



**FLEXIPOWER** GROUP

FlexiPower Group  
Wiedza i technologia.

 [flexipowergroup.pl](http://flexipowergroup.pl)

# Co osiągnęliśmy do tej pory

\*stan aktualny na 31 stycznia 2017



ponad 1200

zamontowanych  
zestawów PV



123 193,02

całkowita moc  
zainstalowanych  
modułów PV



ponad 7,5 MWp

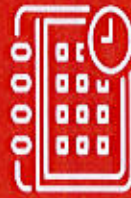
całkowita moc  
sprzedanych  
modułów PV



7 023,294

ograniczenie emisji  
CO<sub>2</sub> i Uroek

**FLEXIPOWER GROUP**



10 lat

Jesteśmy do Państwa  
dyspozycji



20.000

Ilość pomysłinie  
zrealizowanych inwestycji

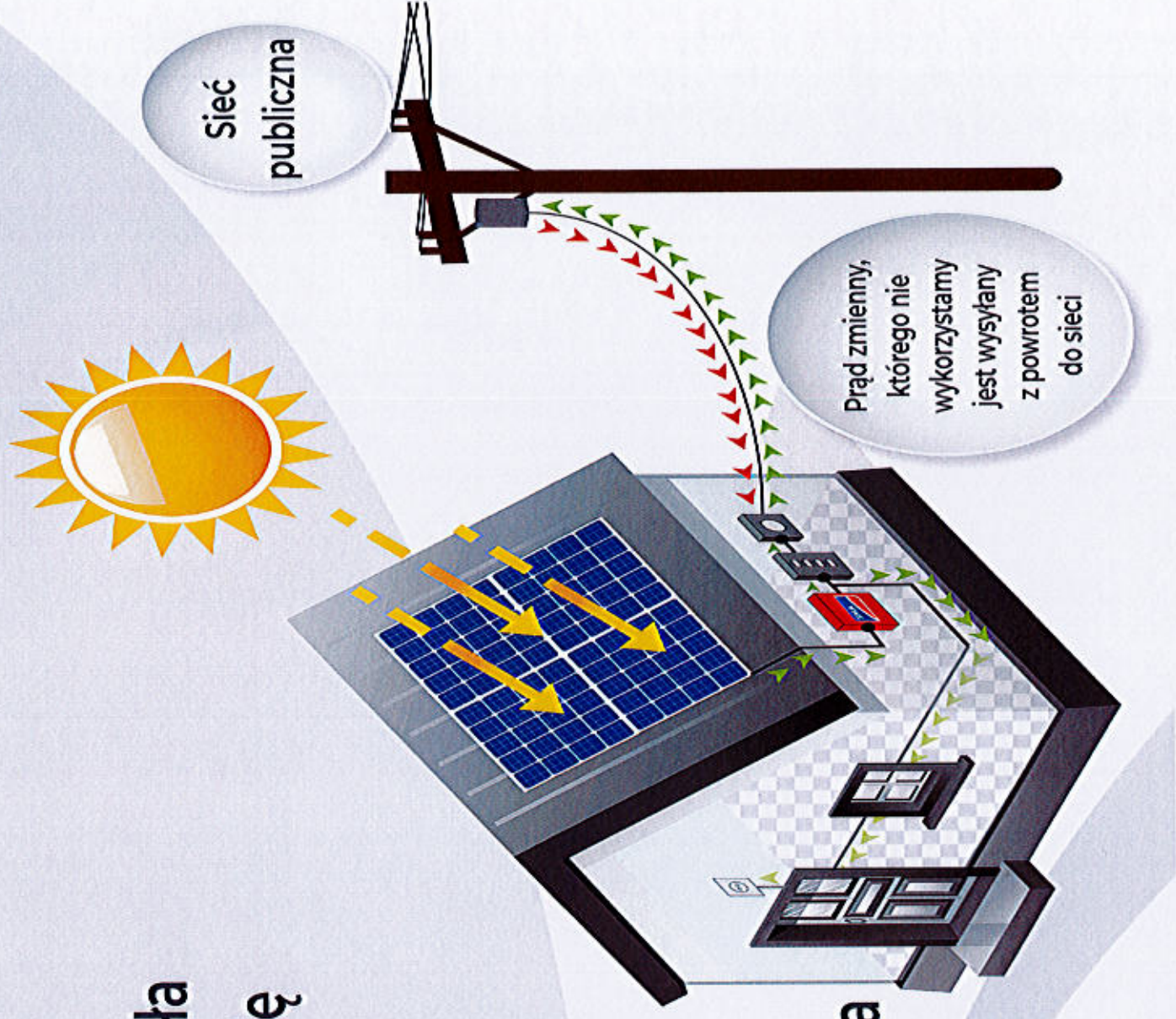


150

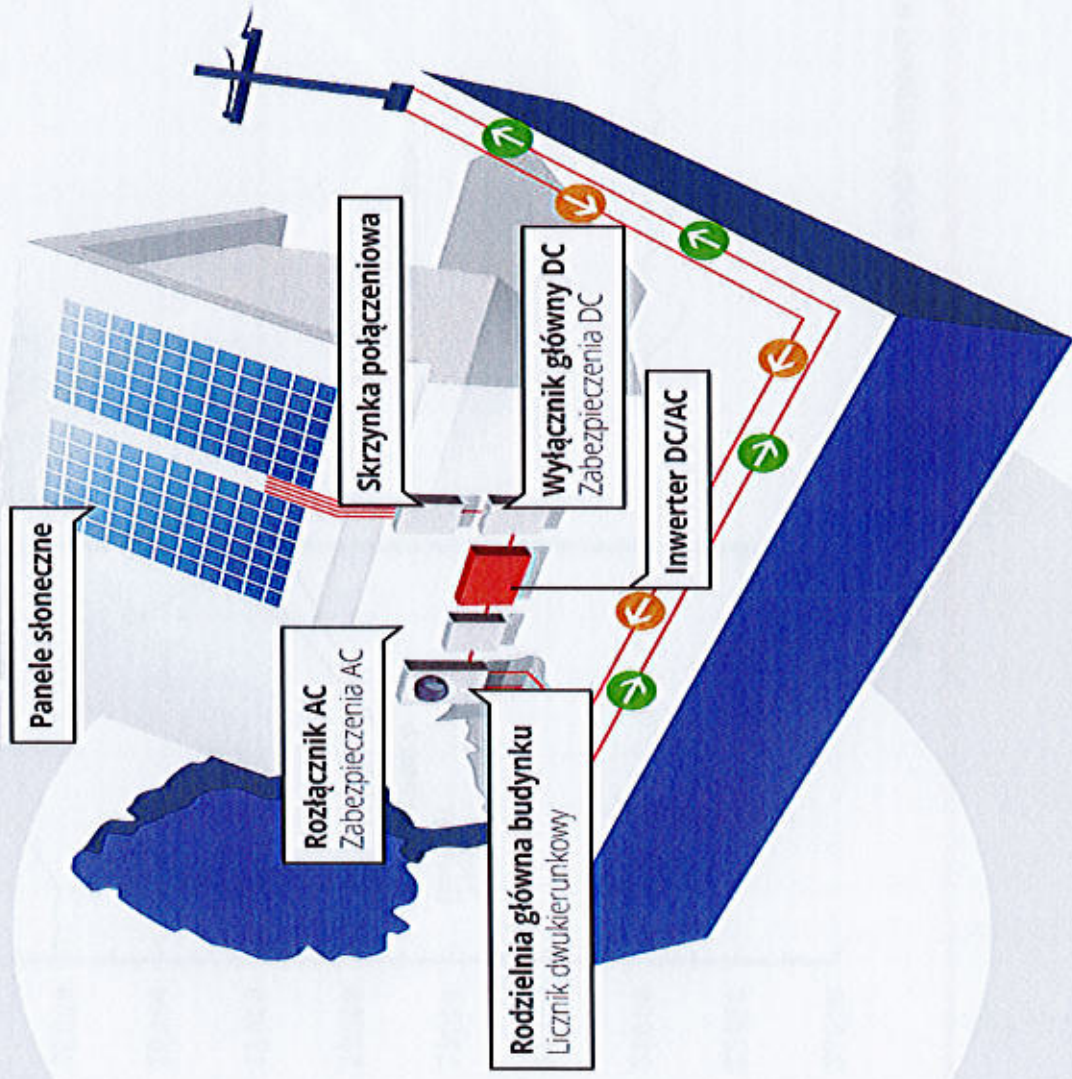
Ponad 150 różnorodnych  
produktów i usług

**FLEXIPOWER GROUP**

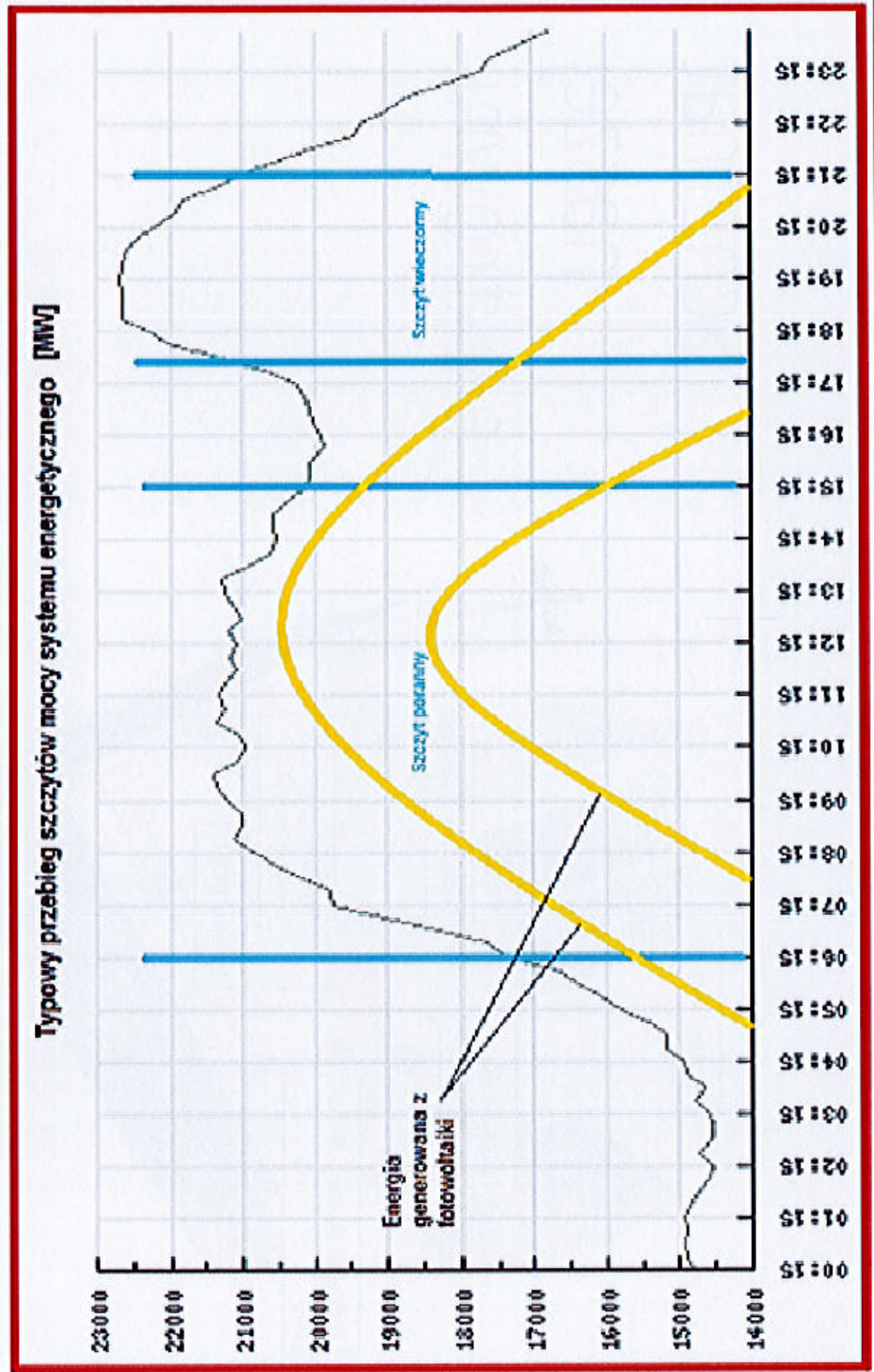
**FOTOWOLTAIKA**  
to przetwarzanie światła  
słonecznego na energię  
elektryczną, czyli  
wytwarzanie prądu  
elektrycznego  
z promieniowania  
słonecznego przy  
wykorzystaniu zjawiska  
fotowoltaicznego.



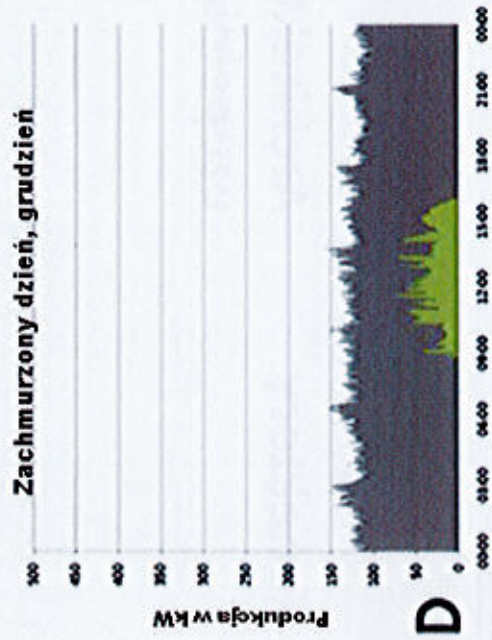
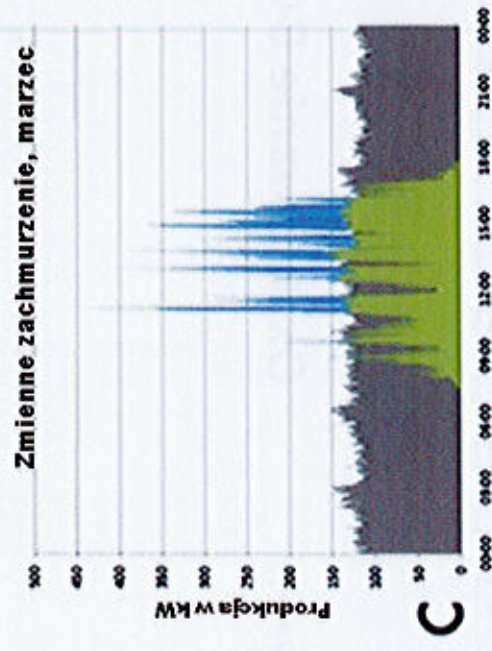
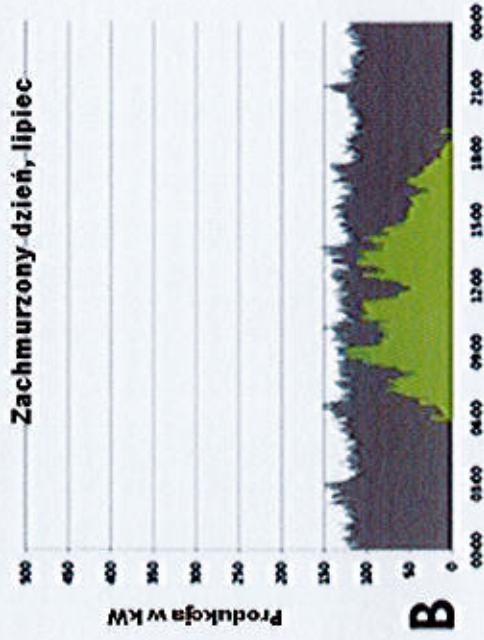
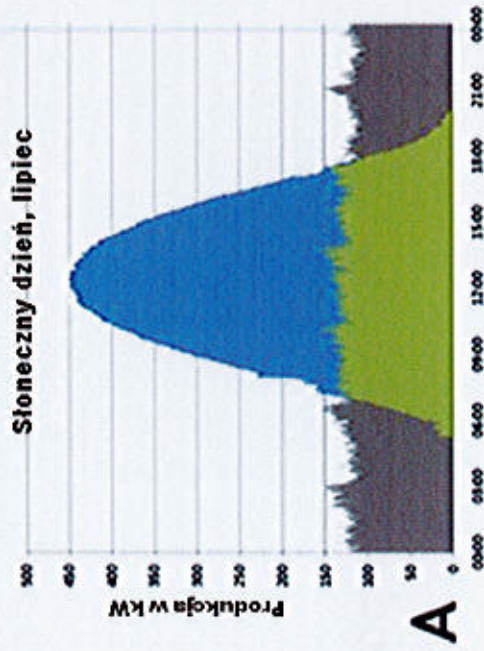
# Schemat naszej elektrowni.



# Produkcja dzienna energii z instalacji PV (1)



# Zależność produkcji PV od pogody i pory dnia



# Elementy instalacji fotowoltaicznej

Falownik

Okablowanie DC

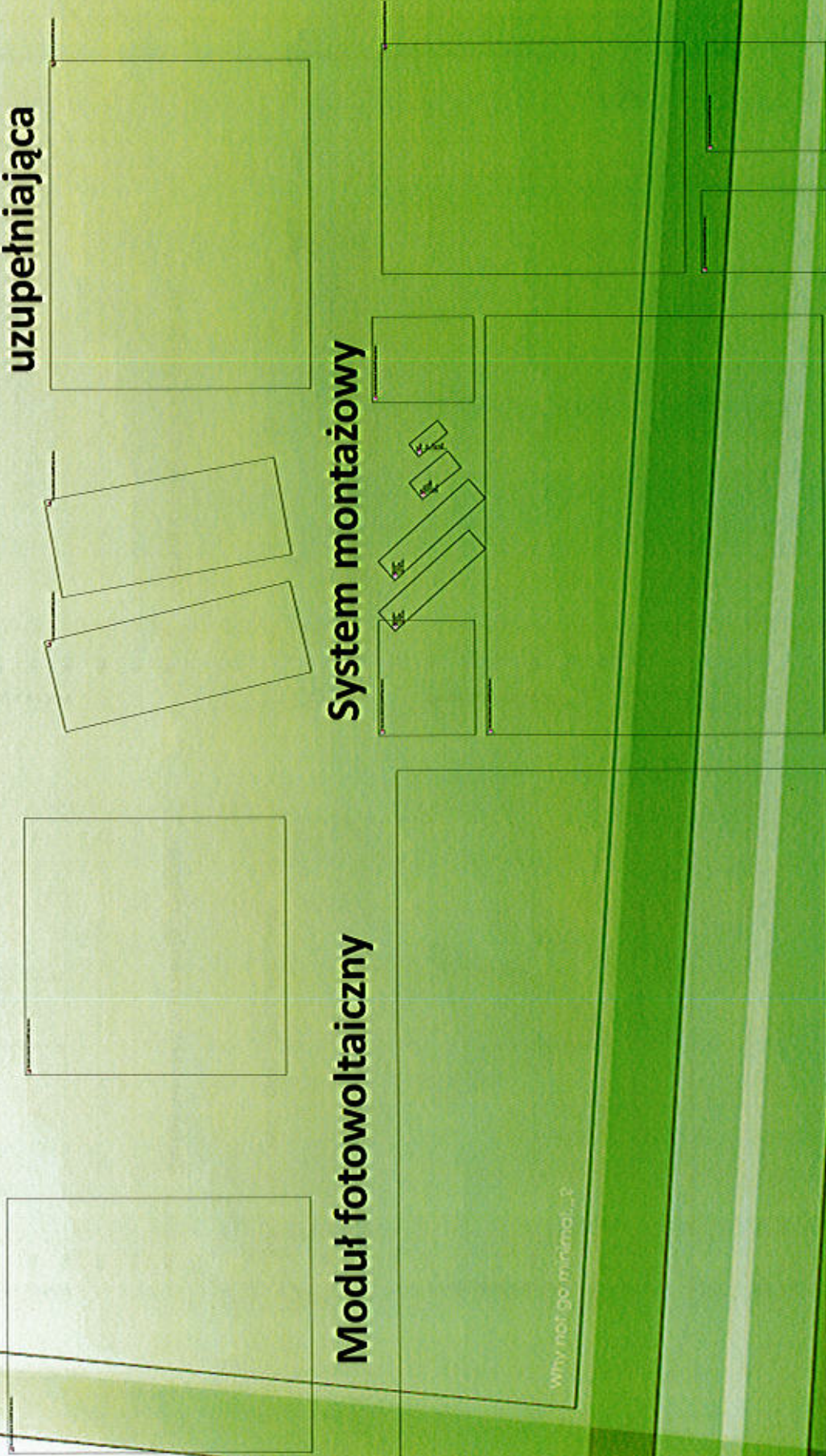
Konektory

Architektura  
uzupełniająca

Moduł fotowoltaiczny

System montażowy

Why not go minimal...?



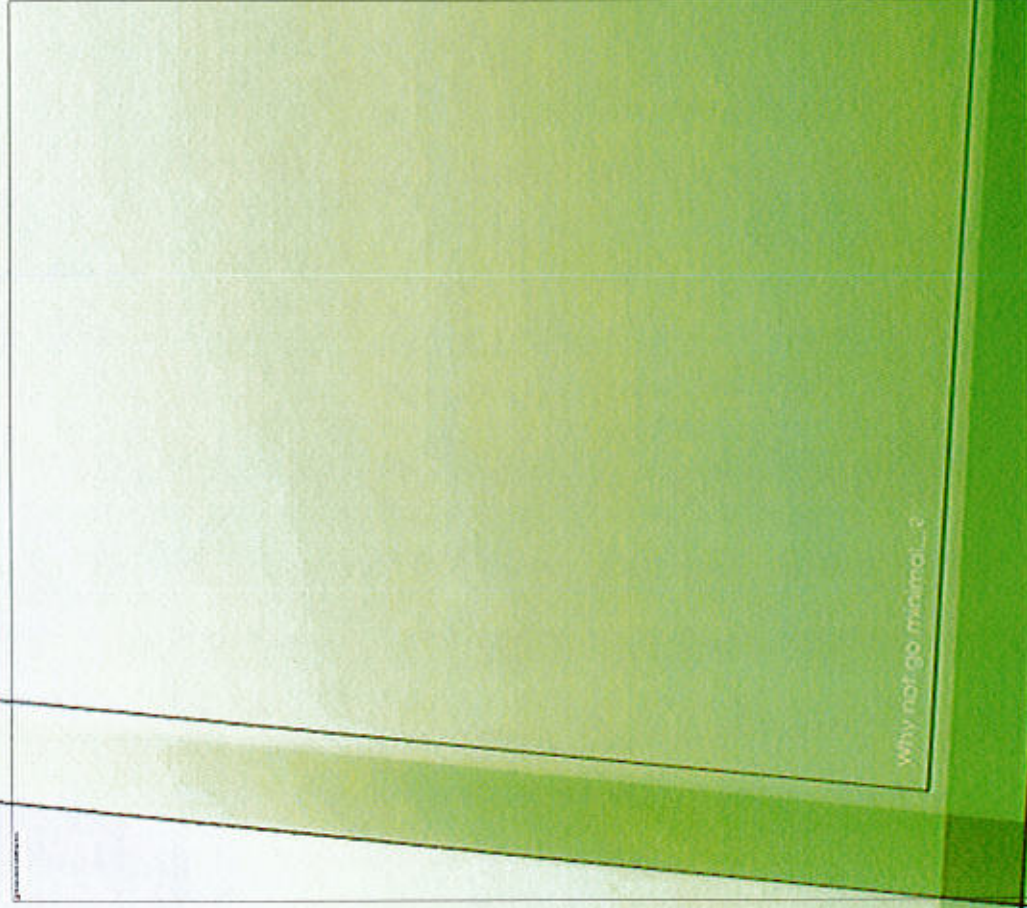


# Moduł fotowoltaiczny (1)

Moduł fotowoltaiczny to układ połączonych szeregowo lub szeregowo-równoległe ogniw słonecznych (fotowoltaicznych).

Why not go minimal...?

## Moduł fotowoltaiczny (2)



### **Elementy dodatkowe modułu:**

1. Junction box (puszka przyłączeniowa) 2. Diody bypass (diody bocznikujące/obejściowe)
  - dzięki diodom prąd może przepływać z pominięciem zaciemnionego ogniwa/ ogniw
3. Tabliczka znamionowa (nalepka) z tyłu modułu 4. Numer seryjny 5. Klasa modułu

## Wydajność modułów PV zależnie od pogody



**Pełne słońce**

900 - 1000 W/m<sup>2</sup> (90 - 100% mocy generatora w Wp)

900 W - 1 kW (z 1 kWp), 900 Wh - 1 kWh (produkcja przez godzinę)

**Słońce częściowo**

500 - 600 W/m<sup>2</sup> (50 - 60% mocy generatora w Wp)

500 W - 600 W (z 1 kWp), 500 Wh - 600 Wh (produkcja przez godzinę)

**Zachmurzenie**

250 - 350 W/m<sup>2</sup> (25 - 35% mocy generatora w Wp)

250 W - 250 W (z 1 kWp), 250 Wh - 350 Wh (produkcja przez godzinę)

**Zachmurzenie**

100 - 150 W/m<sup>2</sup> (10 - 15% mocy generatora w Wp)

**bardzo duże**  
100 W - 150 W (z 1 kWp), 100 Wh - 150 Wh (produkcja przez godzinę)

## Kąt nachylenia modułów

**Współczynnik AM (ang. air mass)**

AM =  $1/\cos \theta$ . gdzie:  $\theta$  – kąt odchylenia w płaszczyźnie pionowej (od zenitu)

**Inklinacja:** kąt nachylenia, czyli kąt zawarty pomiędzy płaszczyzną modułów a płaszczyzną horyzontalną

**Orientacja (azymut):** kąt odchylenia od kierunku południowego

**Optymalne ustawienie:**

- średniorocznie najbardziej zbliżone do kierunku padania promieni słonecznych

⇒ zima +/- 60°

⇒ lato +/- 15°

⇒ **Cały rok: +/- 36°** jest to średnia wartość dla Ukrainy

## Elementy instalacji PV po stronie DC i AC

### **Rozłącznik prądu stałego (DC)**

- pozwala odseparować generator PV od falownika (jeżeli świeci słońce – nie można zatrzymać wytworzenia energii)
- część falowników jest wyposażona w rozłączniki prądu stałego (jeżeli falownik nie jest wyposażony w rozłącznik, należy bezwzględnie zastosować rozłącznik zewnętrzny)

### **Zabezpieczenia przeciwprzepięciowe**

- Instalacje fotowoltaiczne wymagają zabezpieczenia przez przepięciami (niezależnie, czy jest instalacja odgromowa czy też nie)
- Wymagane jest zastosowanie dedykowanych dla PV po stronie DC ograniczników przepięć (SPD) i standardowych ograniczników po stronie AC

### **Okablowanie, konektory i złączki**

- spełnienie rygorystycznych norm (m.in. praca w różnych warunkach atmosferycznych, promieniowanie UV, duża amplituda zmian temperatury pracy)
- określona norma izolacyjności (podwójna izolacja)
- wysoka trwałość i odporność na uszkodzenia mechaniczne
- certyfikacja dla napięcia pracy do 1000V

## Inwerter / Falownik (1)

Inwerter to urządzenie elektroniczne, które steruje pracą systemu fotowoltaicznego. Do podstawowych funkcji inwertera należy zamiana prądu stałego na prąd zmienny. W systemach fotowoltaicznych inwerter stanowi jedyne urządzenie elektroniczne. Inwerter dokonuje konwersji napięcia stałego DC, powstałego w wyniku promieniowania słonecznego, na napięcie przemiennie AC o częstotliwości 50 Hz.

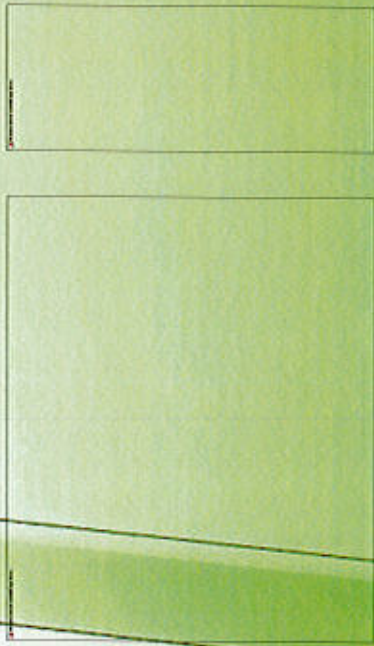
**Falowniki sieciowe** – podłączone do sieci elektroenergetycznej

**Falowniki wyspowe** – nie oddaje energii do sieci, obsługuje akumulatory

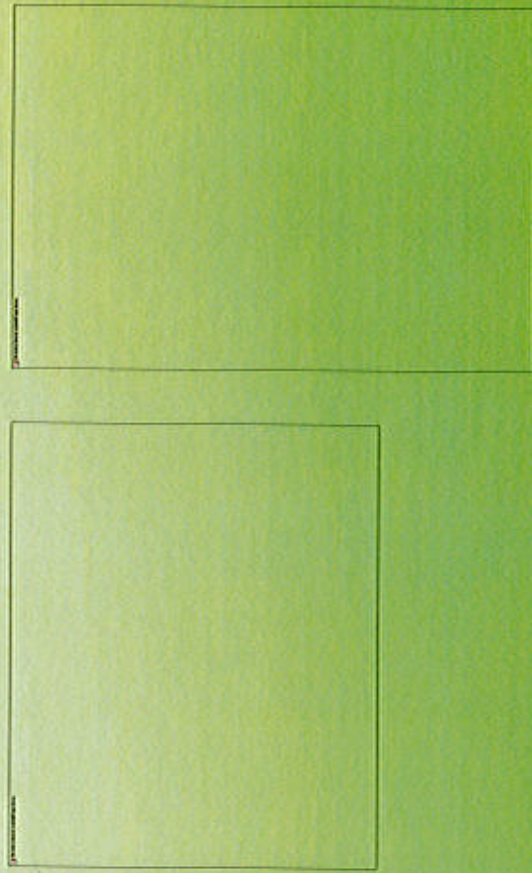
**Falowniki hybrydowe**

# Systemy montażu instalacji fotowoltaicznych

**Montaż profili do dachu:**

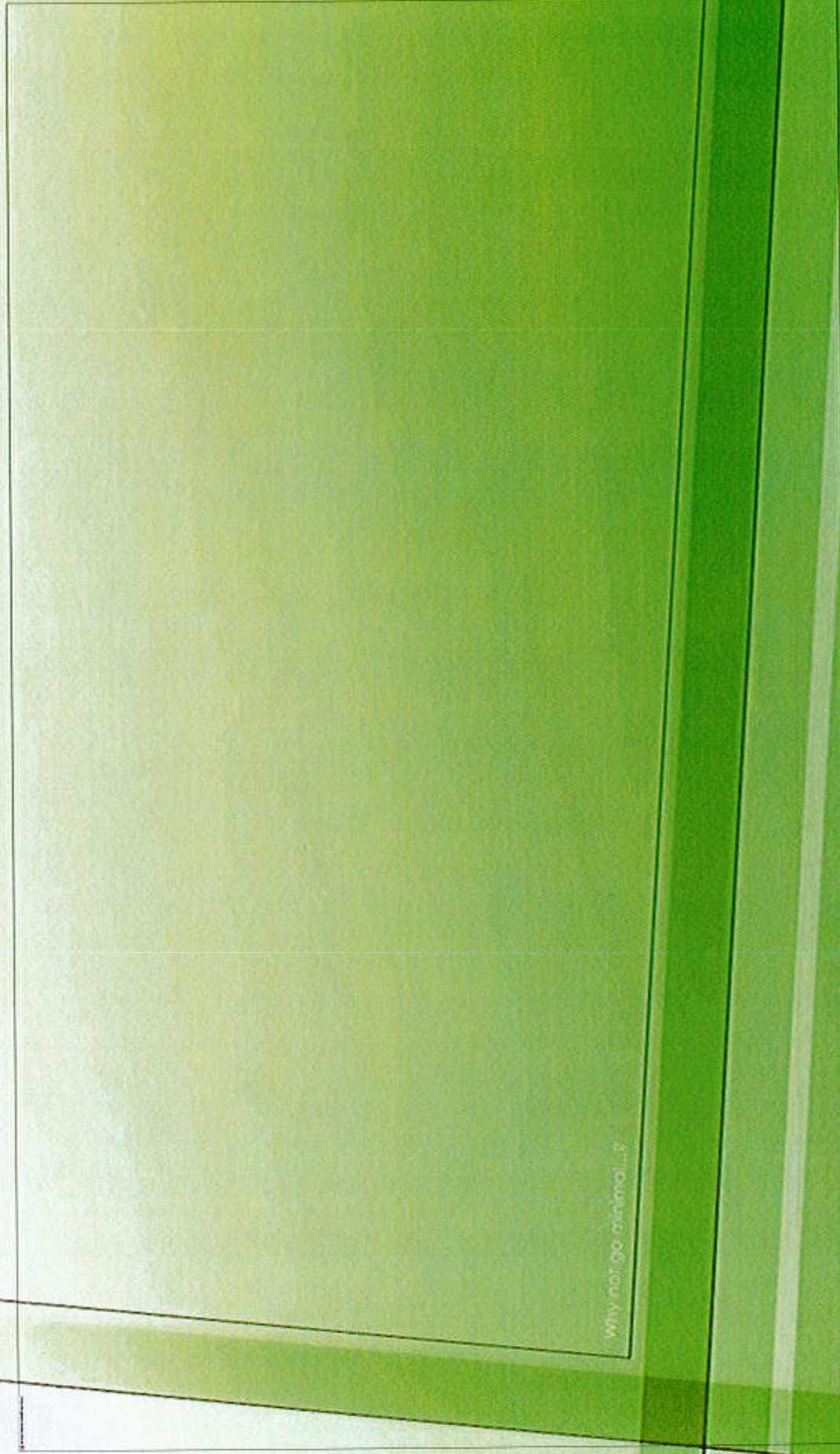


**Montaż modułów do profili:**



Why not go minimal?

# Montaż instalacji PV na dachu skośnym (1)





## Montaż instalacji PV na dachu płaskim (2)



## Korzyści z inwestycji w instalację PV

### **Korzyści:**

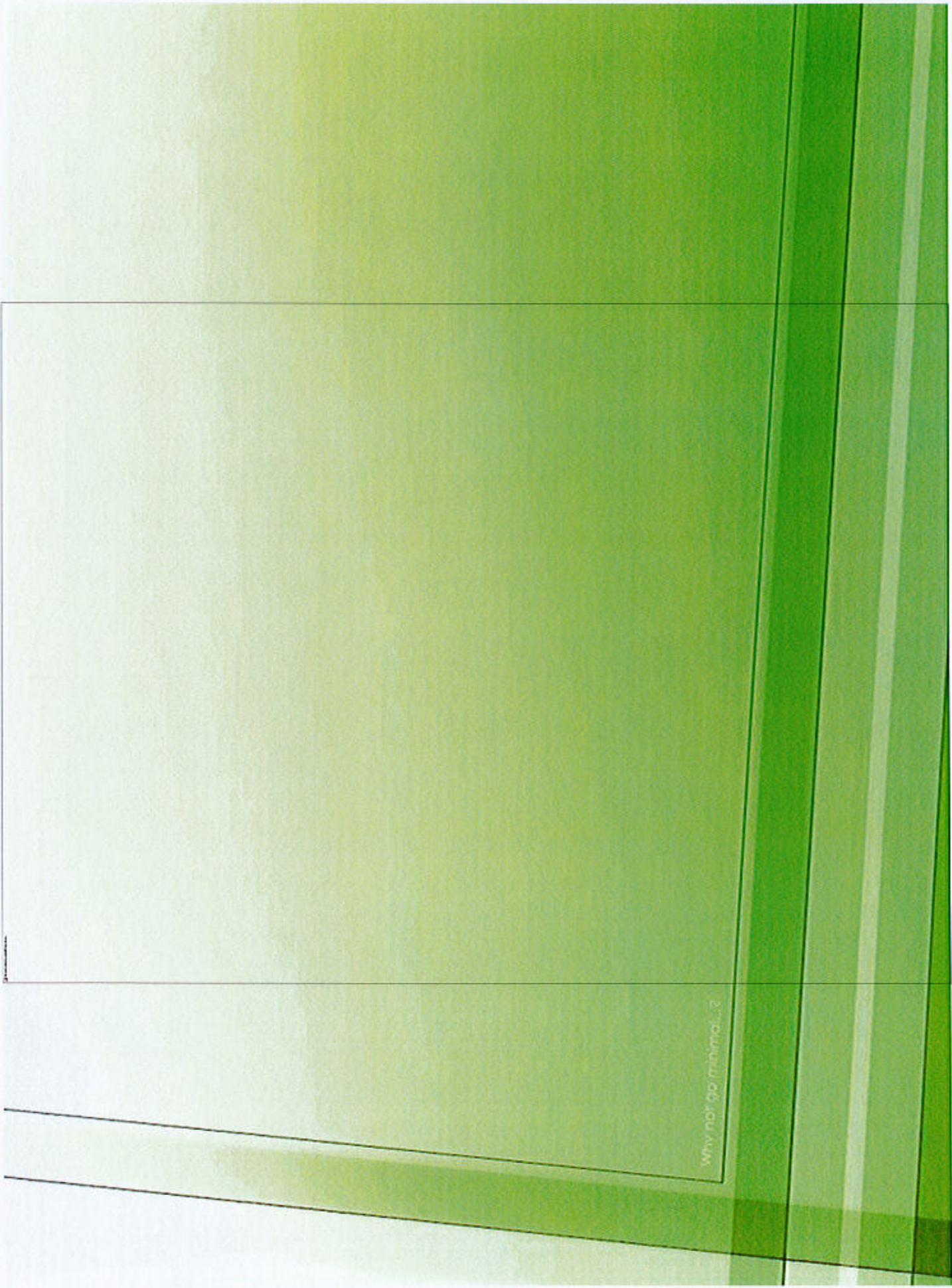
- bardzo duży zwrot z inwestycji w skali czasu
- wyjątkowo długa żywotność instalacji (25 – 30 lat)
- możliwość częściowego uniezależnienia się od dostawców energii elektrycznej
- możliwość uniezależnienia się od ciągłego wzrostu cen energii elektrycznej
- bezpieczeństwo energetyczne w przypadku redukcji dostaw prądu przez Zakłady Energetyczne w czasach suszy i upałów
- możliwość wyróżnienia się wśród innych firm na rynku jako proekologiczna firma
  - brak zanieczyszczenia, emisji gazów, hałasu czy drgań
- niskie koszty eksploatacji i naprawy ze względu na brak elementów ruchomych
- równowaga elektroenergetyczna (produkcja energii przez panele fotowoltaiczne odbywa się w porze dnia, w której wypada największy poziom zapotrzebowania na energię)
- decentralizacja (w przypadku mikroinstalacji energia elektryczna powstaje blisko jej odbiorcy, dzięki czemu redukują się straty związane z przesyłem energii na duże odległości
  - możliwość finansowania przez leasing (zrobienia kosztów w firmie)



Why not do minimal?



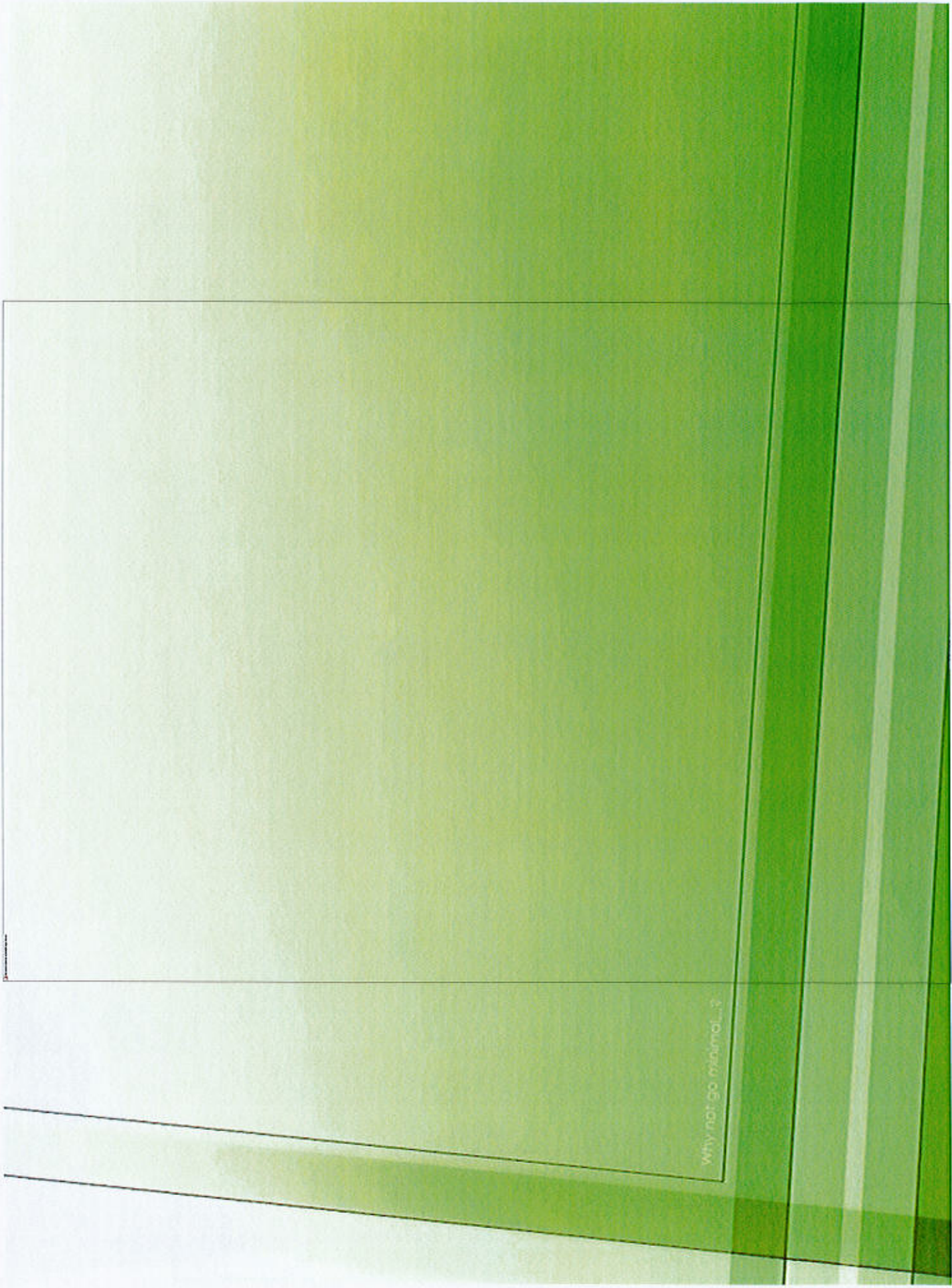
Why not go minimal...?



Why not go minimal...?



Why not go instead...?



Why not go minimal...?



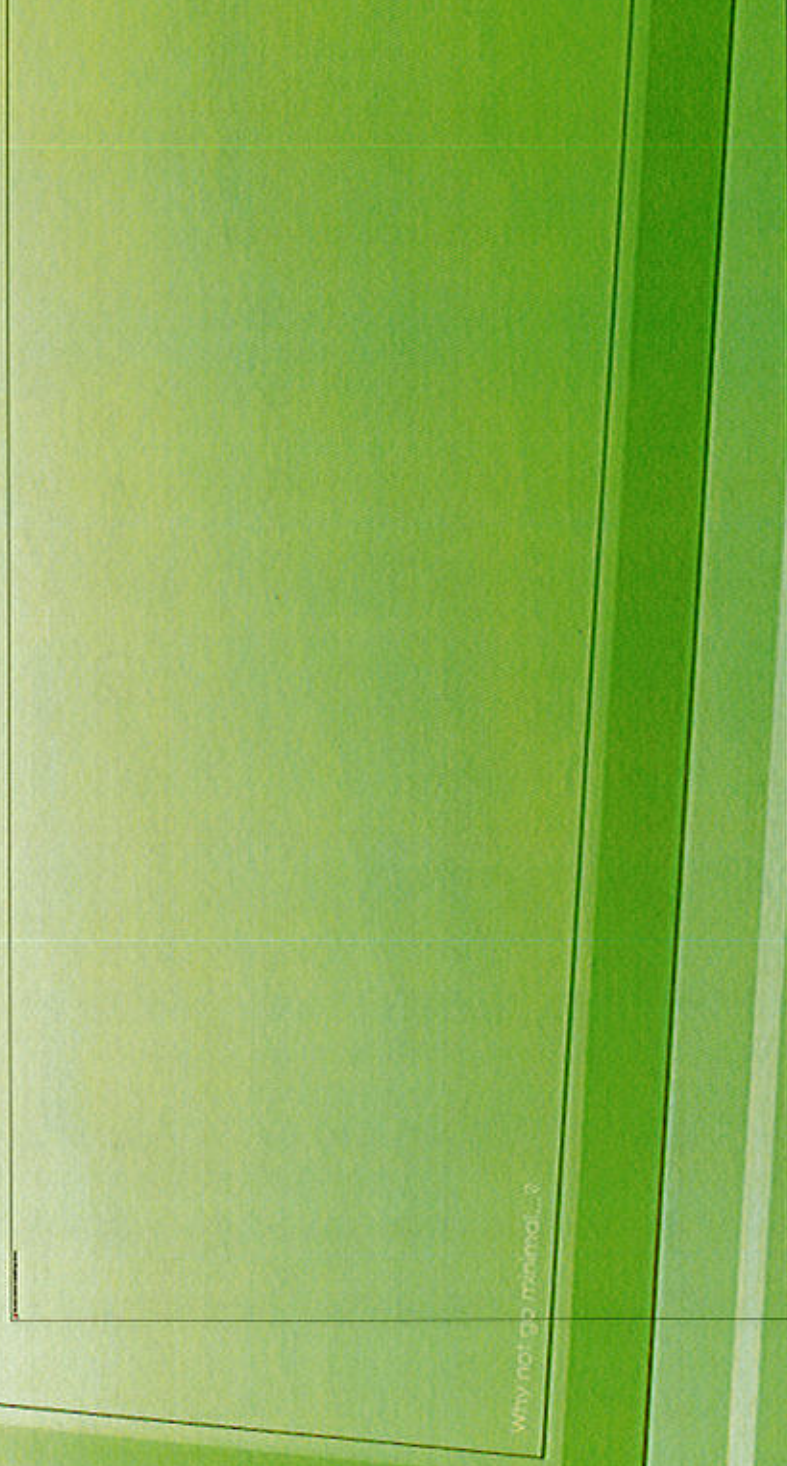
Why not go minimal...?



## Porównanie konkurencyjności falowników trójfazowych oraz jednofazowych o mocy 3 kW

- Mniejsza sprawność całego układu, ze względu na niskie napięcia uzyskiwane z systemów małej mocy – problem małej ilości modułów.
- Większość obecnie dzisiaj stosowanych trójfazowych falowników posiada wysoką wartość napięcia nominalnego pracy falownika lub nawet napięcia startowego, najczęściej jest około 580V do 700V napięcie nominalnego oraz 180V napięcia startowego.
- Przy małej liczbie modułów fotowoltaicznych, a coraz częściej systemy 3kW składają się z 11 lub nawet 10 modułów PV, istnieje ryzyko trudności osiągnięcia wartości napięcia optymalnej pracy. 10 czy 11 modułów połączonych szeregowo w warunkach pracy w okresie letnim będzie dawać wartość napięcia pracy ( $V_{mpp}$ ) 290 – 320V co jest daleko od napięcia nominalnego falownika, a to będzie prowadzić do pracy z niższą sprawnością.

- W przypadku podzielenia 10 modułów na dwa łańcuchy po 5 moduły, nie ma możliwości stosowania falownika trójfazowego. Poniżej wykres dla jednofazowego i trójfazowego falownika o mocy 3kW z zakresami napięć przy założeniu 10 modułów o mocy 300Wp podzielonych na dwa łańcuchy po 5 modułów podłączone do osobnych wejść MPPT. Widzimy, że dla falownika trójfazowego taka konfiguracja jest błędna



- Falowniki trójfazowy – problemy z konfiguracją i z pracą falownika.  
Zakresy napięciowe mogą być problematyczne w okresie letnim (wysoka temperatura obniża napięcie modułów).



Why not go minimal...?

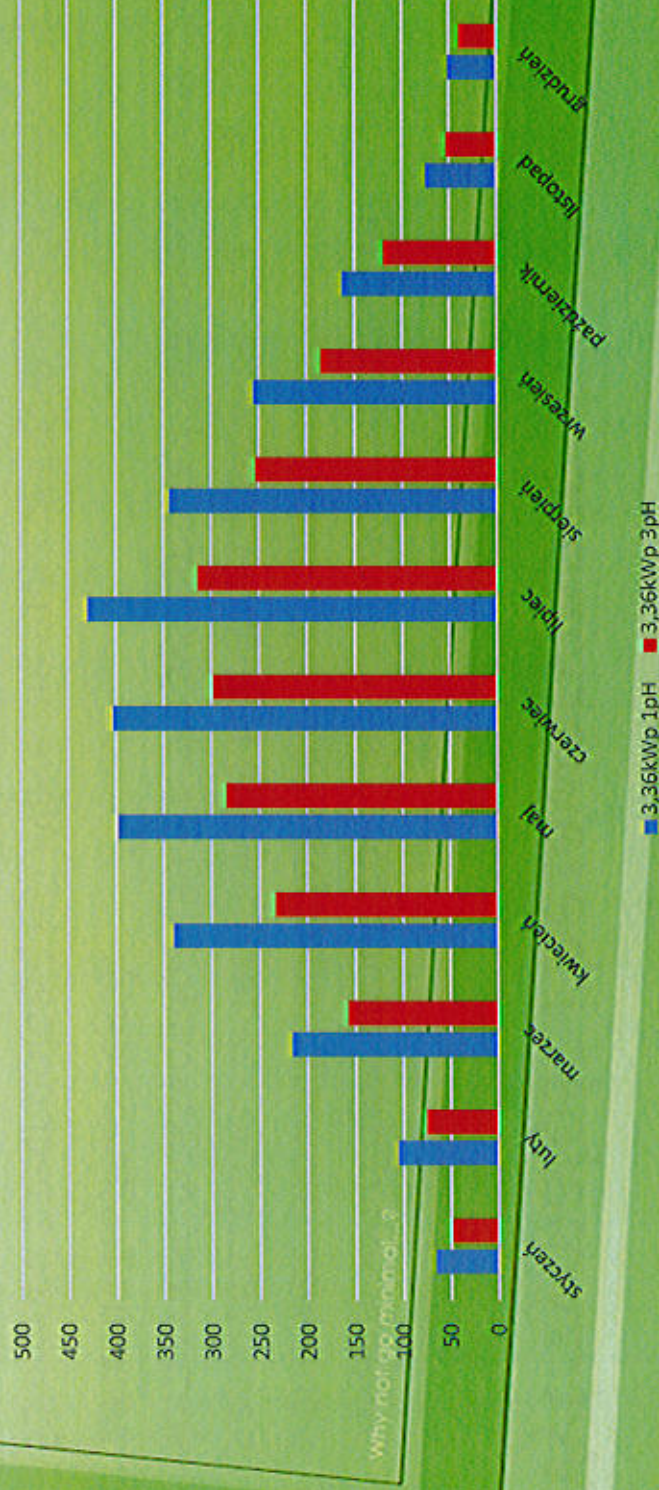
## Systemy trójfazowe SolarEdge

- W przypadku systemów SolarEdge trójfazowe falowniki wymagają zastosowania minimum 16 sztuk optymalizatorów mocy P300/P370/500 oraz 13 sztuk optymalizatorów mocy P404/P405/P505
- Minimalna liczba optymalizatorów mocy jest związana z topologią systemu – falowniki trójfazowe SolarEdge pracują zawsze ze stałym napięciem 750V, aby uzyskać najwyższą sprawność konwersji DC/AC. Wiąże się to jednak z koniecznością zastosowania odpowiedniej ilości optymalizatorów mocy.
- Także w systemie SolarEdge dzielenie łańcucha na dwie części będzie prowadzić do strat w produkcji, ponieważ nie ma możliwości aby moduł na różnych połaciach dachu „startowały” w tym samym czasie na przykład dla dachu wschodniego oraz zachodniego.

# Porównanie produkcji systemu 3,2kW jednofazowego oraz trójfazowego

- Dwa systemy o tej samej mocy z zastosowanie modułów 280Wp (12 sztuk) o sumarycznej mocy 3,36kWp
- **Produkcja z systemu jednofazowego jest o około 35% wyższa niż systemu trójfazowego**

Produkcja z system 3,36kWp 1PH vs 3PH



## Wytrzymałość i bezawaryjność

- System SolarEdge jednofazowy jest „nowocześniejszy”, niż trójfazowy ponieważ falowniki jednofazowe mają zaimplementowaną najnowocześniejszą technologię HD Wave zapewniającą dużą wyższą sprawność maksymalną (99,2% dla systemu jednofazowego vs 98% dla systemy trójfazowego).
- Falowniki z technologią HD Wave nie mają w sobie kondensatorów elektrolitycznych, dlatego są mniej awaryjne i bardziej odporne na trudne warunki pracy.
- Falowniki jednofazowe HD Wave z uwagi na większą sprawność generują mniej ciepła, co jest istotne dla pracy w okresie letnim.
- Falowniki jednofazowe są także cichsze, z powodu braku wentylatora, który z uwagi na wysoką sprawność falownika nie jest potrzebny (trójfazowy falownik zawsze ma min. jeden wentylator).