.



Maks. temperatury otoczenia:
-25°C / +60°C

Wilgotność względna powietrza:
0–100%

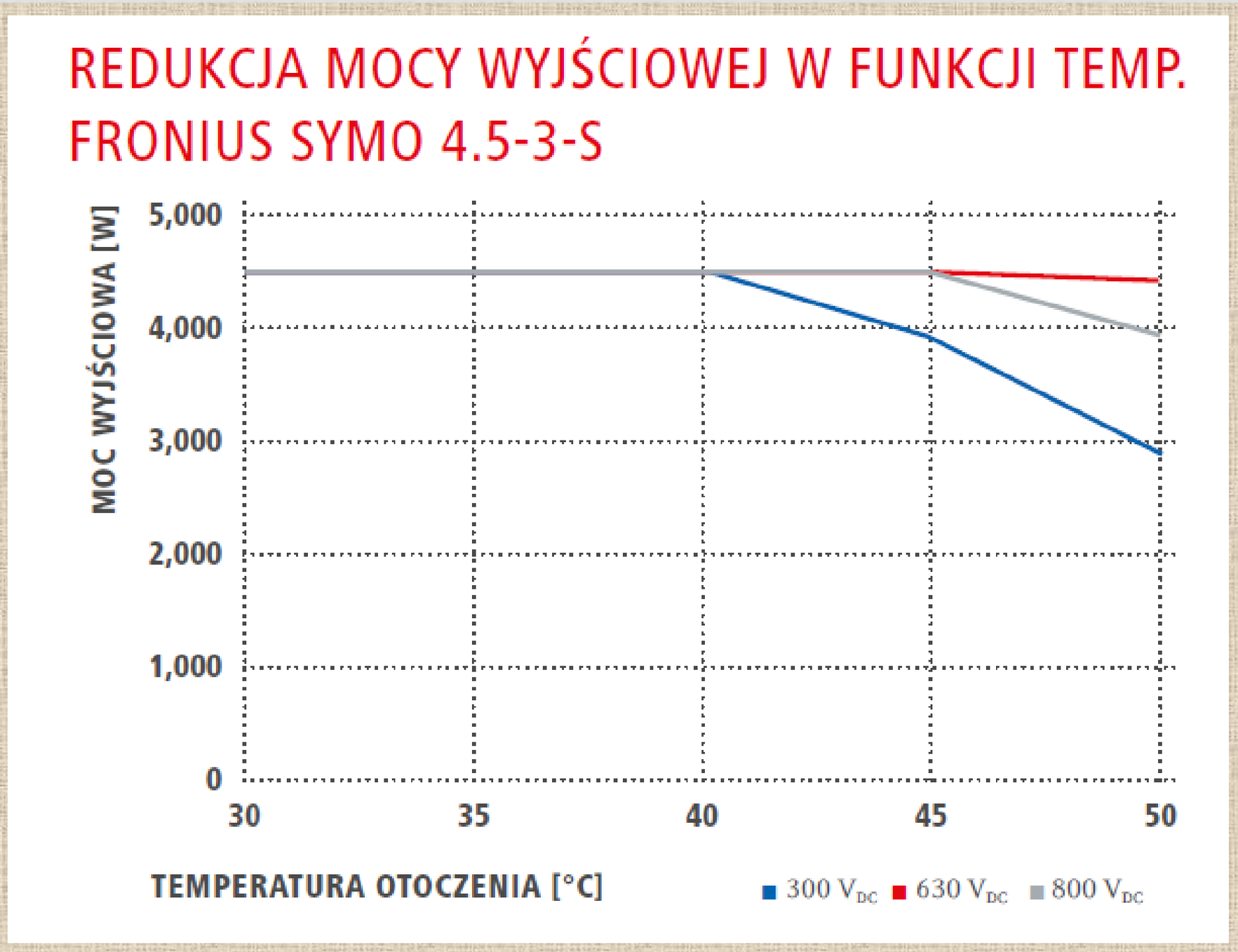
Powietrze chłodzące falownik przepływa od lewej strony do góry (dopływ chłodnego powietrza z lewej strony, odprowadzanie ciepłego powietrza do góry).
Powietrze odlotowe może osiągać temperaturę 70°C.

W przypadku montażu falownika w szafie sterowniczej lub podobnych przestrzeniach zamkniętych, należy zadbać o odpowiednie odprowadzanie ciepła przez wentylację wymuszoną.

Jeżeli falownik ma być zamontowany na ścianie zewnętrznej obory, należy zachować odstęp między falownikiem a otworami wentylacyjnymi i konstrukcyjnymi budynku, wynoszący co najmniej 2 m we wszystkich kierunkach.
W miejscu montażu nie mogą występować dodatkowe obciążenia wywołane przez amoniak, żrące pary, sole lub kwasy.

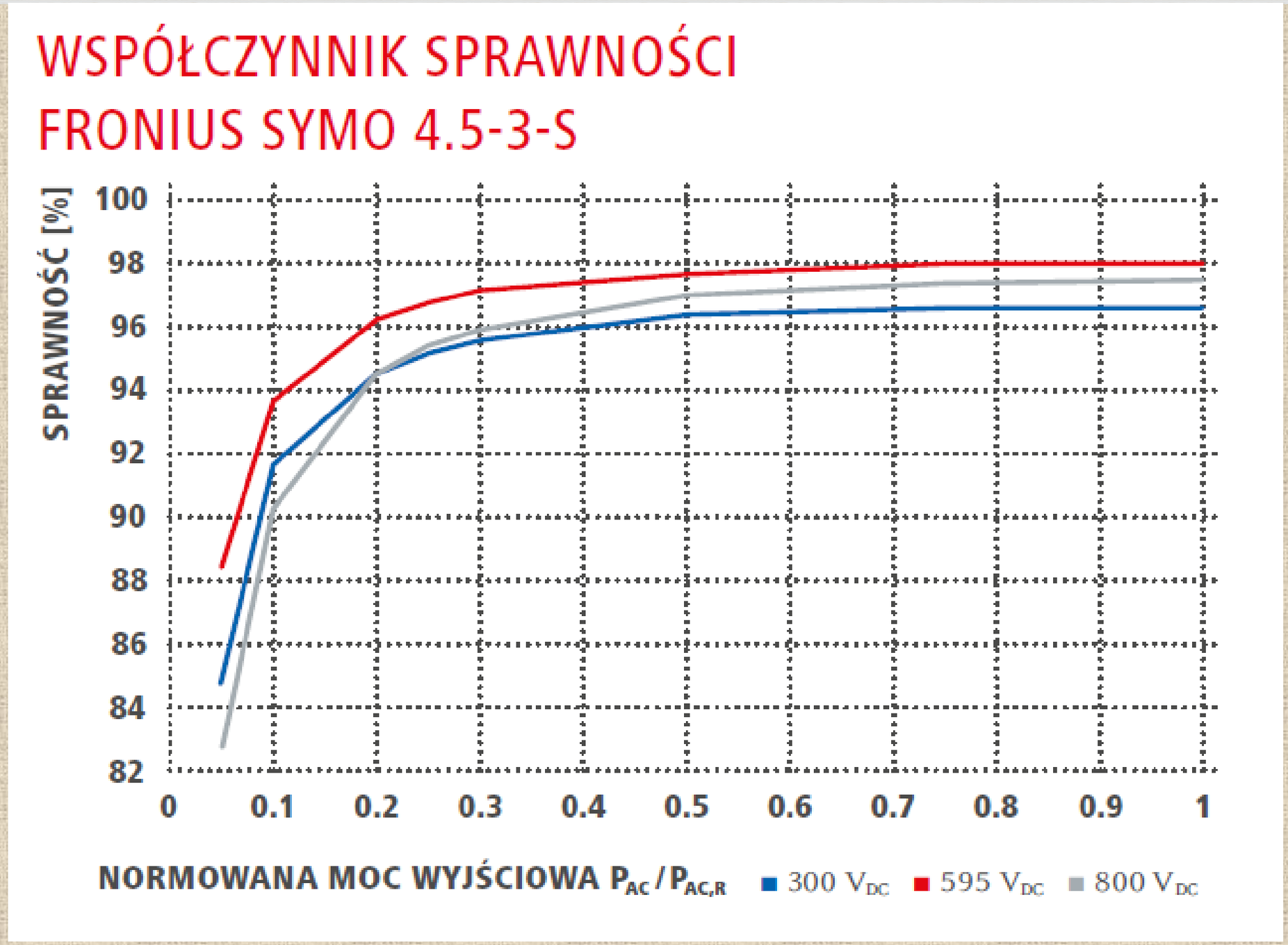
Charakterystyka pracy falownika

Wpływ temperatury na pracę falownika



Charakterystyka pracy falownika

Wpływ mocy wejściowej na pracę falownika



Dobór mocy falownika (przewymiarowanie)

Podczas doboru mocy falownika należy:

- uwzględnić moc zainstalowaną (sumaryczną moc modułów PV)
- dobrać moc falownika w taki sposób, aby moc zainstalowana była o kilka do kilkunastu procent wyższa od mocy falownika
- W przypadku instalacji wschód-zachód przewymiarowanie może być większe (w zależności od kąta montażu)

Przykład:
Moc zainstalowana: 5,1kWp (17 modułów 300Wp)
Moc falownika: 4,5kW
Sprawność falownika: 97%

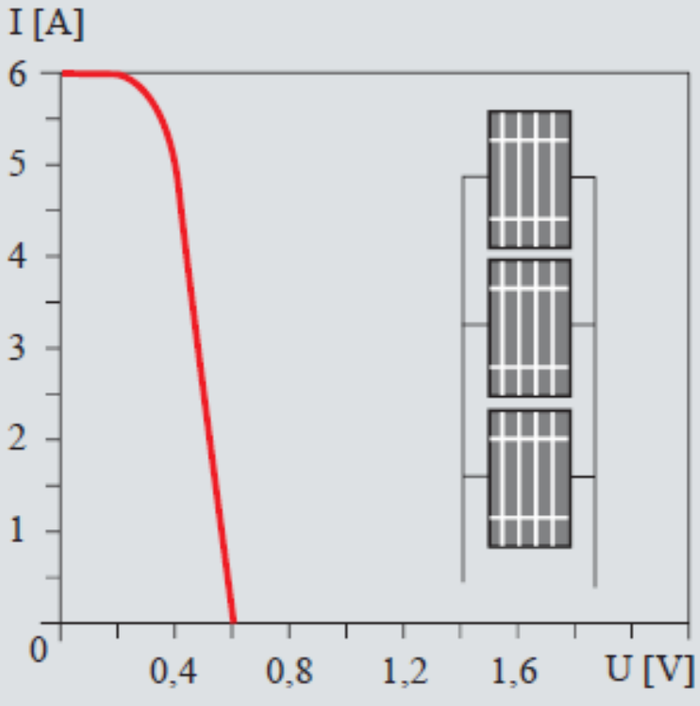
SM = (5,1kWp * 97%) / 4,5kW
SM = 9,93%

Podłączenie łańcuchów do falownika

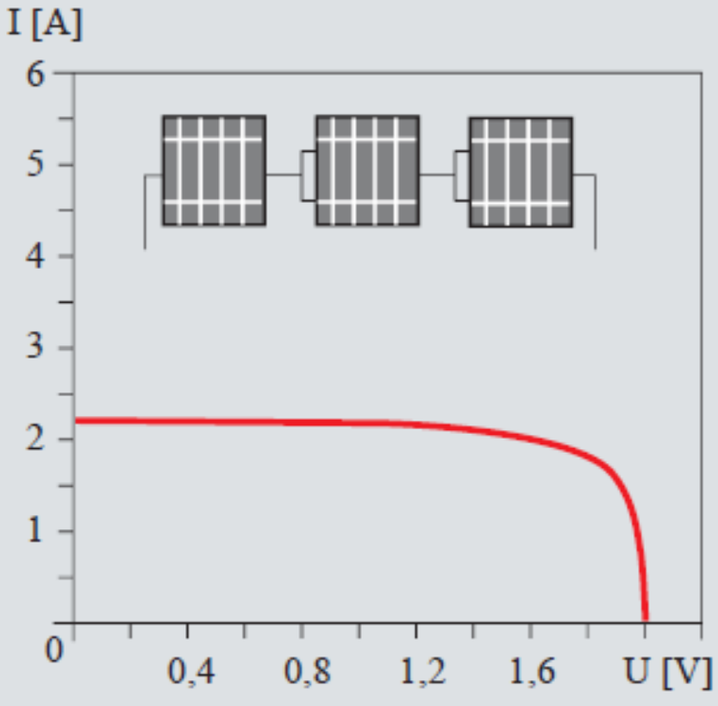
- Konfiguracja podłączenia **zależy od ilości MPPT w falowniku** oraz od ilości łańcuchów.
- Na jeden MPPT przypada od jednego (w mikroinstalacjach) do kilku łańcuchów (zależy od modelu).
- Należy zwracać uwagę na maksymalne napięcie i prąd zwarciowy na MPPT (szczególnie w przypadku najmniejszych falowników)
- W przypadku podłączenia >1 łańcucha na MPPT wszystkie łańcuchy muszę składać się z jednakowej ilości modułów

Połączenie równoległe realizowane jest przez:

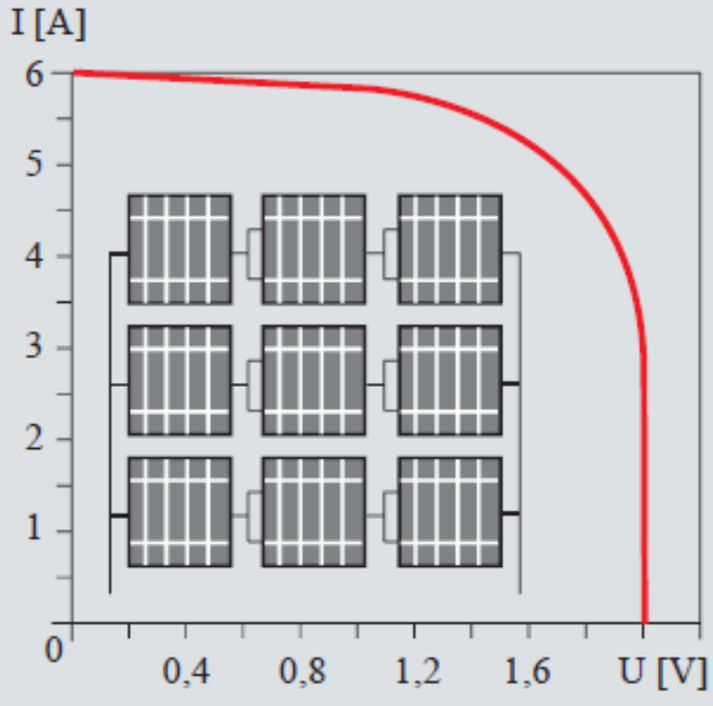
- Złącze równoległe DC w najmniejszych instalacjach (zazwyczaj do 2 łańcuchów na MPPT)
- Skrzynkę połączeniową lub bezpośrednie doprowadzenie łańcuchów do falownika



Połączenia równoległe



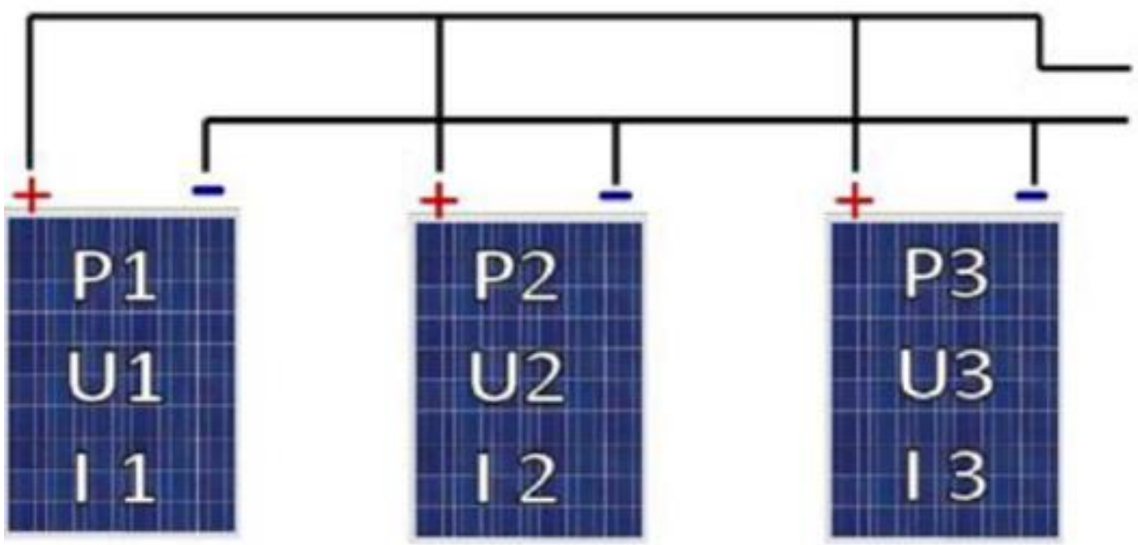
Połączenia szeregowe



Połączenia mieszane

Sposoby łączenia ogniw PV

RÓWNOLEGŁE

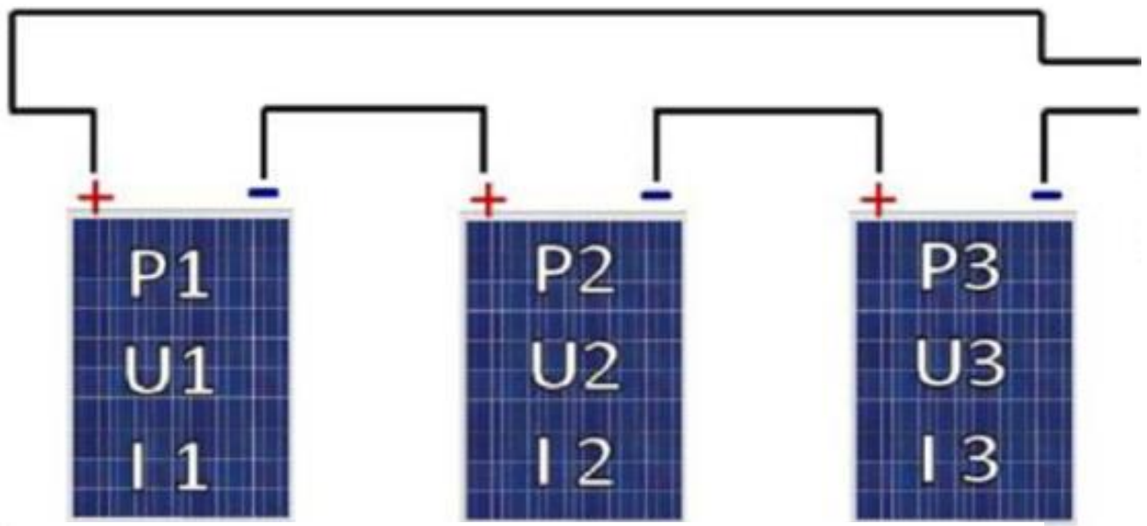


Moc instalacji P = P1 + P2 + P3

Natężenie prądu instalacji I = I1 + I2 + I3

Napięcie instalacji U = U1 = U2 = U3

SZEREGOWE



Moc instalacji P = P1 + P2 + P3

Napięcie instalacji U = U1 + U2 + U3

Natężenie prądu instalacji I= I1 =I2 = I3

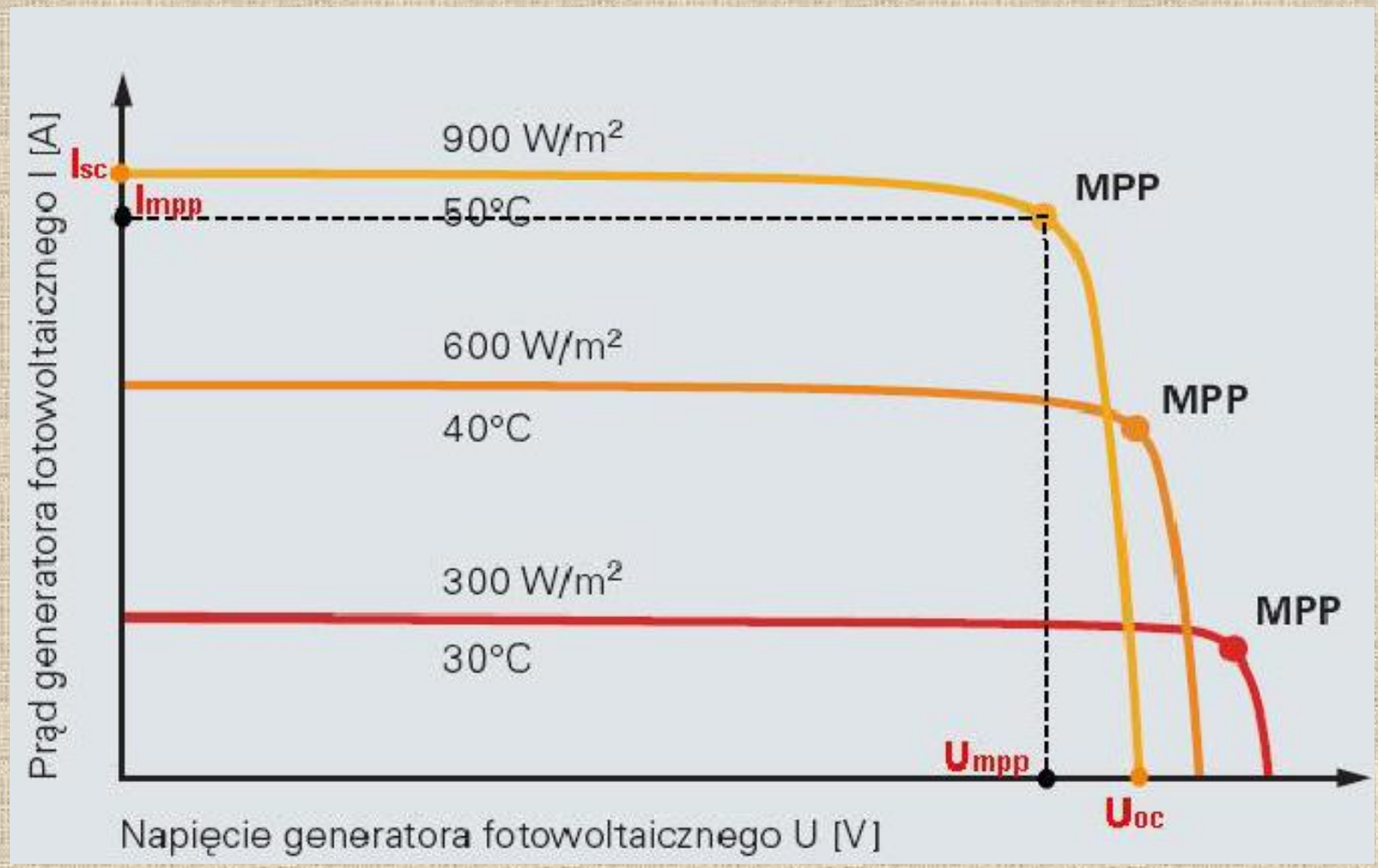
Charakterystyka prądowo-napięciowa

Falownik – sterowanie MPP

MPP (Maximum Power Point) – falownik steruje punktem mocy maksymalnej. Czyli zapewnia pracę generatora solarnego zawsze z maksymalnie możliwą mocą.

Moc generatora fotowoltaicznego zależy od:

- Natężenie promieniowania słonecznego (W/m2)
- Temperatury ogniw

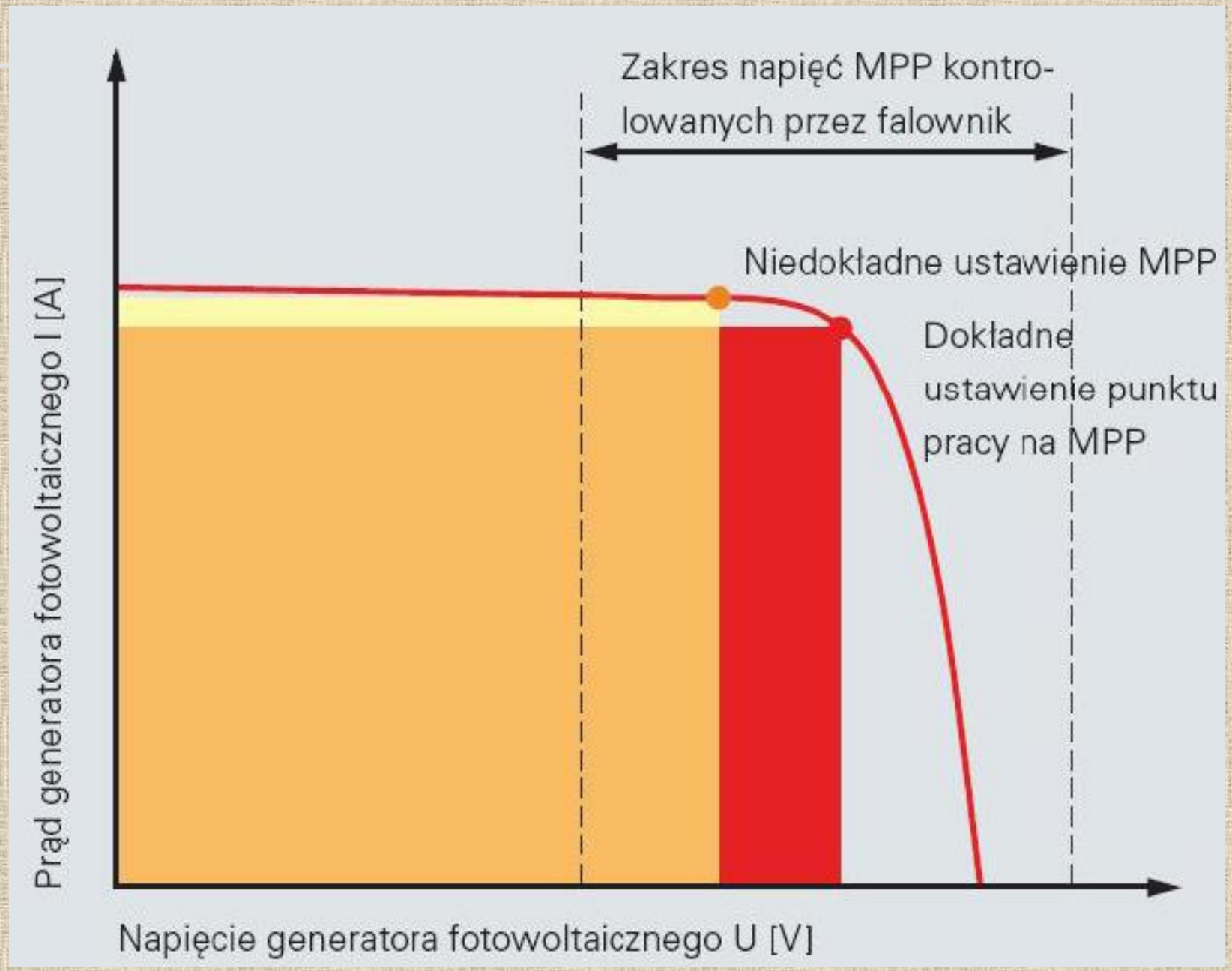


Rys. Charakterystyki dla różnych parametrów

Charakterystyka prądowo-napięciowa

Falownik – sterowanie MPP

Jeśli zmieni się intensywność promieniowania lub temperatura ogniw, to falownik szuka nowego MPP, aby generator pracował zawsze z maksymalnie możliwą mocą (pole na wykresie).



Rys. Zasada szukania MPP

Komunikacja

- Falowniki wyposażone są w szereg portów, dzięki czemu możliwe jest stałe połączenie z siecią i udostępnianie parametrów pracy instalacji
- Zazwyczaj połączenie odbywa się przewodowo (LAN) lub bezprzewodowo, za pomocą modułu Wi-Fi skonfigurowanego z lokalną siecią WLAN.
- W przypadku braku sieci WLAN połączenie realizowane jest np. poprzez Ethernet.
- Producenci falowników pozwalają na śledzenie parametrów w dedykowanych aplikacjach

WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)
6 wejść i 4 cyfrowe wejścia/wyjścia	Podłączenie do odbiornika sterowania zdalnego
USB (gniazdo typu A) [1)]	Dla nośników USB: zbieranie danych, aktualizacja oprogramowania falownika
2x RS422 (gniazdo RJ45) [1)]	Fronius Solar Net
Wyjście przekaźnikowe [1)]	Zarządzanie energią (bezpotencjałowe wyjście przekaźnika)
Rejestrator danych i webserver	Zintegrowany
Wejście sygnałowe [1)]	Przyłącze licznika S0 / Monitorowanie stanu ochronników przeciwprzepięciowych
RS485	Modbus RTU SunSpec lub podłączenie inteligentnego licznika energii

Zabezpieczenia

Falowniki mają wbudowane aparaty, które możemy podzielić na:
- Zabezpieczające układ (np. przed przetężeniem lub przepięciem)
- Pilnujące jakości wysyłanej energii (np. przed nieprawidłowym napięciem lub częstotliwością)

Zabezpieczenia	
Zabezpieczenie przed odwróconą polaryzacją	Tak
Rozłącznik DC	Tak
Ochrona przeciwprzepięciowa DC	Klasa II
Ochrona przeciwprzepięciowa AC	Klasa II
Zabezpieczenie przeciwzwarciowe	Tak
Monitoring zwarcia doziemnego	Tak
Monitoring parametrów sieci	Tak
Zintegrowany system monitorowania przebicia prądu	Tak
Zabezpieczenie AFCI	Tak

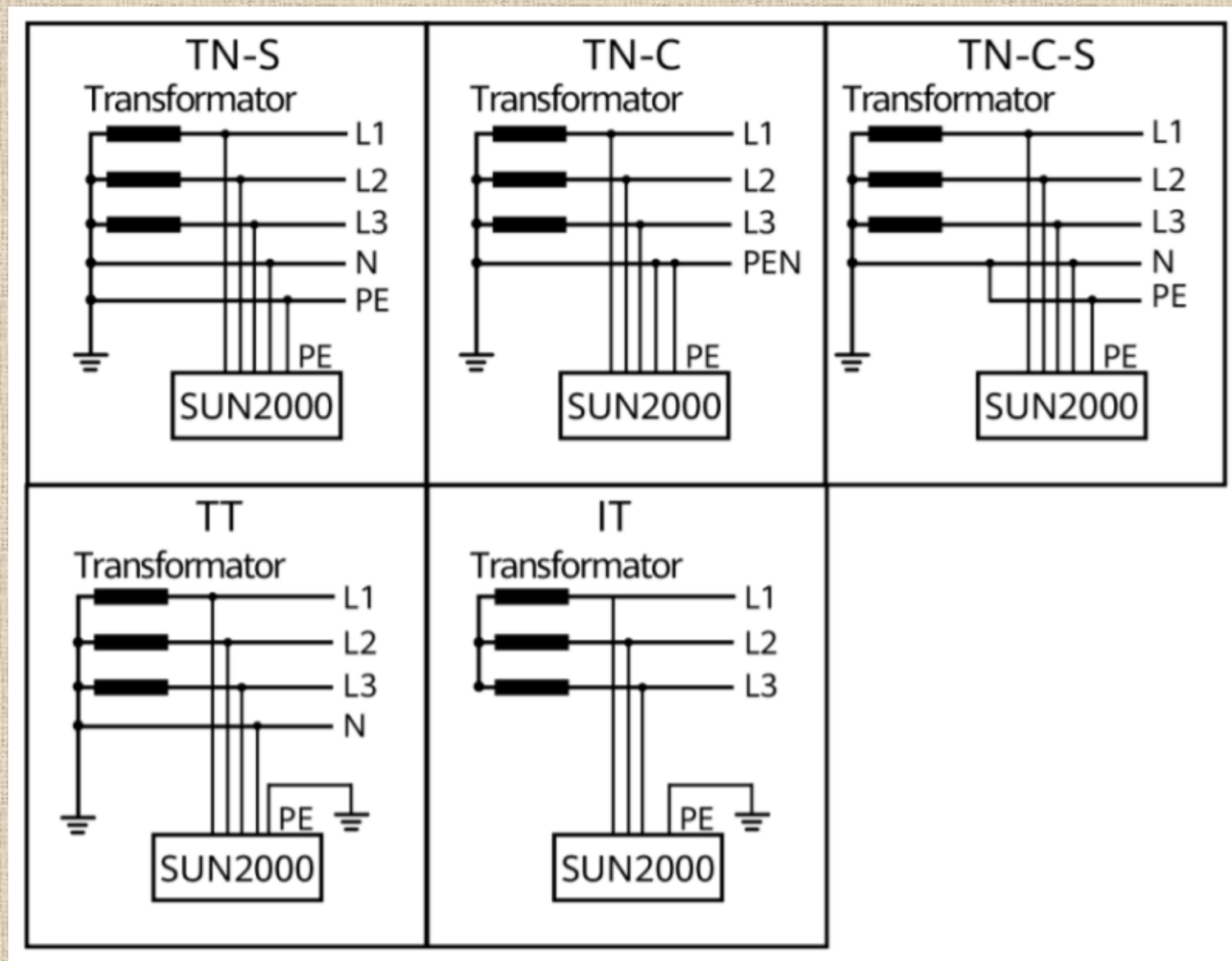
GROWATT MOD 7000TL3-X

Cechy i zabezpieczenia	
Urządzenie odłączające po stronie wejścia	Tak
Zabezpieczenie przed pracą wyspową	Tak
Zabezpieczenie nadprądowe AC	Tak
Zabezpieczenie przeciwzwarciowe AC	Tak
Ochrona przeciwprzepięciowa AC	Tak
Zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją DC	Tak
Ochronnik przeciwprzepięciowy DC	Typ II
Ochronnik przeciwprzepięciowy AC	Tak, typ II zgodnie z EN / IEC 61643-11
Jednostka monitorująca prąd upływu	Tak
Zabezpieczenie przed łukiem elektrycznym	Tak
Odbiornik do zdalnego sterowania	Tak
Zintegrowana funkcja PID recovery [4]	Tak

HUAWEI SUN2000-15KTL-M2

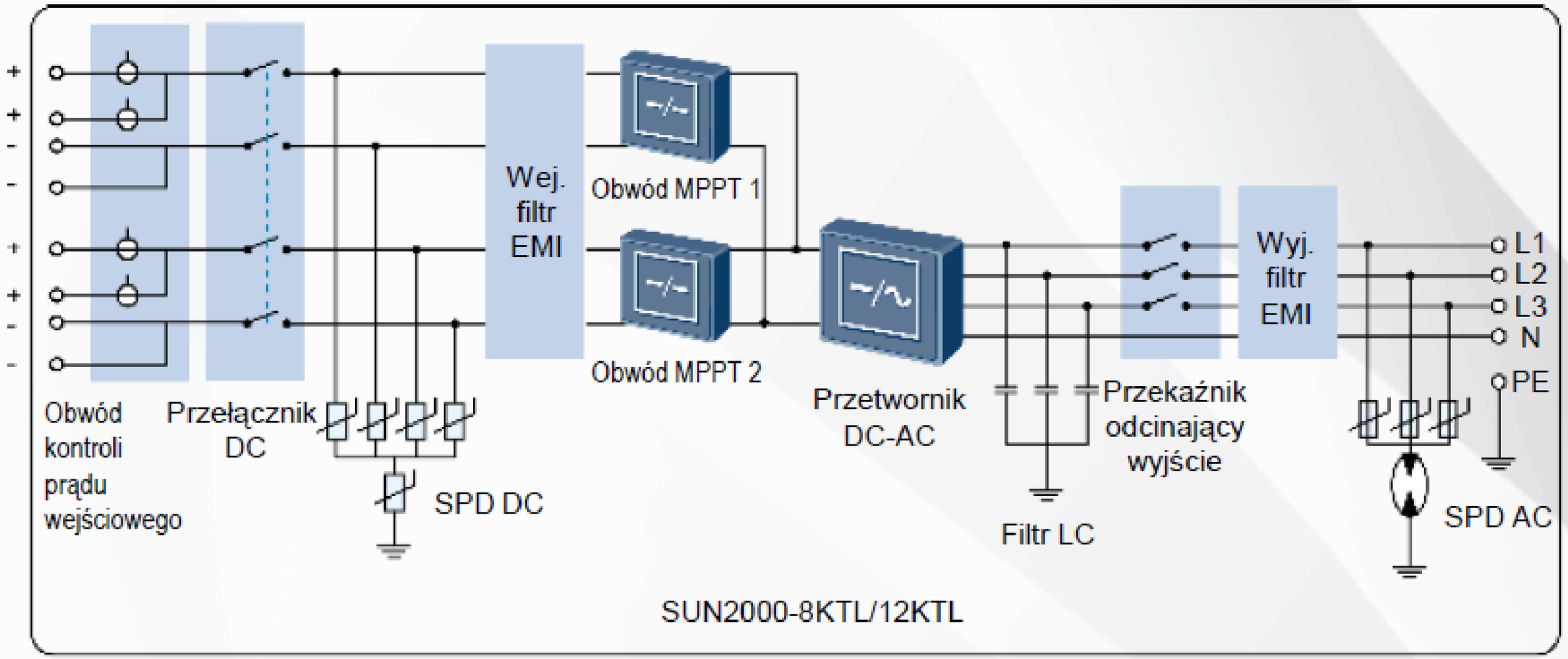
Wpięcie do instalacji elektrycznej w zależności od układu sieciowego

Na przykładzie instrukcji Huawei



Podstawowe elementy falownika

Na przykładzie instrukcji Huawei



Bezpieczna eksploatacja

- **Odpowiednie przeszkolenie** użytkowników instalacji jest ważną kwestią, mającą wpływ na bezpieczeństwo eksploatacji systemu.
- Użytkownik powinien pilnować stałego połączenia falownika z siecią i na bieżąco sprawdzać wszelkie komunikaty systemowe, które mogą informować o nieprawidłowej pracy instalacji.

Przykładowa karta katalogowa

DANE WEJŚCIOWE	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Liczba trackerów MPP	1			2		
Maks. prąd wejściowy ($I_{dc\ max\ 1}$ / $I_{dc\ max\ 2}$ [1)])	16.0 A			16.0 A / 16.0 A		
Maks. prąd zwarciowy dla pola modułów (MPP1/MPP2 [1)])	24.0 A			24.0 A / 24.0 A		
Zakres napięcia wejściowego ($U_{dc\ min}$ - $U_{dc\ max}$)	150 - 1000 V					
Napięcie rozpoczęcia pracy ($U_{dc\ start}$)	200 V					
Użyteczny zakres napięć MPP	150 - 800 V					
Liczba łańcuchów na tracker MPP	3			2+2		
Maksymalna moc generatora PV ($P_{dc\ max}$)	6.0 kW_{peak}	7.4 kW_{peak}	9.0 kW_{peak}	6.0 kW_{peak}	7.4 kW_{peak}	9.0 kW_{peak}

DANE WYJŚCIOWE	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Moc znamionowa AC ($P_{ac,r}$)	3,000 W	3,700 W	4,500 W	3,000 W	3,700 W	4,500 W
Maks. moc wyjściowa	3,000 VA	3,700 VA	4,500 VA	3,000 VA	3,700 VA	4,500 VA
Maks. prąd na wyjściu ($I_{ac\ max}$)	4.3 A	5.3 A	6.5 A	4.3 A	5.3 A	6.5 A
Przyłącze sieciowe (zakres napięcia)	3~NPE 400 V / 230 V or 3~NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)					
Częstotliwość (zakres częstotliwości)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)					
Współczynnik zawartości harmonicznych THD	< 3 %					
Współczynnik mocy (cos $\phi_{ac,r}$)	0.70 - 1 ind. / poj.			0.85 - 1 ind. / poj.		

Przykładowa karta katalogowa

SPRAWNOŚĆ	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Maks. sprawność	98.0 %					
Europejska sprawność ważona (ηEU)	96.2 %	96.7 %	97.0 %	96.5 %	96.9 %	97.2 %
Sprawność dostosowania MPP	> 99.9 %					

ZABEZPIECZENIA	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Pomiar izolacji DC	Tak					
Zachowanie w momencie przeciążenia	Przesunięcie punktu pracy, ograniczenie mocy wyjściowej					
Rozłącznik DC	Tak					
Ochrona przed odwróconą polaryzacją	Tak					

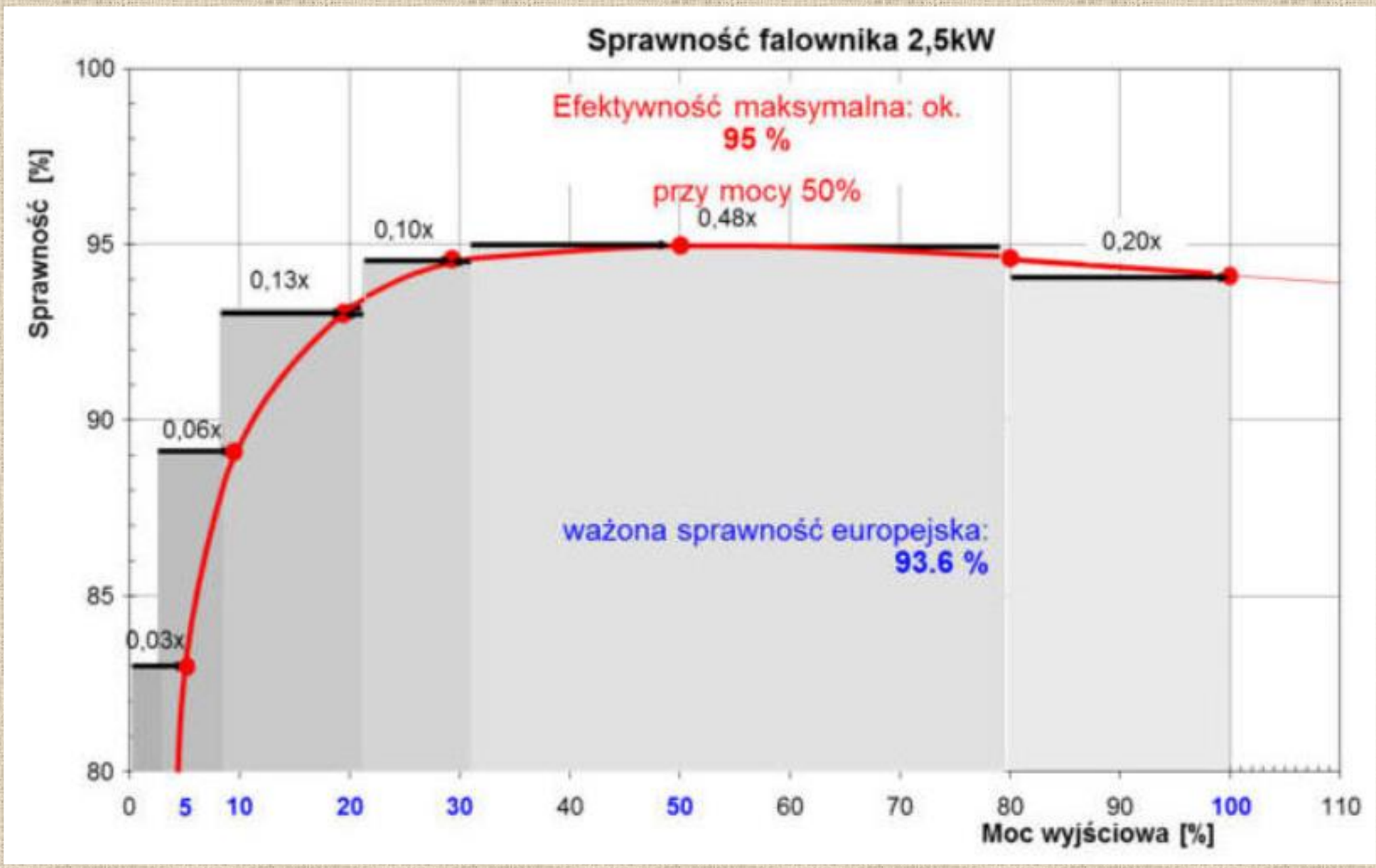
INTERFEJSY / KOMUNIKACJA	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)					
6 wejść i 4 cyfrowe wejścia/wyjścia	Podłączenie do odbiornika sterowania zdalnego					
USB (gniazdo typu A) [1)]	Dla nośników USB: zbieranie danych, aktualizacja oprogramowania falownika					
2x RS422 (gniazdo RJ45) [1)]	Fronius Solar Net					
Wyjście przekaźnikowe	Zarządzanie energią (bezpotencjałowe wyjście przekaźnika)					
Rejestrator danych i webserver[1)]	Zintegrowany					
Wejście sygnałowe [1)]	Przyłącze licznika S0 / Monitorowanie stanu ochronników przeciwprzepięciowych					
RS485	Modbus RTU SunSpec lub podłączenie inteligentnego licznika energii					

Przykładowa karta katalogowa

DANE OGÓLNE	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Wymiary (wysokość x szerokość x głębokość)	645 x 431 x 204 mm					
Waga	16.0 kg			19.9 kg		
Stopień ochrony	IP 65					
Klasa ochronności	1					
Kategoria przepięciowa (DC / AC) [2]	2 / 3					
Pobór energii w nocy	< 1 W					
Topologia falownika	Beztransformatorowa					
Chłodzenie	Regulowana wymuszona wentylacja					
Montaż	Montaż wewnętrzny i zewnętrzny					
Zakres temperatury otoczenia	-25 - +60 °C					
Dopuszczalna wilgotność powietrza	0 - 100 %					
Maks. wysokość nad poziomem morza	2.000 m / 3.400 m (nieograniczony / ograniczony zakres napięcia)					
Zaciski przyłączeniowe DC	3x DC+ i 3x DC- Zaciski śrubowe 2,5-16 mm^2			4x DC+ i 4x DC- Zaciski śrubowe 2,5-16mm^2 [3]		
Zaciski przyłączeniowe AC	5-stykowe zaciski śrubowe 2,5–16 mm^2			5-stykowe zaciski śrubowe 2,5–16mm^2 [3]		
Certyfikaty i zgodność z normami	ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777 [1], CEI 0-21 [1] , NRS 097					

Sprawność falownika

- Maksymalna
- Ważona (Europejska)



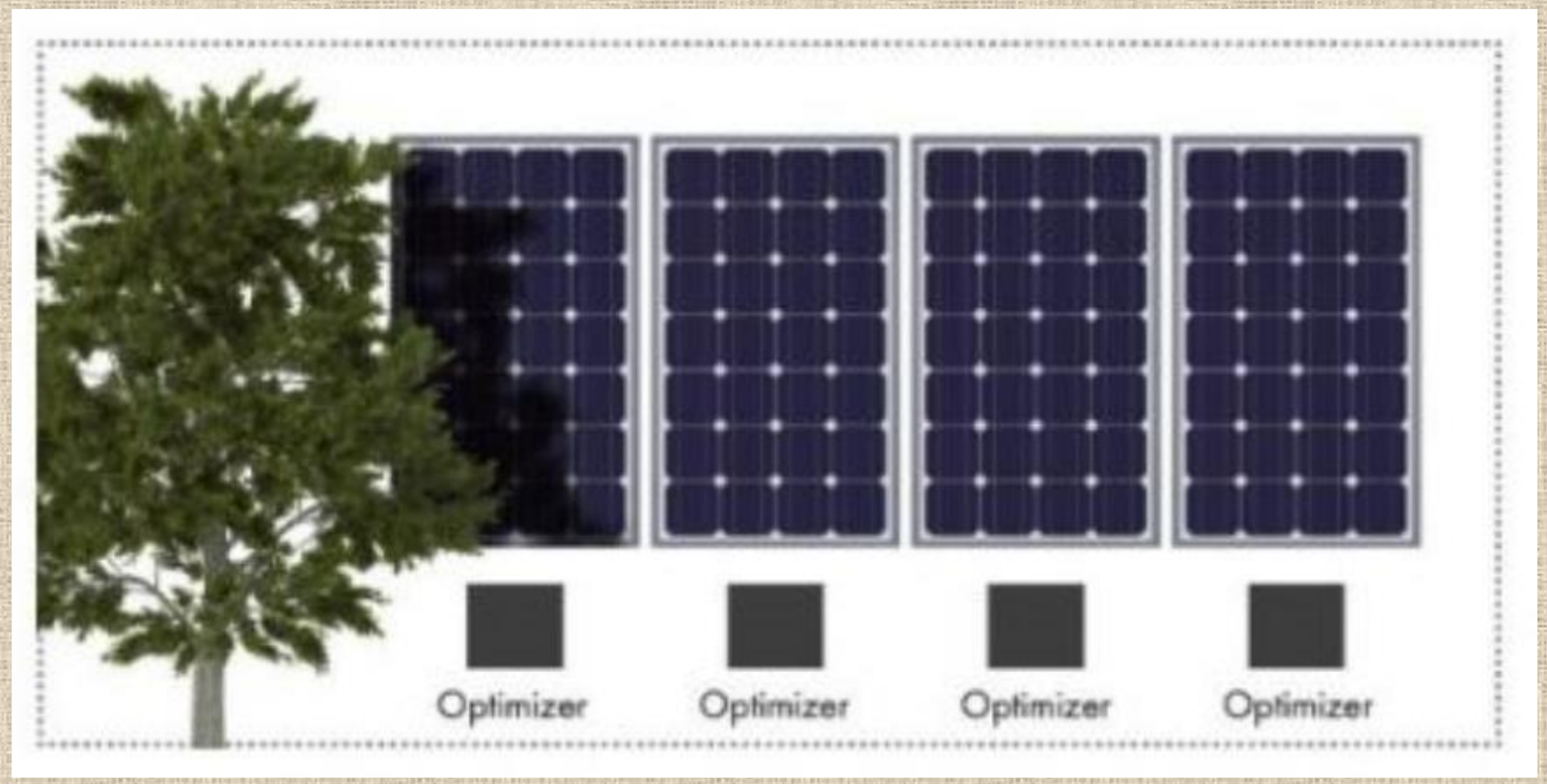
OPTYMALIZACJA MOCY

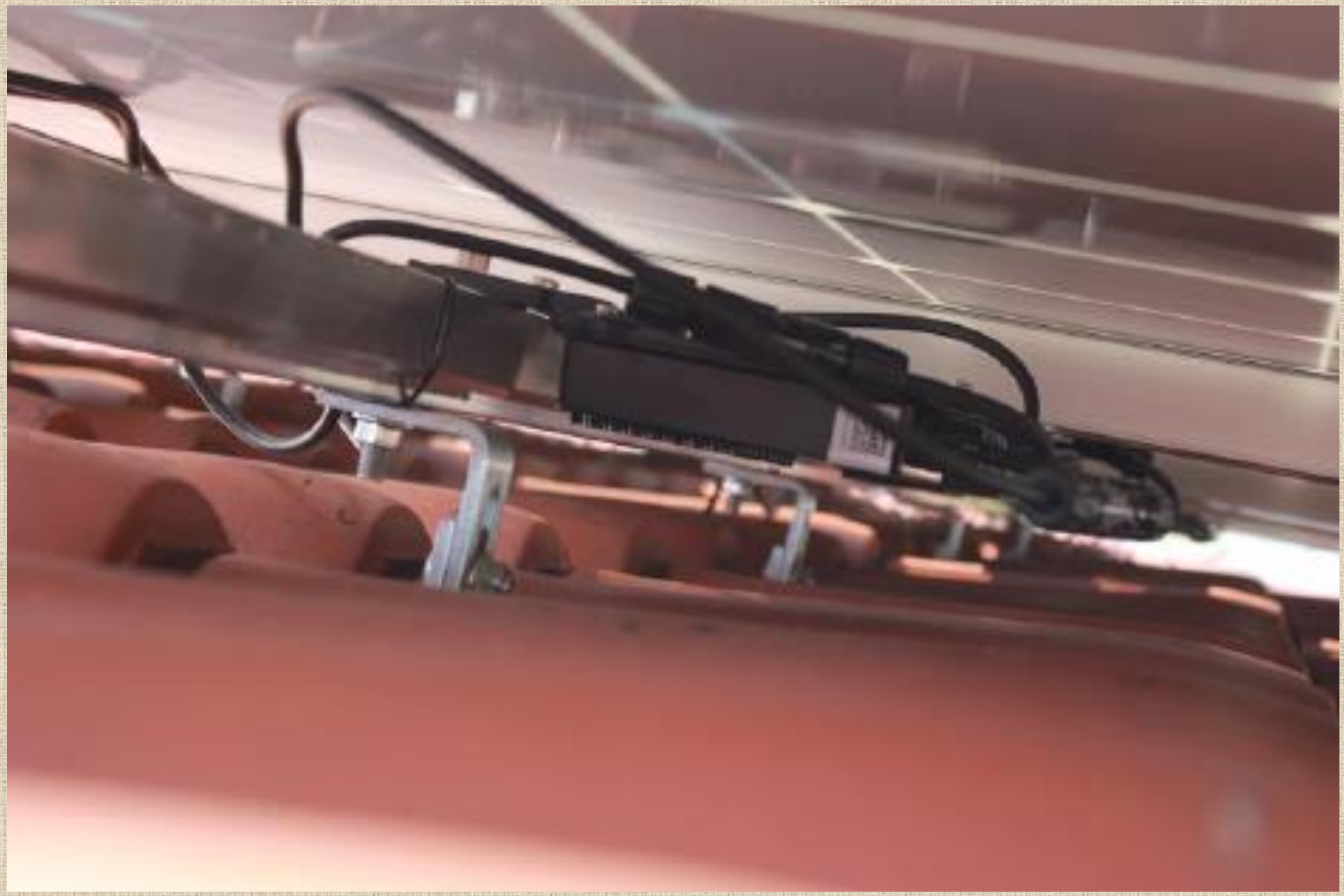
OPTYMALIZACJA SELEKTYWNA

Np. TIGO, SMA, HUAWEI

OPTYMALIZACJA PEŁNA

SOLAREDGE, HUAWEI





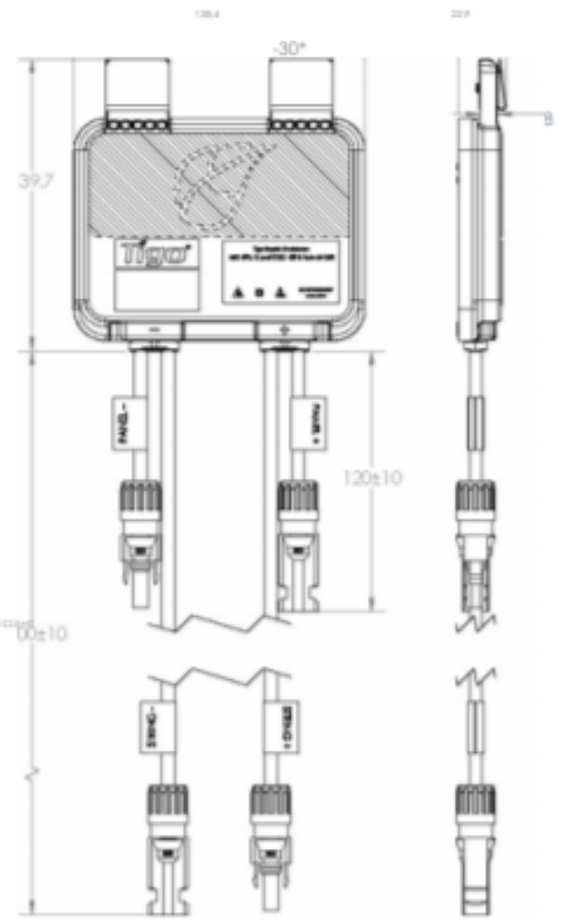
Cechy optymalizatorów mocy

- Szukanie MPP na poziomie modułu (w przypadku pełnej optymalizacji moduły nie wpływają wzajemnie na swoją pracę)
- Dostosowanie parametrów optymalizowanego modułu zacienionego do parametrów pracy modułów niezacienionych (przy optymalizacji selektywnej)
- Ograniczenie do 1V lub całkowite zrzucenie napięcia w przypadku awarii lub wyłączenia (napięcie bezpieczne)
- Możliwość śledzenia pracy poszczególnych modułów (zaawansowany monitoring)

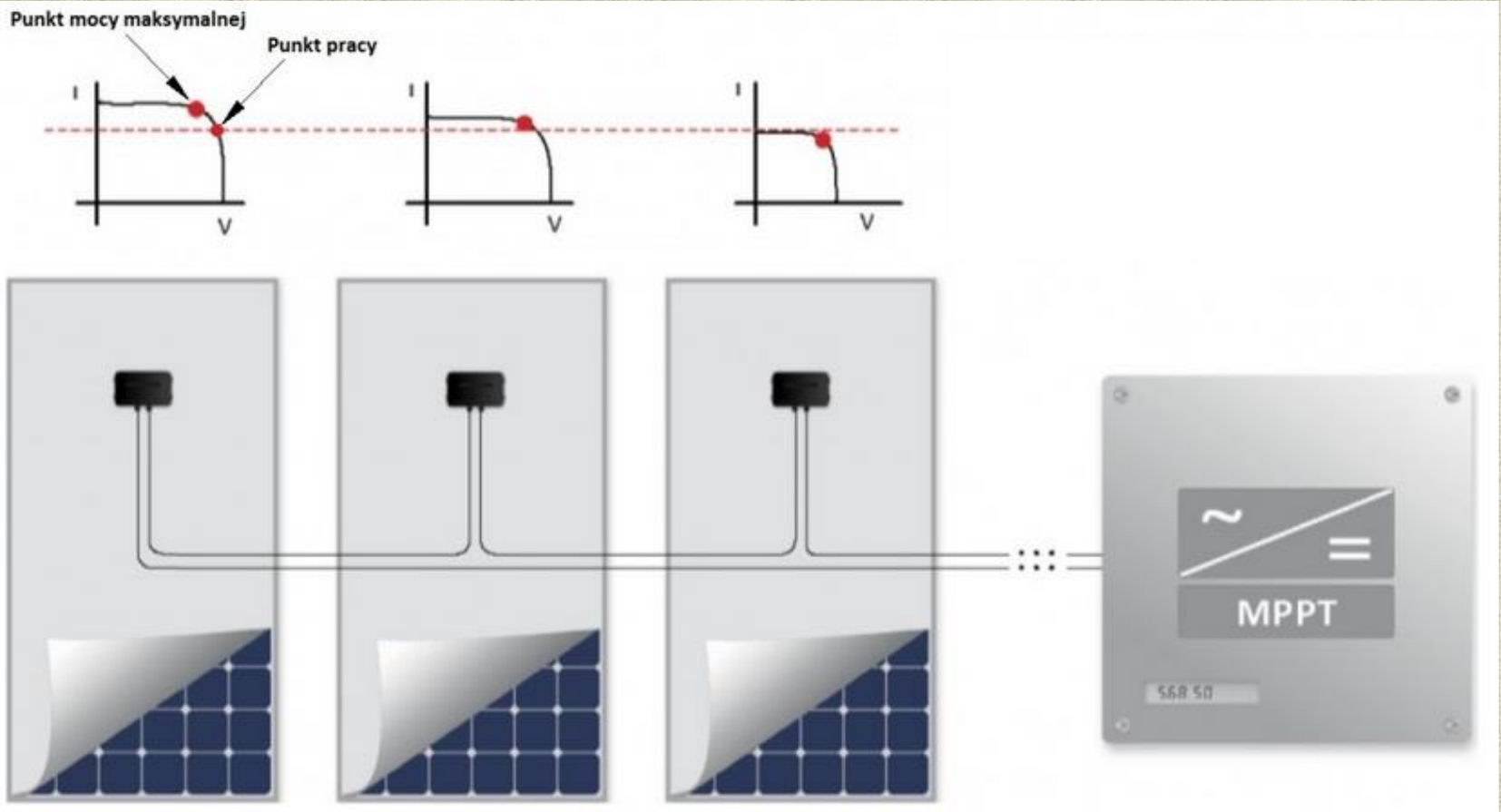
Parametry optymalizatora TIGO

DANE TECHNICZNE DODATKU TS4-A-O

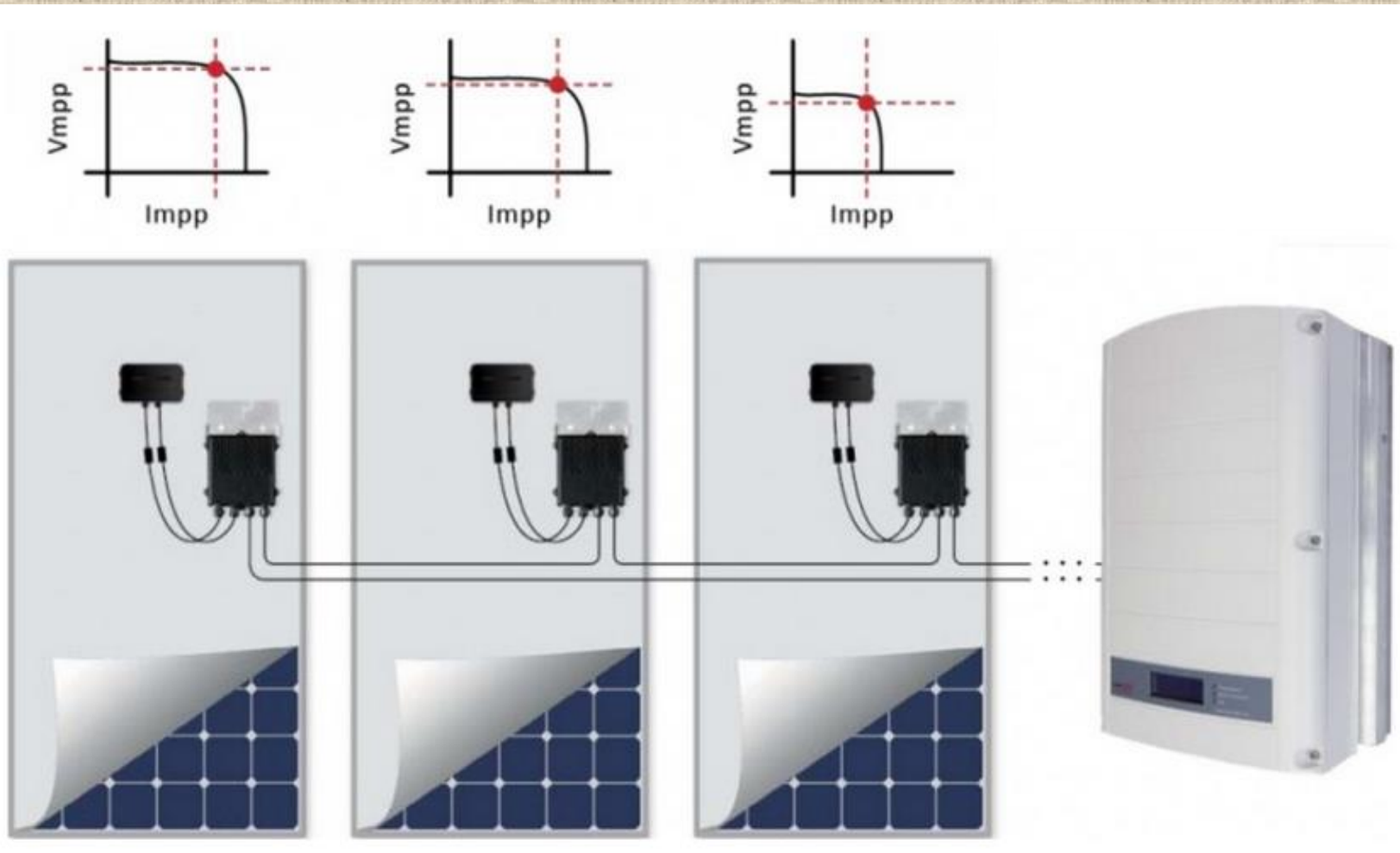
Środowiskowe	
Zakres temperatur pracy	-40°C do +85°C (-40°F do +185°F)
Klasa ochrony w zakresie pracy na zewnątrz pomieszczeń	IP68
Maksymalna wysokość pracy	2000 m n.p.m
Mechaniczne	
Wymiary	138,4 mm x 139,7 mm x 22,9 mm
Waga	520 g
Elektryczne	
Całkowite maksymalne napięcie wejściowe (V_{OC} przy najniższej temperaturze)	90 V
Zakres napięcia	16 - 90 V
Prąd maksymalny	12 A
Moc maksymalna	500 W
Długość przewodu wyjściowego	1,2 m (standard)
Złącza	MC4 (standard)
Rodzaj komunikacji	Bezprzewodowa
Zalecany prąd znamionowy bezpiecznika	15 A
Sprawność maksymalna	99,77 %



Funkcja wyłączania na poziomie modułu wymaga urządzenia TAP, zaś monitorowanie z użyciem dodatku TS4-A-O wymaga urządzenia CCA.



Układ „klasyczny”



SolarEdge

Przegląd zalet

Zaleta: Wyjątkowe rozwiązanie bezpieczeństwa.

Optymalizatory mocy umożliwiają automatyczne obniżenie napięcia DC modułów za każdym razem, gdy odłączone jest zasilanie AC, odłączony jest falownik lub gdy nastąpi awaria instalacji zapewniając bezpieczeństwo podczas konserwacji lub w przypadku pożaru.

Bezpieczeństwo & Serwisowanie

Zwiększona wydajność instalacji

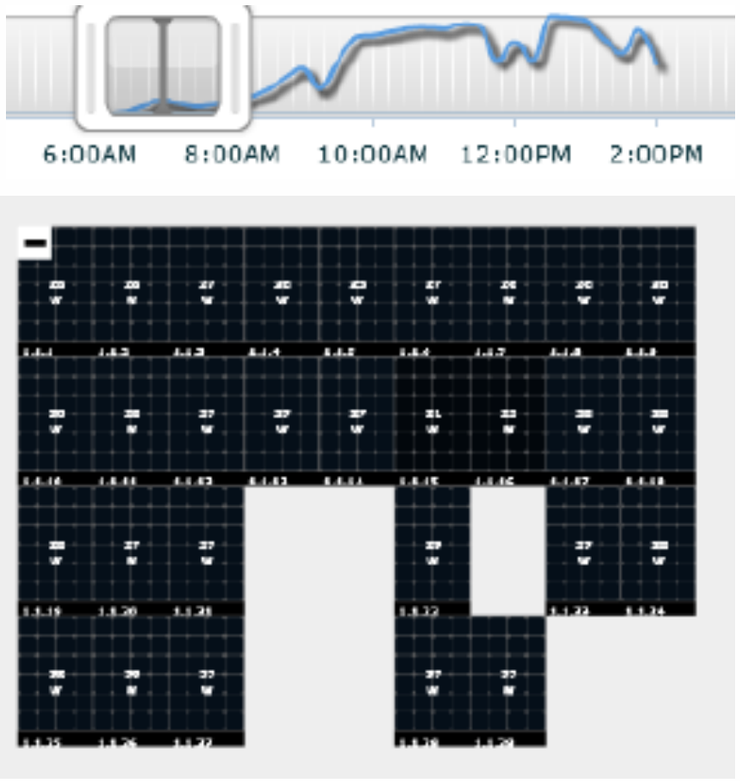
Optymalizatory mocy zapewniają śledzenie MPP oddzielnie dla każdego panela PV. Pozwala to na pracę przy optymalnym prądzie i napięciu.
Zużycie mniejszej ilości kabli DC, dzięki dłuższym łańcuchom

©2014 SolarEdge

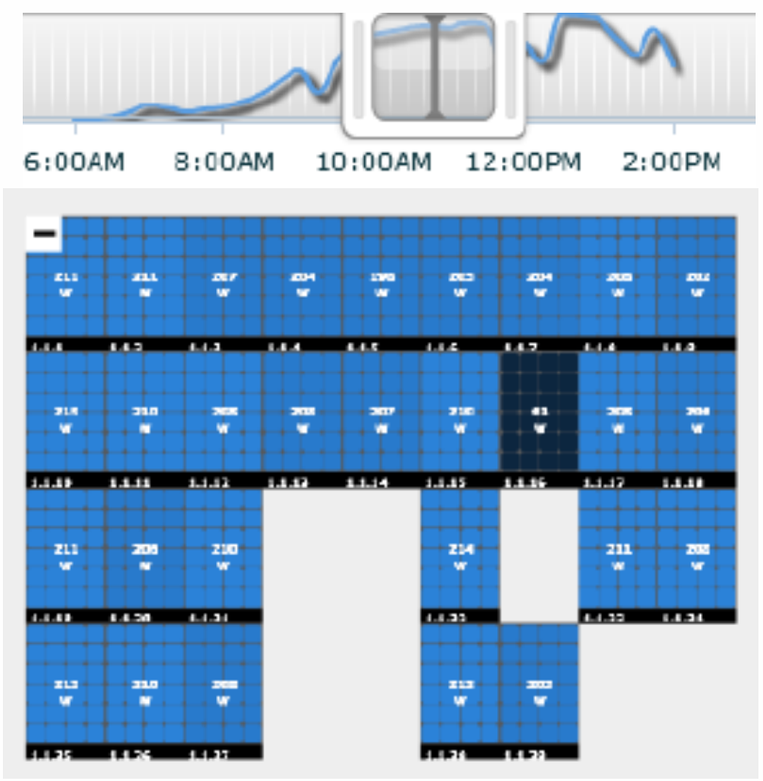
Monitoring

Dokładne monitorowanie zysku instalacji na każdy dzień

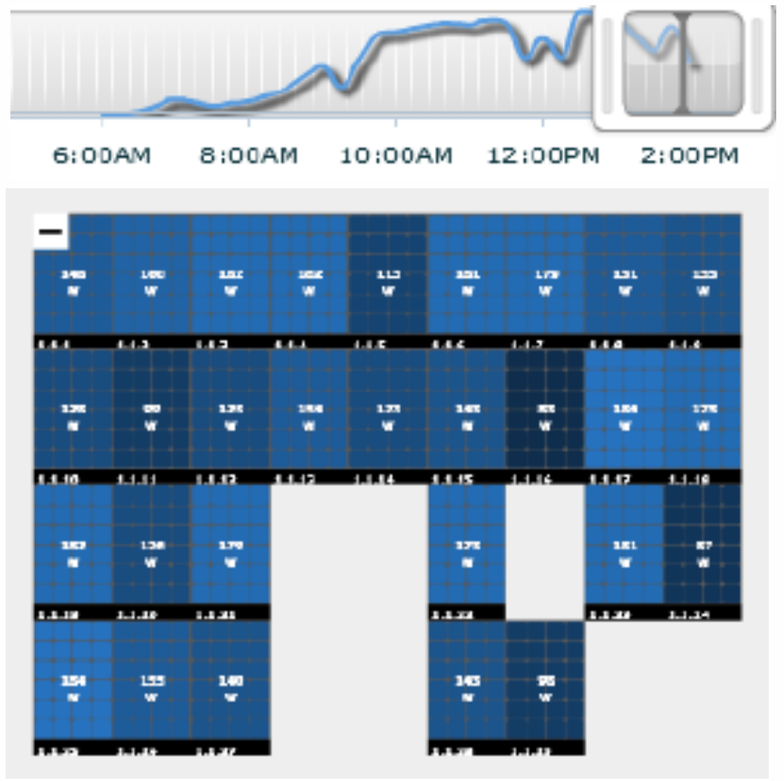
- Dzięki wizualizacji każdego modułu osobno można szybko i dokładnie rozpoznać zacienienie lub niesprawnie działający moduł PV



Rano: system startuje



Godzina 11:00: dokładnie widać cień (komin)



Godzina 14:00: zacienienie przez chmury

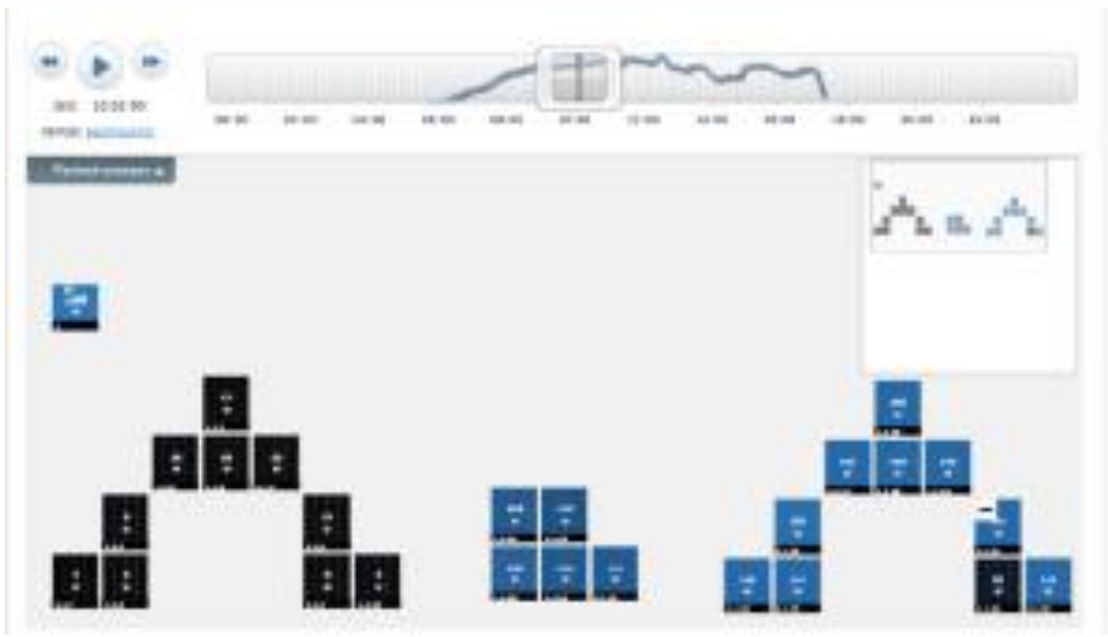
Wykorzystanie powierzchni dachu

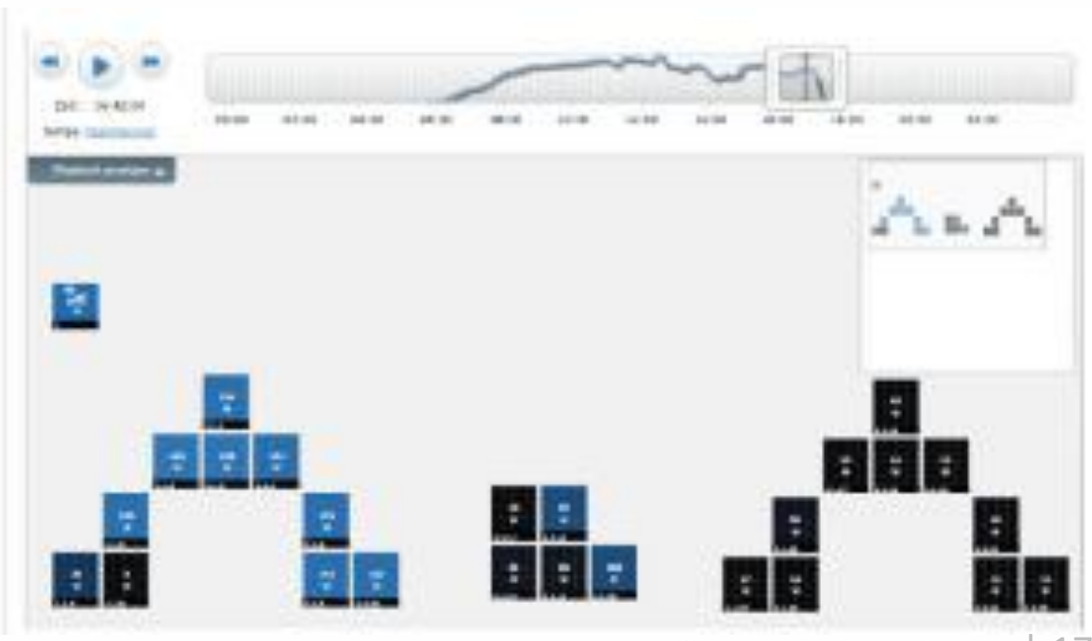
Realizacja skomplikowanego dachu (zacienienie)

- Łatwy design instalacji nawet przez trudne warunki (zacienienie)
- 3 dodatkowe moduły na garażu są podłączone do 1 łańcucha
- Mniejsze zapotrzebowanie na kabel ze względu na tworzenie tylko jednego łańcucha
- Możliwość dodania modułów PV w trakcie użytkowania instalacji, nawet jeśli pochodzą od innego producenta.

Quelle: Photon Magazin

Większy uzysk





Konfiguracja łańcuchów w SolarEdge

Optymalizator na 1 moduł

PROJEKT SYSTEMU PRZY UŻYCIU FALOWNIKA SOLAREDGE[4][5]		JEDNOFAZOWY HD-WAVE	JEDNOFAZOWY	TRÓJFAZOWY	TRÓJFAZOWY DLA SIECI 277 / 480V	
Minimalna długość łańcucha (optymalizatory mocy)	P370, P401, P500[6]	8		16	18	
	P404, P405, P485, P505	6		14 (13 z SE3K)[7]	14	
Maksymalna długość łańcucha (optymalizatory mocy)		25		50	50	
Maksymalna moc łańcucha		5700	5250	11250[8]	12750[9]	W
Równoległe łańcuchy różnych długości lub orientacji		Tak				

Optymalizator na 2 moduły

PROJEKT SYSTEMU PRZY UŻYCIU FALOWNIKA SOLAREDGE[6][7][8]		Falownik trójfazowy SE15K lub większy	Falownik trójfazowy SE16k lub większy					Falowniki trójfazowe sieci Delta 277/480V					
Kompatybilny optymalizator		P650	P650	P730	P801	P800p / P850	P950	P650	P730	P801	P800p / P850	P950	
Minimalna długość łańcucha	Optymalizatorów mocy	14											
	Modułów PV[7]	27											
Maksymalna długość łańcucha	Optymalizatorów mocy	30											
	Modułów PV[7]	60											
Maksymalna moc łańcucha		11250[9]				13500[9]	12750[9]	12750[10]			15300[10]	14450[10]	W
Równoległe łańcuchy o różnych długościach i orientacji		Tak											

Parametry optymalizatorów SolarEdge

Model optymalizatora (typowa kompatybilność modułowa)	P370 (dla modułów wysokiej mocy o 60 i 72 ogniwach)	P401 (dla modułów wysokiej mocy o 60 i 72 ogni-wach)	P404 (moduły 60-ogni-wa oraz 72-ogniwa w krótkich łańcuchach)	P405 (dla modułów cienkowarst-wowych)	P485 (dla modułów cienkowarst-wowych)	P500 (moduły 96 ogni-wowe)	P505 (dla modułów o wyższym natężeniu prądu)	
WEJŚCIE								
Nominalna moc wejściowa[1]	370	400	405	405	485	500	505	W
Absolutne maksymalne napięcie wejściowe (Voc w najniższej temperaturze)	60		80	125		80	83	Vdc
Zakres napięcia MPPT	8 - 60		12.5 - 80	12.5 - 105		8 - 80	12.5 - 83	Vdc
Maksymalny prąd zwarciowy (Isc)	11	11.75	11			10.1	14	Adc
Maksymalna sprawność	99.5							%
Sprawność ważona	98.8							%
Kategoria przepięciowa	II							
WYJŚCIE W TRAKCIE PRACY (OPTYMALIZATOR MOCY JEST PODŁĄCZONY DO DZIAŁAJĄCEGO FALOWNIKA SOLAREDGE)								
Maksymalny prąd wyjściowy	15							Adc
Maksymalne napięcie wyjściowe	60		85			60	85	Vdc
WYJŚCIE W TRYBIE GOTOWOŚCI (OPTYMALIZATOR MOCY JEST ODŁĄCZONY OD FALOWNIKA SOLAREDGE LUB FALOWNIK JEST WYŁĄCZONY)								
Bezpieczne napięcie wyjściowe optymalizatory mocy	1 ± 0.1							Vdc
ZGODNOŚĆ Z NORMAMI								
EMC	FCC część 15 klasa B, IEC61000-6-2, IEC61000-6-3							
Bezpieczeństwo	IEC62109-1 (klasa bezpieczeństwa II), UL1741							
RoHS	Tak							
Zabezpieczenie p.poż.	VDE-AR-E 2100-712:2013-05							

Parametry optymalizatorów SolarEdge

AKADEMIA VIESMANN

/ Optymalizator mocy dla instalacji mieszkaniowych

Europa

S440, S500

	S440	S500	JEDNOSTKA
Znamionowa moc wejściowa DC[1]	440	500	W
Absolutnie maksymalne napięcie wejściowe (Voc)	60		V DC
Zakres roboczy MPPT	8 - 60		V DC
Maksymalny prąd zwarciowy (Isc)	14.5		A DC
Maksymalna wydajność	99.5		%
Ważona wydajność	98.6		%
Kategoria przepięciowa	II		
WYJŚCIE PODCZAS PRACY			
Maksymalny prąd wyjściowy	15		A DC
Maksymalne napięcie wyjściowe	60		V DC
WYJŚCIE W TRYBIE GOTOWOŚCI (OPTYMALIZATOR MOCY JEST ODŁĄCZONY OD FALOWNIKA SOLAREDGE LUB FALOWNIK JEST WYŁĄCZONY)			
Bezpieczne napięcie optymalizatora	1		V DC
ZGODNOŚĆ Z NORMAMI			
Kompatybilność elektromagnetyczna	FCC Część 15 klasa B, IEC61000-6-2, IEC61000-6-3, CISPR11, EN-55011		
Bezpieczeństwo	IEC62109-1 (bezpieczeństwo klasy II), UL1741		
Tworzywo	UL94 V-0, odporny na działanie promieniowania UV		
RoHS	Tak		
Bezpieczeństwo przeciwpożarowe	VDE-AR-E 2100-712:2013-05		
SPECYFIKACJA INSTALACJI			
Maksymalne dopuszczalne napięcie systemu	1000		V DC
Wymiary (szer. x dł. x wys.)	129 x 153 x 30		mm
Waga (wraz z przewodami)	655 / 1.5		g / lb
Złącze wejściowe	MC4[2]		
Długość przewodu wejściowego	0.1		m
Złącze wyjściowe	MC4		
Długość przewodu wyjściowego	(+) 2.3, (-) 0.10		m
Zakres temperatur pracy[3]	Od -40 do +85		˚C
Stopień ochrony	IP68/NEMA6P		
Wilgotność względna	0 - 100		%

(1) Moc znamionowa modułu w STC nie może przekroczyć znamionowej mocy wejściowej DC optymalizatora mocy. Dozwolone są moduły z tolerancją mocy do +5%

(2) W przypadku innych typów złączy skontaktuj się z SolarEdge

(3) Obniżenie mocy - Dla temperatury otoczenia powyżej + 70˚C / + 158˚F następuje obniżenie mocy. Aby uzyskać więcej informacji, patrz Nota Aplikacyjna: Redukcja mocy pod wpływem temperatury

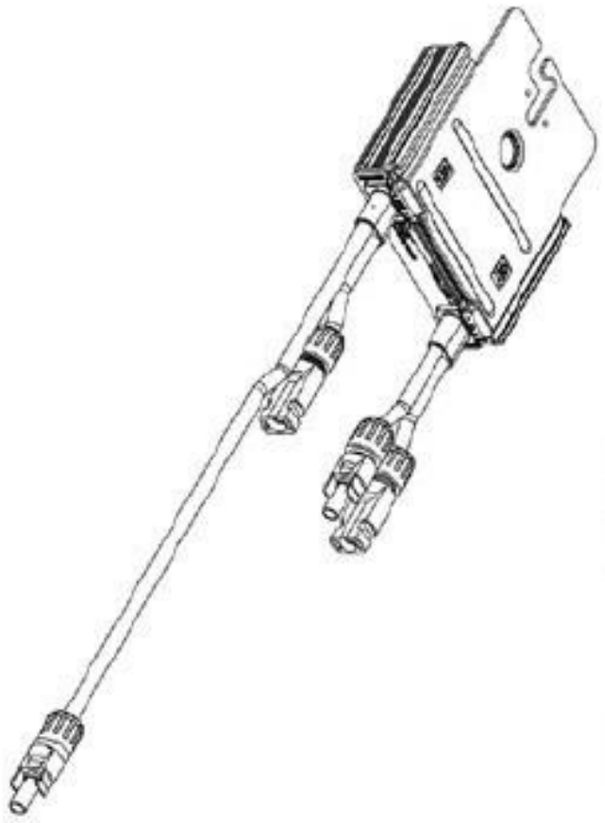
Parametry falownika SolarEdge

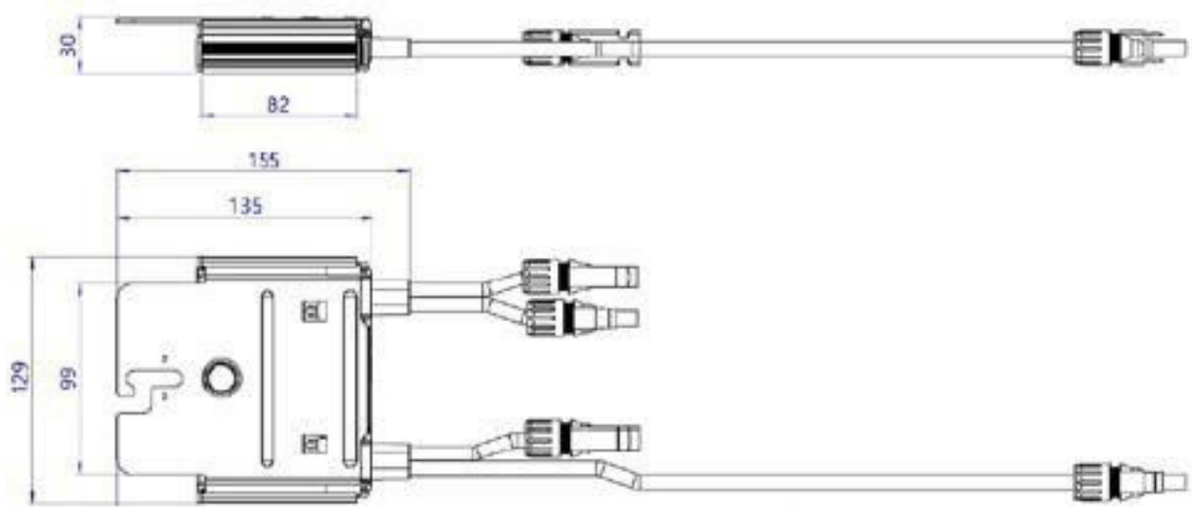
	SE3K(3)	SE4K(3)	SE5K	SE6K(3)	SE7K	SE8K	SE9K	SE10K	UNITS
WYJŚCIE									
Moc znamionowa prądu zmiennego	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000	VA
Moc maksymalna AC	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000	VA
Napięcie wyjściowe AC - faza do fazy / faza do przewodu zerowego (napięcie znamionowe)	380 / 220 ; 400 / 230								Vac
AC - zakres napięcia wyjściowego - faza do przewodu zerowego	184 - 264,5								Vac
Częstotliwość AC	50/60 ± 5								Hz
Maksymalny ciągły prąd wyjściowy (na fazę)	5	6,5	8	10	11,5	13	14,5	16	A
Obsługiwane sieci – trójfazowa	3 / N / PE (uziemiona punktem zerowym sieć gwiazdowa z przewodem zerowym)								
Monitoring sieci, ochrona przed tworzeniem wysp, konfigurowany współczynnik mocy, konfigurowane w zależności od kraju wartości progowe	Tak								
WEJŚCIE									
Moc maksymalna DC (moduł STC)	4050	5400	6750	8100	9450	10800	12150	13500	W
Bez transformatora, nieuziemione	Tak								
Maksymalne napięcie wyjściowe	900								Vdc
Znamionowe napięcie wejściowe DC	750								Vdc
Maksymalny prąd wejściowy	5	7	8,5	10	12	13,5	15	16,5	Adc
Zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją	Tak								
Detekcja zwarć doziemnych	Czułość 700kΩ								
Maksymalna sprawność falownika	98								%
Sprawność europejska (ważona)	96,7	97,3	97,3	97.3	97,4	97,6	97,5	97,6	%
Zużycie energii nocą	< 2,5								W

Parametry falownika SolarEdge

Projekt Systemu Fotowoltaicznego SolarEdge		Falownik jednofazowy HD-Wave	Jednofazowy	Trójfazowy	Trójfazowy dla sieci 277 / 480 V	
Minimalna długość łańcucha (optymalizatory mocy)	S440, S500	8		16	18	
Maksymalna długość łańcucha (optymalizatory mocy)		25		50		
Maksymalna moc znamionowa na łańcuch[4]		5700	5250	11250[5]	12750[6]	W
Równoległe łańcuchy o różnej długości lub orientacji		Tak				

(4) Maksymalna moc DC - Jeżeli moc znamionowa AC falowników jest większa lub równa maksymalnej mocy znamionowej na łańcuch, maksymalna moc na łańcuch może osiągnąć maksymalną wartość mocy na wejściu DC falownika Aby uzyskać więcej informacji, patrz: https://www.solaredge.com/sites/default/files/se-power-optimizer-single-string-design-application-note.pdf
(5) Sieć 230/400 V - dozwolone jest podłączenie nawet do 13 500 W na łańcuch, gdy maksymalna różnica mocy między łańcuchami wynosi 2000 W
(6) Sieć 277/480 V - dozwolone jest podłączenie nawet do 15 000 W na łańcuch, gdy maksymalna różnica mocy między łańcuchami wynosi 2000 W
(7) Łączenie optymalizatorów mocy serii S i P w nowych instalacjach jest niedozwolone





Optymalizacja HUAWEI

Inteligentny optymalizator PV

HUAWEI

Jeden uniwersalny optymalizator, łatwiejsza praca

Parowanie z falownikiem < 1,5 min

Automatyczne mapowanie modułu < 5 s

Usterka łuku precyzyjnego pozycjonowania

Optymalizacja HUAWEI

Specyfikacja techniczna	SUN2000-450W-P
	Wejście
Znamionowa moc wejściowa[1]	450 W
Maksymalne koszty wejściowe	80 V
Zakres napięcia roboczego MPPT	8 - 80 V
Maksymalny prąd zwarciowy (Isc)	13 A
Maksymalna sprawność	99.5 %
Sprawność ważona	99.0 %
Kategoria przeciwprzepięciowa	II
	Wyjście
Maksymalne napięcie wyjściowe	80 V
Maksymalny prąd wyjściowy	15 A
Bypass wyjścia [2]	Tak
Napięcie wyjściowe wyłączenia na optymalizator [3]	0 V
Impedancja wyjściowa wyłączenia na optymalizator	1k ohm ± 10 %
	Zgodność z normą
Bezpieczeństwo	IEC62109-1 (II klasa bezpieczeństwa)
RoHS	Tak
	Dane ogólne
Wymiar (Szer. x Wys. x Gł.)	71 x 138 x 25 mm
Waga (z okablowaniem)	0.55 kg
Część instalacyjna (opcjonalnie)	płyta uziemiająca, uchwyt uziemiający, płyta ramy modułu
Złącze wejścia	Staubli MC4
Złącze wyjścia	Staubli MC4
Długość przewodu wyjściowego	1.2 m [4]
Temperatura robocza/zakres wilgotności	-40 ℃ ~ 85 ℃ [5] / 0 %RH ~ 100 %RH
Stopień ochrony	IP68
Kompatybilny produkt	SUN2000-2/3/3.68/4/4.6/5/6KTL-L1, SUN2000-3/4/5/6/8/10KTL-M1, SUN2000-12/15/17/20KTL-M2

Długi łańcuch (pełny optymalizator)	SUN2000-2-6KTL-L1	SUN2000-3-10KTL-M1	SUN2000-12-20KTL-M2
Minimalna liczba optymalizatora na ciąg	4	6	6
Maksymalna liczba optymalizatora na ciąg	25	50	50
Maksymalna moc prądu stałego na ciąg	5,000 W	10,000 W	10,000 W

* 1 Moc znamionowa modułu w STC nie może przekraczać „znamionowej mocy wejściowej prądu stałego" optymalizatora mocy. Dopuszczalne są moduły o mocy do + 5% tolerancji mocy.
* 2 Optymalizator mocy jest omijany w ciągu połączonym z działającym falownikiem, gdy nie działa
* 3 Wyjście optymalizatora mocy 0 Vdc po odłączeniu do falownika lub falownik jest wyłączony.
* 4 Pasuje do modułu PV w instalacji poziomej i pionowej.
* 5 Pełna moc oznacza narzędzie online do inteligentnego projektowania.

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

Prezentacja powstała na podstawie:
„Praktyczny Poradnik Instalatora” Atum Sp z o.o.
Tytko R., Góralczyk I. „Fotowoltaika. Urządzenia, instalacje fotowoltaiczne i elektryczne.” Kraków 2015
Szymański B. „Instalacje fotowoltaiczne” Wydanie III, Kraków 2014
Materiały NCN - https://ncn.gov.pl
https://web.facebook.com/januszpv/
Solaris18.blogspot.pl
Karty katalogowe producentów systemów fotowoltaicznych