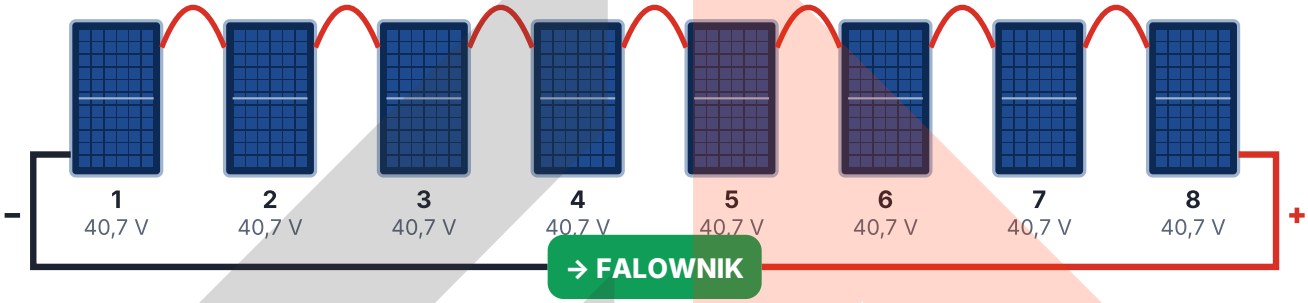
PROSTYMI SŁOWAMI · DLA WŁAŚCICIELA INSTALACJI

Podłączenie paneli słonecznych

Jak prawidłowo zbudować pole paneli, obliczyć napięcie z zapasem na mróz, zamontować zabezpieczenia i dobrać akumulator. Jeden poradnik dla wszystkich naszych falowników.



Przykładowe pole	Moc pola	Napięcie łańcucha (Vmp)	Rocznie (Warszawa, płd.)
8 × 630 W	5,04 kW	≈ 326 V	≈ 5 298 kWh

Spis treści

1. Czym są panel, łańcuch i pole — s. 2
2. Szeregowo czy równolegle — s. 3
3. Napięcie łańcucha i zapas 20% na zimę — s. 4
4. Cień, orientacja i dwa pola — s. 5
5. Ochrona: bezpieczniki, SPD, wyłącznik DC — s. 6
6. Montaż i okablowanie krok po kroku — s. 7
7. Akumulator musi być trzy razy większy — s. 8
8. 12, 24 czy 48 V: co lepsze dla fotowoltaiki — s. 9
9. 4, 6 czy 8 paneli: co wybrać — s. 10
10. Ile da słońce w Warszawie co miesiąc — s. 11
11. Południe, wschód, zachód: różnica — s. 12
12. Tabela dla Twojego falownika — s. 13
13. Kontrola przed uruchomieniem i pytania — s. 14

Trzy zasady, które ratują falownik

- **Napięcie łańcucha z zapasem 20%** musi pozostać poniżej maksimum falownika (zwykle 500 V).
- **Między panelami a falownikiem:** bezpieczniki, ogranicznik przepięć i wyłącznik DC.
- **Akumulator (kWh) ≥ 3 × panele (kW).** Inaczej energia słoneczna nie ma się gdzie podziać.

Zagrożenie życia

Łańcuch paneli wytwarza **ponad 300 V DC**, gdy tylko pada na niego światło, nawet przy pochmurnej pogodzie. Nie da się go wyłączyć wyłącznikiem. Montaż wyłącznie przez wykwalifikowaną osobę.

Liczby dotyczą panelu 630 W (monokrystaliczny, dwustronny). Dla innych paneli metoda jest ta sama: weź ich Voc i Vmp z naklejki.

minertech.org · Znak towarowy MinerTech® · © 2017–2026, wszelkie prawa zastrzeżone
+38 093 293 93 93 · +38 099 054 40 38 · Specjalista Pavlo Leonidovych · strooks@gmail.com

1 Czym są panel, łańcuch i pole

Panel słoneczny to „bateria", która daje prąd stały, gdy świeci na nią słońce. Sam jeden panel daje tylko ≈ 41 V, za mało dla falownika. Dlatego panele łączy się w **łańcuch.**

Łańcuch

Kilka paneli połączonych **szeregowo:** „plus" jednego z „minusem" następnego, jak baterie w latarce. Napięcia paneli się sumują. Dwa końcowe przewody łańcucha idą do falownika.

Pole

Wszystkie panele o **jednakowym nachyleniu i kierunku** (na przykład na południowej połaci dachu), podłączone do **jednego wejścia MPPT** falownika. W naszych przykładach pole to jeden łańcuch 8 paneli.

Co mówi naklejka panelu (630 W)

Symbol	Co to jest	630 W
Pmax	Moc w warunkach laboratoryjnych (STC)	**630 W**
Vmp	Napięcie robocze, gdy panel daje maksimum	**40,7 V**
Imp	Prąd roboczy	**15,48 A**
Voc	Napięcie jałowe: bez obciążenia, najwyższe	**48,9 V**
Isc	Prąd zwarcia	**16,18 A**
β Voc	Jak napięcie zmienia się z temperaturą	**−0,275 %/°C**
Wymiar	Długość × szerokość × grubość	2383 × 1133 × 30 mm
Bezpiecznik	Maks. bezpiecznik szeregowy	35 A

Czym jest MPPT

Solarny regulator ładowania wewnątrz falownika. Stale „szuka" napięcia łańcucha, przy którym panele dają najwięcej energii, i zamienia ją na ładowanie akumulatora i zasilanie domu. Każde wejście MPPT pracuje z własnym polem.

STC to laboratorium

1000 W/m² słońca i +25 °C na samym panelu. Latem panel nagrzewa się do +60…70 °C i daje o 10–15% mniej; w pogodny mroźny dzień jest odwrotnie: napięcie rośnie. To ważne dla obliczeń (s. 4).

Panel dwustronny

Zbiera też odbite światło tylną stroną: +5…10% nad jasną powierzchnią (śnieg, jasny dach, żwir). Prąd sięga wtedy ≈ 17,9 A.

Jednostki, które spotkasz poniżej

kW (kWp) moc paneli. 8 × 630 W = 5 040 W = **5,04 kW.**

kWh energia: ile jest „zmagazynowane" w akumulatorze lub wyprodukowane na dzień / miesiąc. 1 kWh = czajnik 2 kW przez 30 min.

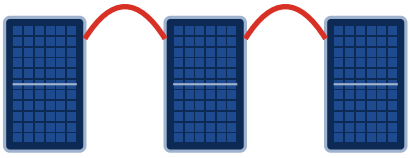
V / A napięcie i prąd. Moc = napięcie × prąd: 326 V × 15,48 A ≈ 5 040 W.

minertech.org · Znak towarowy MinerTech® · © 2017–2026, wszelkie prawa zastrzeżone
+38 093 293 93 93 · +38 099 054 40 38 · Specjalista Pavlo Leonidovych · strooks@gmail.com

2 Szeregowo czy równolegle

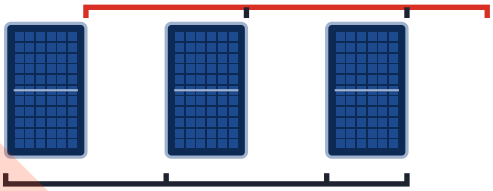
Panele można połączyć na dwa sposoby. Dla naszych falowników i paneli 630 W właściwy jest **szeregowy.**

SZEREGOWO napięcie się sumuje



40,7 + 40,7 + 40,7 = **122 V,** prąd 15,5 A

RÓWNOLEGLE prąd się sumuje



napięcie 40,7 V, prąd 15,5 × 3 = **46 A**

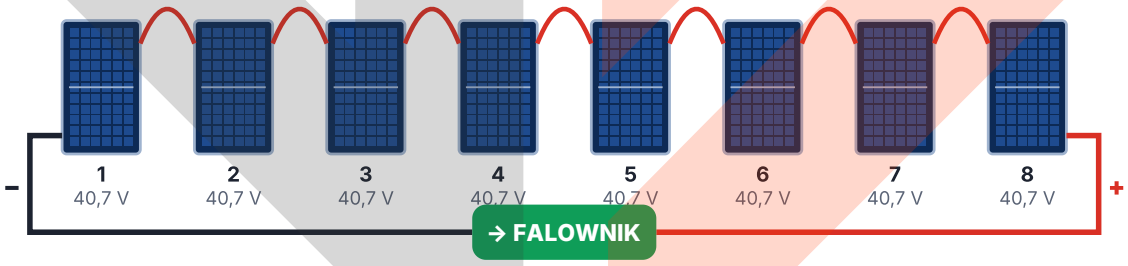
Dlaczego szeregowo

- Falownik potrzebuje wysokiego napięcia: jego wejście solarne jest przewidziane na **60–450 V** (w niektórych modelach 40–500 V).
- Przy wysokim napięciu prąd jest mały (15,5 A), więc wystarczy zwykły przewód solarny **6 mm²**; straty w przewodach są poniżej 1%.
- Każdy panel dodaje ≈ 41 V: 8 paneli = **≈ 326 V,** w samym „sercu" zakresu MPPT.

Dlaczego nie równolegle

- Jeden panel 630 W daje już 15,5 A. Dwa łańcuchy równolegle dają 31 A, a wejście naszych falowników przyjmuje **15–27 A.** Nadmiaru prądu falownik nie wykorzysta, a złącza się nagrzewają.
- Napięcie jednego panelu (41 V) jest niższe od napięcia startu MPPT (60 V).
- Łańcuchy równoległe wymagają osobnego bezpiecznika na każdym łańcuchu i dokładnie jednakowych łańcuchów.

Jak połączyć łańcuch z 8 paneli



1 **„+" panelu 1 → „–" panelu 2**
i tak dalej do panelu 8. Złącza MC4 się zatrzaskują: wciskaj do kliknięcia.

2 **Wolne końce: „–" panelu 1 i „+" panelu 8**
— to wyjścia łańcucha. Doprowadź je do skrzynki DC (s. 6).

3 **Jednakowe panele w łańcuchu**
Jeden model, jedna moc, jeden kierunek i nachylenie. Nie mieszaj: łańcuch pracuje jak jego najsłabszy panel.

4 **Sprawdź multimetrem**
Napięcie między końcami w słońcu ≈ 8 × 48,9 = 391 V (Voc). Jeśli wynosi ≈ 342 V, jeden panel jest podłączony odwrotnie albo niepodłączony.

Plus i minus łańcucha prowadź obok siebie, bez dużej pętli: pętla zbiera napięcie indukowane przez pioruny.

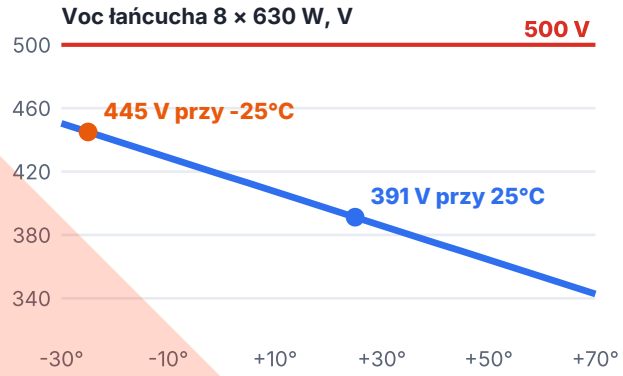
minertech.org · Znak towarowy MinerTech® · © 2017–2026, wszelkie prawa zastrzeżone
+38 093 293 93 93 · +38 099 054 40 38 · Specjalista Pavlo Leonidovych · strooks@gmail.com

3 Napięcie łańcucha i zapas 20% na zimę

Najważniejsza zasada: **napięcie jałowe łańcucha (Voc) nigdy nie może przekroczyć maksymalnego napięcia wejściowego falownika;** w większości naszych modeli to **500 V.**

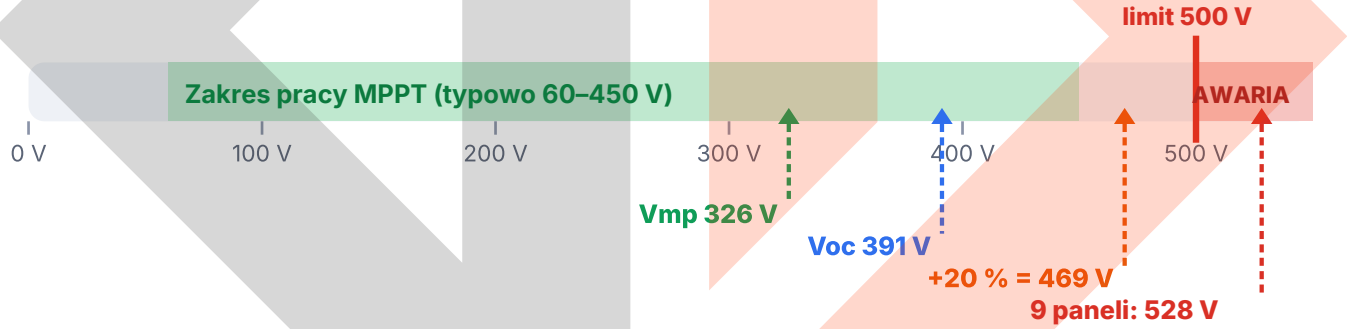
Łańcuch 8 paneli 630 W:
napięcie robocze 8 × 40,7 = 326 V
bieg jałowy 8 × 48,9 = 391 V
mróz −25 °C 391 × 1,137 = 445 V
nasz zapas +20% 391 × 1,2 = 469 V
limit falownika 500 V ✔ OK

Łańcuch 9 paneli: 9 × 48,9 × 1,2 =
528 V × niedopuszczalne



Dlaczego zimą napięcie jest wyższe

Napięcie ogniwa słonecznego rośnie na zimnie: na każdy stopień poniżej +25 °C panel 630 W dodaje ≈ 0,275% napięcia. Przy −25 °C to już +**14%.** Najgorszy moment to **pogodny mroźny poranek:** słońce właśnie wzeszło, panele są zimne, akumulator jeszcze nie potrzebuje ładowania albo falownik dopiero się włącza, więc na wejściu jest pełne Voc, bez obciążenia.



Dlaczego właśnie 20%

14% daje mróz −25 °C. Kilka procent więcej to zapas na silniejsze mrozy (w Warszawie bywało −30,2 °C: najzimniejsza godzina 2005–2023, ERA5), rozrzut produkcyjny paneli, światło odbite od śniegu i błąd przyrządów. 20% to prosty zapas, przy którym nie trzeba niczego przeliczać.

Co się stanie, gdy więcej

Przekroczenie 500 V nawet na kilka sekund przebija tranzystory wejściowe MPPT. Falownik się psuje, a to **nie jest objęte gwarancją:** producent widzi w dzienniku błąd przepięcia PV.

A jeśli za mało

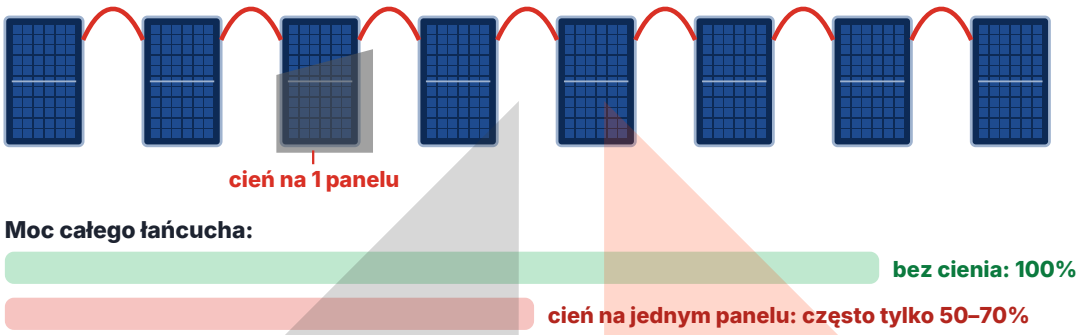
Dolna granica to napięcie startu MPPT (40–80 V zależnie od modelu). Łańcuch z 2 paneli już działa, ale najlepiej 6–8 paneli: 240–330 V, najwyższa sprawność i mniejsze straty w przewodach.

Prosty rachunek dla każdego panelu: Voc z naklejki × liczba paneli × 1,2 < maksimum falownika. Dla 630 W: **58,7 V na panel →** nie więcej niż 8 w łańcuchu przy 500 V, 7 przy 450 V, 1 przy 115 V.

minertech.org · Znak towarowy MinerTech® · © 2017–2026, wszelkie prawa zastrzeżone
+38 093 293 93 93 · +38 099 054 40 38 · Specjalista Pavlo Leonidovych · strooks@gmail.com

4 Cień, orientacja i dwa pola

W łańcuchu przez wszystkie panele płynie ten sam prąd, jak woda w jednym wężu. Zacieniony panel „zaciska wąż" wszystkim.



Dlaczego cień nawet na jednym panelu szkodzi

- Zacieniony panel daje mniej prądu, a łańcuch szeregowy nie przepuści więcej niż jego najsłabsze ogniwo.
- Diody bocznikujące w puszce przyłączeniowej panelu odłączają zacienioną część, żeby się nie przegrzała, ale razem z nią znika jej napięcie, a MPPT „gubi się" między kilkoma szczytami.
- Cień od komina, drzewa, sąsiedniego rzędu albo śnieg na krawędzi i łańcuch traci **30–50%.**

Jak tego uniknąć

- Ustaw panele tam, gdzie od **9:00 do 16:00** nie ma żadnego cienia, także zimą (słońce jest wtedy nisko).
- Między rzędami paneli na ziemi lub płaskim dachu zostaw odstęp, aby przedni rząd nie zacieniał tylnego (s. 12).
- Nie mieszaj w jednym łańcuchu paneli skierowanych w różne strony.

W którą stronę kierować panele

Najlepiej **na południe** pod kątem ≈ 36° (w Warszawie optymalny kąt całoroczny to 39°, a 36° daje praktycznie to samo). Południowy wschód lub południowy zachód daje ≈ 6% mniej, wschód lub zachód ≈ 22% mniej w skali roku, a zimą około połowy tego, co południe (s. 12).

Uwaga: jeśli falownik ma dwa wejścia solarne (2 MPPT)



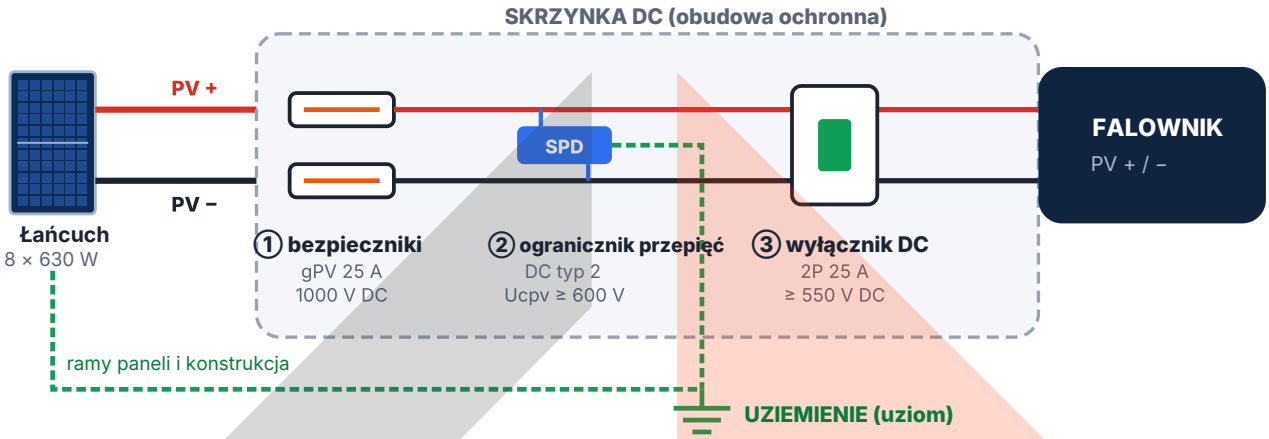
Na przykład **GSIKE 11 kW** i **POWLAND SMS-12KW 12 kW** mają wejścia PV1 i PV2. Każde wejście „szuka" swojego maksimum osobno, więc możesz zamontować **dwa pola po 8 paneli** skierowane w różne strony: wschód + zachód, południe + zachód, dwie połacie dachu.

Rano wschód, wieczorem zachód: produkcja jest bardziej równomierna w ciągu dnia, a dom dłużej pracuje bez sieci. Każde pole ma własną skrzynkę DC i własny wyłącznik. Dla falowników z jednym wejściem: jedno pole, jeden kierunek.

minertech.org · Znak towarowy MinerTech® · © 2017–2026, wszelkie prawa zastrzeżone
+38 093 293 93 93 · +38 099 054 40 38 · Specjalista Pavlo Leonidovych · strooks@gmail.com

5 Ochrona: bezpieczniki, SPD, wyłącznik DC

Między panelami a falownikiem trzeba zamontować **skrzynkę DC**: małą obudowę z trzema urządzeniami ochronnymi. Chroni falownik przed piorunami i zwarciami oraz pozwala bezpiecznie odłączyć panele.



Element	Dlaczego	Co kupić dla 8 × 630 W
① **Bezpieczniki** na „+" i „–"	Przepalają się przy zwarciu w przewodzie lub prądzie wstecznym. Obowiązkowe przy kilku łańcuchach; przy jednym łańcuchu dają ochronę i wygodny rozłącznik do napraw.	Podstawy na szynę DIN + wkładki **gPV 10×38, 25 A, 1000 V DC** (co najmniej 1,25 × Isc i nie więcej niż 35 A z naklejki).
② **Ogranicznik** (SPD)	Piorun w pobliżu indukuje w długich przewodach tysiące woltów. Ogranicznik przepięć w ciągu mikrosekund odprowadza impuls do ziemi, z pominięciem falownika. Bez uziemienia nie działa.	**SPD DC typ 2** (lub 1+2 dla domu z piorunochronem), **Ucpv ≥ 600 V** (z zapasem ponad 469 V), Imax ≥ 20–40 kA. Przewód uziemiający 6–16 mm², jak najkrótszy.
③ **wyłącznik DC** w linii PV	Odłącza panele pod obciążeniem. Prąd stały 300+ V wytwarza łuk, którego zwykły domowy wyłącznik nie zgasi, dlatego musi to być spolaryzowany wyłącznik DC.	**2-biegunowy wyłącznik DC 25 A, ≥ 550 V DC** (lepiej 1000 V DC), podłączony zgodnie z oznaczeniem na obudowie (wejście „+" / „–").

Uziemienie

- Ramy wszystkich paneli i metalowa konstrukcja: żółto-zielony przewód 6 mm² do uziomu.
- Ogranicznik przepięć podłącza się do tego samego uziomu (do 10 Ω). Ogranicznik przepięć AC w rozdzielnicy domowej to osobna sprawa i jest zalecany.
- **PV „+" i PV „–" nie uziemia się!** Nasze falowniki są beztransformatorowe: to by je zniszczyło.

Przewód i złącza

- Tylko przewód solarny, **6 mm² (PV1-F, H1Z2Z2-K):** odporny na UV, mróz i +90 °C. 4 mm² tylko do 15 m.
- Złącza MC4 tej samej marki na obu końcach, zaciśnięte specjalnym narzędziem.
- Na zewnątrz w rurce odpornej na UV, bez zwisów i ostrych krawędzi.

minertech.org · Znak towarowy MinerTech® · © 2017–2026, wszelkie prawa zastrzeżone
+38 093 293 93 93 · +38 099 054 40 38 · Specjalista Pavlo Leonidovych · strooks@gmail.com

6 Montaż i okablowanie krok po kroku

Ta kolejność chroni ludzi i sprzęt. Pamiętaj: panele są pod napięciem przez cały dzień.

1 Planowanie
Wybierz miejsce bez cienia, oblicz łańcuch (s. 4 i 13), sprawdź, czy akumulator jest trzy razy większy niż pole (s. 8).

2 Montaż konstrukcji
Mocowania do paneli 2383 × 1133 mm, nachylenie ≈ 36° na południe. Zaciskaj na krawędziach ramy w strefach wskazanych przez producenta; nie wierć ramy.

3 Montaż paneli
Zostaw pod spodem szczelinę wentylacyjną. Nie łącz jeszcze złączy paneli. Panele możesz zakryć nieprzezroczystą folią.

4 Uziemienie
Ramy i konstrukcję do uziomu. Sprawdź rezystancję uziomu.

5 Montaż skrzynki DC
Obok falownika, w pomieszczeniu lub w obudowie IP65. Bezpieczniki wyjęte, wyłącznik wyłączony.

6 Prowadzenie przewodu
Od paneli do skrzynki DC i od skrzynki DC do falownika: 6 mm², czerwony „+" i czarny „−", opisane.

7 Składanie łańcucha
Połącz panele szeregowo. Sprawdź multimetrem Voc i biegunowość na końcach; jeszcze nie podłączaj do falownika!

8 Podłączenie do falownika
Najpierw akumulator i uruchomienie falownika (według jego instrukcji), potem przewody ze skrzynki DC do zacisków PV + / −. Sprawdź biegunowość multimetrem.

9 Włączenie
Włóż bezpieczniki, włącz wyłącznik DC. Na ekranie falownika pojawi się napięcie PV, a w ciągu minuty moc.

10 Sprawdzenie
Napięcie PV ≈ 280–340 V pod obciążeniem. Moc 3,5–4,5 kW w pogodne południe to norma dla 8 × 630 W.

Nigdy nie rozłączaj złączy MC4 pod obciążeniem. Najpierw wyłącz wyłącznik DC. Złącze z prądem 15 A przy 300 V wytwarza łuk, który parzy ręce i topi złącze.

Wyłączanie: wyłącznik DC PV → wyjście falownika → falownik → akumulator. Włączanie w odwrotnej kolejności: akumulator → falownik → PV.

Dlaczego moc jest niższa niż 5 040 W i to jest normalne

630 W to warunki laboratoryjne. Na dachu panel się nagrzewa, słońce nie zawsze pada pod kątem prostym, a część zabierają kabel i konwersja. W pogodne południe od maja do sierpnia w Warszawie realnie można liczyć na 3,7–4,4 kW z 8 paneli; w grudniu w południe na 1,2–2,0 kW. Jeśli akumulator jest naładowany, a dom zużywa mało, falownik sam zmniejsza pobór z paneli: bierze tyle, ile potrzeba.

minertech.org · Znak towarowy MinerTech® · © 2017–2026, wszelkie prawa zastrzeżone
+38 093 293 93 93 · +38 099 054 40 38 · Specjalista Pavlo Leonidovych · strooks@gmail.com

7 Akumulator musi być trzy razy większy

Pojemność akumulatora w kWh musi być co najmniej 3 razy większa niż moc paneli w kW. 8 paneli = 5,04 kW → akumulator od ≈ 15 kWh.

Dlaczego właśnie tak

W dzień słońce daje do 4,5 kW. Jeśli zużycie w domu jest małe, wszystko idzie do akumulatora. Litowy LiFePO4 żyje najdłużej, gdy ładuje się go prądem do ≈ 0,3 pojemności (0,3 C). Zasada „× 3" właśnie to zapewnia: nawet gdy całe słońce idzie do akumulatora, prąd jest dla niego komfortowy.

Do tego w letni dzień w Warszawie 8 paneli daje 21–23 kWh. Mały akumulator napełnia się do południa, a potem energia słoneczna po prostu **nie ma się gdzie podziać:** zapłaciłeś za panele, które pół dnia stoją bez pracy.

Co się dzieje przy małym akumulatorze

- Duży prąd ładowania nagrzewa akumulator i szybciej zużywa ogniwa; BMS może odcinać ładowanie, pojawiają się błędy.
- Trzeba ograniczyć prąd ładowania w menu falownika, a wtedy panele i tak pracują tylko w jednej czwartej.
- W efekcie: pieniądze na panele wydane, a wieczornej rezerwy energii brak.

Dlatego do małego systemu (1–2,5 kWh) **nie warto montować paneli**: albo od razu kup większy akumulator, albo obejdź się bez słońca.

Jaki akumulator dla 4, 6 i 8 paneli

Pole	Moc	Min. akumulator	przy 24 V	przy 48 V
4 szt. paneli	2,52 kW	**od 7,6 kWh**	295 Ah	148 Ah
6 szt. paneli	3,78 kW	**od 11,3 kWh**	443 Ah	221 Ah
8 szt. paneli	5,04 kW	**od 15,1 kWh**	591 Ah	295 Ah

I odwrotnie: ile paneli zniesie Twój akumulator

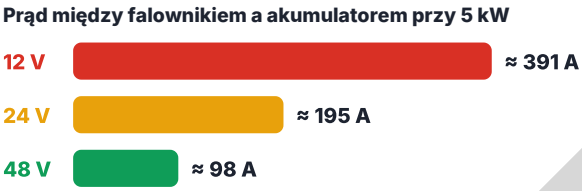
Akumulator	kWh	Panele do (÷ 3)	Panele 630 W
12 V 100 Ah	1,28	427 W	**panele się nie opłacają**
24 V 100 Ah	2,56	853 W	**do 1** (630 W)
24 V 150 Ah	3,84	1 280 W	**do 2** (1 260 W)
48 V 100 Ah	5,12	1 707 W	**do 2** (1 260 W)
24 V 314 Ah	8,04	2 680 W	**do 4** (2 520 W)
48 V 314 Ah	16,07	5 357 W	**do 8** (5 040 W)
48 V 628 Ah	32,20	10 733 W	**do 17** (10 710 W), kilka pól

Kilka jednakowych akumulatorów równolegle zwiększa pojemność: 3 × 48 V 100 Ah = 15,4 kWh, wystarczy na 8 paneli. Prąd ładowania akumulatora też ustawia się w menu falownika, według instrukcji Twojego falownika i akumulatora.

minertech.org · Znak towarowy MinerTech® · © 2017–2026, wszelkie prawa zastrzeżone
+38 093 293 93 93 · +38 099 054 40 38 · Specjalista Pavlo Leonidovych · strooks@gmail.com

8 12, 24 czy 48 V: co lepsze dla fotowoltaiki

Krótka odpowiedź: **dla paneli słonecznych najlepszy jest system 48 V.** 24 V wystarczy dla małego pola (do 4–6 paneli). 12 V to tylko 1–3 panele: system „na światło i router".



Panelom jest wszystko jedno: napięcie na wejściu MPPT jest takie samo (setki woltów). Różnica jest **za** MPPT, między falownikiem a akumulatorem. Przy 12 V ta sama moc wymaga cztery razy większego prądu niż przy 48 V.

Moc = napięcie × prąd. Dwa razy niższe napięcie to dwa razy większy prąd i cztery razy większe nagrzewanie przewodów i zacisków przy tym samym kablu.

	12 V	24 V	48 V
Ile słońca przyjmie ładowanie	40–100 A × 13 V ≈ **0,5–1,4 kW**	100–120 A × 27 V ≈ **2,7–3,2 kW**	120–160 A × 54 V ≈ **6,5–8,6 kW**
Maks. paneli (nasze falowniki)	1–3 panele	6–8 paneli	8, a przy 2 MPPT 16
Prąd akumulatora przy 3 kW	≈ 235 A	≈ 120 A	≈ 60 A
Przewód akumulatora (1–2 m)	50–70 mm², bardzo gruby	25–35 mm²	16–35 mm²
Straty i nagrzewanie	największe	średnie	najmniejsze, wyższa sprawność
Moc falownika	1–2 kW	3,3–5 kW	6,2–12 kW, równolegle, 3 fazy
Dla kogo	światło, router, kocioł, laptop	mieszkanie, mały dom, 4–6 paneli	dom, pełne pole 8+ paneli, zapas na rozbudowę

12 V

Regulator solarny jest mały (do 0,6–2 kW), więc jeden panel 630 W to już maksimum lub prawie maksimum. Duże prądy, grube przewody. Dla fotowoltaiki to **słabo.**

24 V

Można podłączyć 8 paneli, ale w pogodny dzień ładowanie ograniczy się do ≈ 3 kW; resztę słońca wykorzysta tylko zużycie domu. **4–6 paneli** to najlepszy kompromis.

48 V

Regulator 120–160 A przyjmuje całe pole 8 × 630 W bez ograniczeń, mniejsze straty, łatwo dodać akumulator lub drugi falownik. Jeśli planujesz fotowoltaikę, **wybierz 48 V.**

Wskazówka: jeśli fotowoltaika jest w planach „kiedyś później", od razu kup falownik i akumulator na 48 V. Późniejsze przejście z 24 na 48 V oznacza wymianę i falownika, i akumulatora.

minertech.org · Znak towarowy MinerTech® · © 2017–2026, wszelkie prawa zastrzeżone
+38 093 293 93 93 · +38 099 054 40 38 · Specjalista Pavlo Leonidovych · strooks@gmail.com

9 4, 6 czy 8 paneli: co wybrać

Polecamy trzy warianty pola. Każdy to jeden łańcuch, więc nie trzeba nic liczyć: wszystkie są bezpieczne dla falowników z limitem 500 V.

4 panele · Eko

2,52 kW

Gdy chcesz zaoszczędzić na akumulatorze i nie potrzebujesz dużo. Pokrywa w dzień lodówkę, światło, router, kocioł i częściowo ładuje akumulator.

Rocznie, kWh	**2 649**
Dzień w lipcu, kWh	**10,8**
Dzień w grudniu, kWh	**2,1**
Łańcuch, V*	163 / 235

Akumulator: od 7,6 kWh (24 V 314 Ah lub 2 × 48 V 100 Ah)

System: 24 lub 48 V

6 paneli · Kompromis

3,78 kW

Chcesz oszczędzić, ale według Twoich obliczeń moc wystarcza: w dzień zasila dom i ładuje akumulator na wieczór.

Rocznie, kWh	**3 973**
Dzień w lipcu, kWh	**16,2**
Dzień w grudniu, kWh	**3,1**
Łańcuch, V*	244 / 352

Akumulator: od 11,3 kWh (3 × 48 V 100 Ah lub 48 V 314 Ah)

System: 24 V (limit ≈ 3 kW) lub 48 V

8 paneli · Standard

5,04 kW

Pełne pole: latem pokrywa większość potrzeb domu, wiosną i jesienią dużą część, zimą pomaga.

Rocznie, kWh	**5 298**
Dzień w lipcu, kWh	**21,6**
Dzień w grudniu, kWh	**4,1**
Łańcuch, V*	326 / 469

Akumulator: od 15,1 kWh (48 V 314 Ah lub 3 × 48 V 100 Ah)

System: 48 V (najlepiej)

Jak wybrać

Wybierz 8, jeśli

- falownik 48 V od 6 kW;
- akumulator od 15 kWh;
- chcesz żyć ze słońca od kwietnia do września.

Wybierz 6, jeśli

- falownik 24 V 4–5 kW;
- akumulator 11–15 kWh;
- ograniczony budżet, umiarkowane zużycie.

Wybierz 4, jeśli

- akumulator 7,5–11 kWh;
- potrzebujesz wsparcia w dzień, a nie autonomii;
- mało miejsca na dachu.

Nie montuj paneli, jeśli

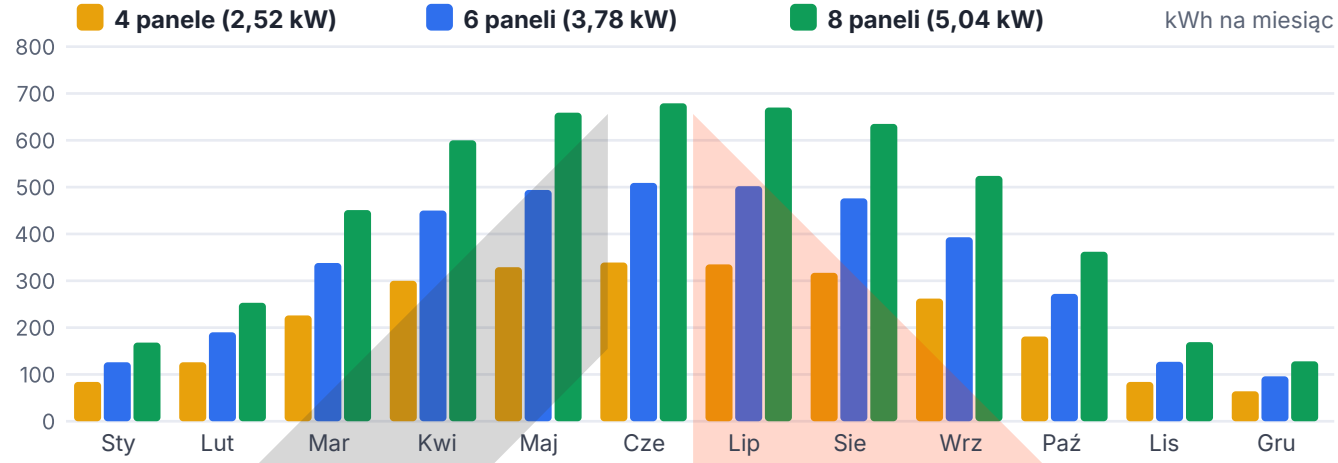
- akumulator mniejszy niż 7,5 kWh (s. 8);
- miejsce jest zacienione przez większość dnia;
- system 12 V: tylko 1–3 panele (s. 13).

Południe, 36°, Warszawa (PVGIS), kWh. *Napięcie pracy / Voc z zapasem 20%. Energia jest przydatna, gdy dom ją zużywa lub jest gdzie ładować akumulator.

minertech.org · Znak towarowy MinerTech® · © 2017–2026, wszelkie prawa zastrzeżone
+38 093 293 93 93 · +38 099 054 40 38 · Specjalista Pavlo Leonidovych · strooks@gmail.com

10 Ile da słońce w Warszawie co miesiąc

Panele na południe, nachylenie 36°, bez cienia. Dane z europejskiej bazy PVGIS (średnia z lat 2005–2023) z uwzględnieniem nagrzewania paneli, przewodów i konwersji (straty 14%).



Miesiąc	4 szt., kWh	na dzień	6 szt., kWh	na dzień	8 szt., kWh	na dzień
Styczeń	84	2,7	126	4,1	168	5,4
Luty	126	4,5	190	6,8	253	9,0
Marzec	226	7,3	338	10,9	451	14,6
Kwiecień	300	10,0	450	15,0	600	20,0
Maj	329	10,6	494	16,0	659	21,3
Czerwiec	339	11,3	509	17,0	679	22,6
Lipiec	335	10,8	502	16,2	670	21,6
Sierpień	317	10,2	476	15,3	635	20,5
Wrzesień	262	8,7	393	13,1	524	17,5
Październik	181	5,8	272	8,8	362	11,7
Listopad	84	2,8	127	4,2	169	5,6
Grudzień	64	2,1	96	3,1	128	4,1
Rocznie	**2 649**	7,3	**3 973**	10,9	**5 298**	14,5

Lato i zima: różnica 5,2-krotna

W lipcu 8 paneli daje ≈ 22 kWh dziennie, w grudniu ≈ 4,1. Zimą słońce jest nisko, dzień krótki i często pochmurno. Panele to przede wszystkim oszczędność od marca do października; zimą pomagają, ale nie zastępują sieci ani agregatu.

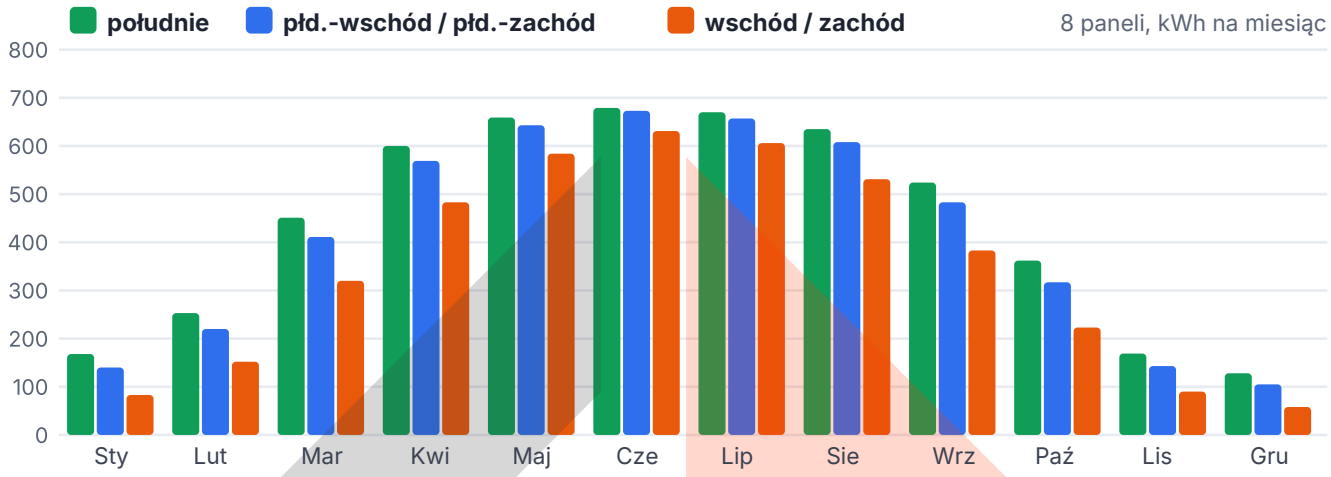
Jak czytać tabelę

„Na dzień" to średnia z miesiąca: w pogodny dzień bywa dwa razy więcej, w pochmurny 3–5 razy mniej. Ile z tego faktycznie wykorzystasz, zależy od zużycia w dzień i pojemności akumulatora (s. 8).

minertech.org · Znak towarowy MinerTech® · © 2017–2026, wszelkie prawa zastrzeżone
+38 093 293 93 93 · +38 099 054 40 38 · Specjalista Pavlo Leonidovych · strooks@gmail.com

11 Południe, wschód, zachód: różnica

Ten sam kąt 36°, Warszawa. Im dalej od południa, tym mniej energii, zwłaszcza zimą.



Kierunek	4 szt./rok	6 szt./rok	8 szt./rok	8 szt., gru.	8 szt., lip.	od południa
Południe	2 649	3 973	5 298	128	670	**100 %**
Płd.-wschód / płd.-zachód	2 485	3 728	4 970	105	657	**94 %**
Wschód lub zachód	2 072	3 108	4 144	58	606	**78 %**

kWh. Południowy wschód i południowy zachód dają prawie tyle samo (średnia z obu). Wschód i zachód tak samo.

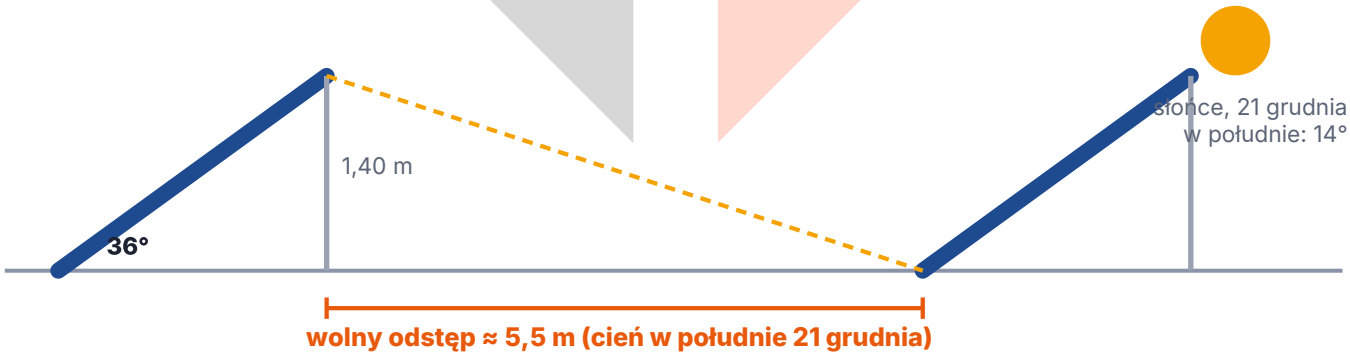
Kąt nachylenia

Dla Warszawy najlepszy kąt całoroczny to **≈ 39°.** Zimą lepiej stromiej (60–70°: śnieg też się zsuwa), latem płaściej (15–25°). Od 30° do 50° strata w skali roku jest mniejsza niż 2%, więc dach o nachyleniu 30–45° jest świetny i nie trzeba go przerabiać.

Wschód + zachód na 2 MPPT

Dla GSIKE 11 kW i POWLAND SMS-12KW: 8 paneli na wschód (PV1) + 8 na zachód (PV2) daje w Warszawie ≈ 8 290 kWh rocznie i bardziej wyrównaną krzywą w ciągu dnia: rano pracuje jedno pole, wieczorem drugie.

Odstęp między rzędami na ziemi lub płaskim dachu



Panel 2,383 m pod kątem 36° wznosi się na 1,40 m. 21 grudnia w południe słońce nad Warszawą jest tylko na wysokości 14°, więc cień ma ≈ 5,5 m. Prostsza zasada: wolny odstęp ≈ 3,9 × wysokość górnej krawędzi panelu. Albo ustaw panele w jednym rzędzie.

minertech.org · Znak towarowy MinerTech® · © 2017–2026, wszelkie prawa zastrzeżone
+38 093 293 93 93 · +38 099 054 40 38 · Specjalista Pavlo Leonidovych · strooks@gmail.com

12 Tabela dla Twojego falownika

Ile paneli 630 W łączyć w jeden łańcuch dla każdego modelu z katalogu: z zapasem 20% na mróz i z uwzględnieniem mocy wejścia.

Falownik	Akumulator	Wejścia MPPT	Voc max, V	MPPT, V	PV max, W	Prąd PV, A	Panele 630 W
EASUN SMS-6.5KP 6.5kW 48V WiFi	48 V	1	500	60–450	9000	27	**8**
POWGROW SMS-6.5KP 6.5kW 48V	48 V	1	500	60–450	9000	27	**8**
POWLAND SMS-6.5KP 6.5kW 48V WiFi	48 V	1	500	60–450	9000	27	**8**
JSDsolar J6500HC 6.5kW 48V	48 V	1	500	60–450	9000	27	**8**
GSIKE 6.2kW 48V WiFi	48 V	1	500	60–500	6500	27	**8**
EASUN SMT-6.2KW 6.2kW 48V	48 V	1	500	60–500	8500	27	**8**
GSIKE 11kW 48V WiFi · два пола	48 V	2	500	60–500	2 × 5500	2 × 18	**2 × 8**
POWLAND SMS-12KW 12kW 48V WiFi · два пола	48 V	2	500	60–450	15 000	2 × 22,5	**2 × 8**
POWGROW SMS-5kW 24V · *użytecznie ≈ 4–5 kW	24 V	1	500	60–450	9000*	27	**8**
POWLAND SMS-5kW 24V WiFi · *użytecznie ≈ 4–5 kW	24 V	1	500	60–450	9000*	27	**8**
Aninerel ANL-4200T 4.2kW 24V	24 V	1	500	60–500	5000	27	**8**
ANENJI ANJ-4000 4.2kW 24V WiFi · prąd do 15 A	24 V	1	500	60–500	4500	15	**7**
JSDsolar J4000E 4kW 24V	24 V	1	500	40–450	5000	18	**8**
EASUN SMT-4KW 24V · 8, jeśli na naklejce jest 5000 W	24 V	1	500	60–500	4000	15	**6**
ECGSOLAX HVM 3.6kW 24V	24 V	1	500	40–450	5000	18	**8**
POWGROW 3,6kW 24V · 8, jeśli na naklejce jest 500 V	24 V	1	450–500	40–450	5000	18	**7**
DATOU BOSS 3.3kW 24V	24 V	1	500	40–450	5000	18	**8**
EASUN SMT-2KW 12V · lepiej 2	12 V	1	500	30–500	2000	—	**3**
ECGSOLAX HVM 1.2kW 12V	12 V	1	115	17–115	800	18	**1**
ECGSOLAX 1kW 12V	12 V	1	150	20–150	600	—	**1**

Jeśli w łańcuchu 8 paneli, a „PV max" to 5000 W, to normalne: 5 040 W to wartość laboratoryjna, w rzeczywistości panele dają do 4,5 kW, a falownik sam ogranicza pobór. Prąd 15,5 A na wejściach do 15 A (ANENJI, EASUN SMT-4KW) falownik też ograniczy sam: strata tylko w pogodne południe, 2–3%.

Zawsze porównuj z naklejką na obudowie swojego falownika: producenci czasem wypuszczają rewizje z innymi limitami. Jeśli na naklejce jest Voc max 450 V, nie więcej niż 7 paneli 630 W; jeśli 150 V, 2; jeśli 115 V, 1.

Systemy 12 V: ECGSOLAX 1kW i HVM 1,2kW przyjmują jeden panel 630 W (dwa dają już 117 V z zapasem na mróz, więcej niż 115 V, albo dwa razy więcej niż dozwolona moc). EASUN SMT-2KW: 2–3 panele (ładowanie do 100 A ≈ 1,4 kW). Zestawy trójfazowe z 3 falowników: każdy falownik ma własne pole.

minertech.org · Znak towarowy MinerTech® · © 2017–2026, wszelkie prawa zastrzeżone
+38 093 293 93 93 · +38 099 054 40 38 · Specjalista Pavlo Leonidovych · strooks@gmail.com

13 Kontrola przed uruchomieniem i FAQ

Lista kontrolna przed pierwszym włączeniem

- Wszystkie panele w łańcuchu są jednakowe i skierowane w jedną stronę
- Voc łańcucha × 1,2 poniżej Voc max falownika (s. 13)
- Brak cienia na panelach w ciągu dnia
- Akumulator w kWh ≥ 3 × panele w kW
- Skrzynka DC: bezpieczniki gPV, ogranicznik przepięć DC, wyłącznik DC
- Ramy i konstrukcja uziemione; PV „+" i „−" nieuziemione
- Przewód solarny 6 mm², MC4 jednej marki, biegunowość sprawdzona
- Najpierw akumulator i falownik, potem PV

Zapisz dla swojego systemu

Panele: _____

Voc / Vmp jednego panelu: _____

Liczba w łańcuchu: _____

Voc łańcucha × 1,2 = _____ V

Voc max falownika (naklejka): _____ V

Kierunek / nachylenie: _____

Bezpieczniki / wyłącznik / ogranicznik przepięć: _____

Data montażu, instalator: _____

FAQ

Czy mogę później dodać panele?

W tym samym łańcuchu tylko do limitu z tabeli (dla 500 V to 8 paneli 630 W). Więcej na drugie wejście MPPT, na drugi falownik albo jako nowy łańcuch takich samych paneli równolegle, jeśli falownik przyjmie taki prąd (nasze nie).

Czy można mieszać panele o różnej mocy?

Niezalecane. W łańcuchu wszystkie panele pracują prądem najsłabszego, więc mocniejszy panel da tylko tyle, co słabszy.

Ekran pokazuje PV 0 W przy słońcu: dlaczego?

Wyłącznik DC wyłączony lub przepalony bezpiecznik; akumulator pełny, a dom nic nie potrzebuje; tryb priorytetu w menu; napięcie łańcucha poza zakresem MPPT.

Czy panele działają przy pochmurnej pogodzie?

Tak, ale dają 10–30% tego, co w pogodny dzień. Napięcie jest jednak prawie pełne, więc to niebezpieczne.

Czy panele trzeba myć?

Deszcz je myje. Raz w roku lub po burzy pyłowej: miękka szczotka i woda bez chemii, wcześnie rano lub wieczorem, gdy szkło nie jest gorące.

Piorun uderzył w pobliżu: co robić?

Obejrzyj ogranicznik przepięć: jeśli okienko na module jest czerwone, wymień wkładkę. Sprawdź bezpieczniki.

Potrzebujesz pomocy w obliczeniach?

Napisz lub zadzwoń: obliczymy łańcuch dla Twoich paneli i falownika oraz dobierzemy akumulator i zabezpieczenia. Ustawienia falownika są w „Instrukcji" Twojego falownika na stronie produktu.

minertech.org · Znak towarowy MinerTech® · © 2017–2026, wszelkie prawa zastrzeżone
+38 093 293 93 93 · +38 099 054 40 38 · Specjalista Pavlo Leonidovych · strooks@gmail.com