

Dobieranie wielkości generatora fotowoltaicznego do mocy falownika.

1. Cel dokumentu

Celem niniejszego dokumentu jest wyjaśnienie, dlaczego konieczne jest przewymiarowanie zainstalowanej mocy części DC instalacji fotowoltaicznej (Wp) w stosunku do mocy falownika (Wac)

2. Obszar zastosowania

Niniejszy dokument odnosi się do falowników firmy SMA Solar Technology AG. Wszelkie zawarte w nim informacje znajdują zastosowanie dla całej gamy produktów SMA.

3. Nominalny współczynnik mocy (Nominal Power Ratio)

Nominalny współczynnik mocy (Nominal Power Ratio) to stosunek mocy falownika do nominalnej mocy modułów (w warunkach STC)

$$\text{Nominalny współczynnik mocy} = \frac{\text{Moc falownika}}{\text{Nominalna moc modułów}}$$

Nominalna moc modułów – to moc w warunkach określonych w normie IEC 61215 lub IEC 61646 jako warunki standardowe (Standard Test Condition):

- Natężenie promieniowania słonecznego 1000W / m²
- Temperatura ogniwa 25°C
- Współczynnik spektralny Airmass 1,5

Moc falownika – maksymalna moc falownika

Możliwe są trzy sytuacje gdy nominalny współczynnik mocy NPR jest:

1. NPR > 1 – falownik jest niedociążony.
2. NPR = 1 – falownik jest obciążony nominalną mocą modułów
3. NPR < 1 – falownik jest przeciążony po stronie DC (przewymiarowanie części DC instalacji).



Przykład Sunny Design:

Falownik o mocy 5kW (TP5000TL-20) z podłączonym generatorem fotowoltaicznym o mocy 5,5kWp.

Nominal Power Ratio: 93%

Informacja Techniczna

Performance

Nominal power ratio: 93 %



Inverter efficiency: 96,8 %



Annual energy yield (approx.): 5.311,60 kWh

Spec. energy yield (approx.): 966 kWh/kWp

Performance ratio (approx.): 86,7 %

Line losses (in % of PV energy): --- %



PV/Inverter compatible

Parameter	Inverter	Input A	Input B	Input C
Max. DC power	5,10 kW	5,50 kWp	---	---
Min. DC voltage	150 V	553 V	---	---
Typical PV voltage		628 V	---	---
Max. DC voltage (PV)	1000 V	925 V	---	---
Max. DC current (A/B)	11/10 A	8,2 A	---	---

4. Dobieranie nominalnego współczynnika mocy

Instalacje fotowoltaiczne projektuję się inaczej niż typowe układy generujące prąd, gdzie układ powinien mieć moc poniżej mocy nominalnej urządzenia z którym współpracuje. Z wielu względów instalację fotowoltaiczne projektuję się w taki sposób, aby zainstalowana moc części DC była większa niż moc nominalna falownika NPR (Nominal Power Ratio) < 1. Wielkość tego przewymiarowania zależy od lokalizacji instalacji oraz od czynników zmniejszających wydajność modułów (np. inna orientacji niż południe, inne nachylenie niż nominalne).

Dla warunków polskich, nominalny współczynnik mocy (NPR – Nominal Power Ratio) powinien znajdować się w zakresie od 90%-75% (przewymiarowanie części DC od 10% do 25%), w zależności od wspomnianych wyżej elementów. W praktyce oznacza to, że dla falownika o mocy 10kW powinniśmy zainstalować od 11kWp do 12,5kWp w modułach

Powodami przewymiarowania części DC instalacji są między innymi:

1. Warunki STC zdarzają się bardzo rzadko.

Moduły fotowoltaiczne mają podaną moc mierzoną w warunkach standardowych (Standard Test Condition STC), które są warunkami laboratoryjnymi i w rzeczywistości zdarzają się bardzo rzadko. Liczba godzin słonecznych w Polsce jest na poziomie 1600 godzin, z czego tylko 15% to godziny o pełnym nasłonecznieniu.

Należy jednak pamiętać, że w czasie pracy przy pełnym nasłonecznieniu rośnie temperatura otoczenia, a tym samym temperatura modułów. Podana w warunkach temperatura ogniwa na poziomie 25°C oznacza temperaturę otoczenia poniżej 14°C, co jest praktycznie nieosiągalne w warunkach rzeczywistych przy nasłonecznieniu 1000W/m².

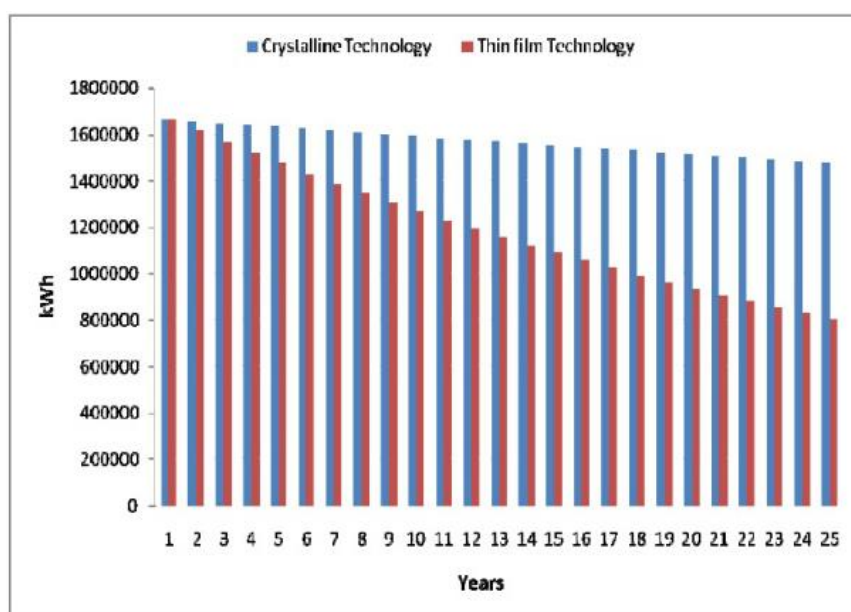
Mając na uwadze powyższe fakty, należy brać pod uwagę, że moduły fotowoltaiczne częściej będą w warunkach nominalnych (NOCT Nominal Operating Cell Temperature), a mianowicie przy natężeniu promieniowania słonecznego 800W/m², temperaturze otoczenia 20°C oraz przy czynniku chłodzącym w postaci wiatru wiejącego z prędkością 1,5 m/s. Większość producentów modułów fotowoltaicznych podają oprócz parametrów w warunkach STC, także parametry w warunkach NOCT. Z reguły uzyskiwane moce dla warunków NOCT są niższe niż te w warunkach

Informacja Techniczna

STC o około 30%. Dla przykładu – jeżeli moc modułów w warunkach STC wynosi 250W, to w warunkach NOCT będzie to około 200W

2. Moduły fotowoltaiczne degradują się z upływem czasu o współczynnik około 0,5% dla bardzo dobrych jakościowo modułów, a o około 0,8% dla modułów gorszych jakościowo.

Zgodnie z badaniami NRLA (National Renewable Energy Laboratory) większość modułów fotowoltaicznych degradują się o około 0,7%/ rok przez pierwsze dziesięć lat pracy oraz o około 0,45% rocznie w kolejnych dziesięciu latach pracy. Przy czym należy także pamiętać, że znacznie szybciej degradują się moduły cienkowarstwowe w porównaniu do modułów krzemu krystalicznego (Rysunek 1).



Rysunek 1. Porównanie szybkości degradowania się modułów cienkowarstwowych oraz krzemu krystalicznego na podstawie dwóch instalacji o mocy 1MW, lokalizacja Kalifornia USA.

3. Falowniki nie pracują ze sprawnością 100%.

Nowoczesne falowniki fotowoltaiczne bez transformatora mają sprawności na poziomie od 96 do 99%. Oznacza to, że nie cała energia wygenerowana przez moduły fotowoltaiczne może być skutecznie zamieniona na prąd stały i oddana do sieci. Falownik traci część energii. Dla sprawność na poziomie 98% otrzymujemy z instalacji o mocy 10kWp pracującej w warunkach standardowych 9800W, ponieważ 2% energii jest utracone.

4. Koszty instalacji

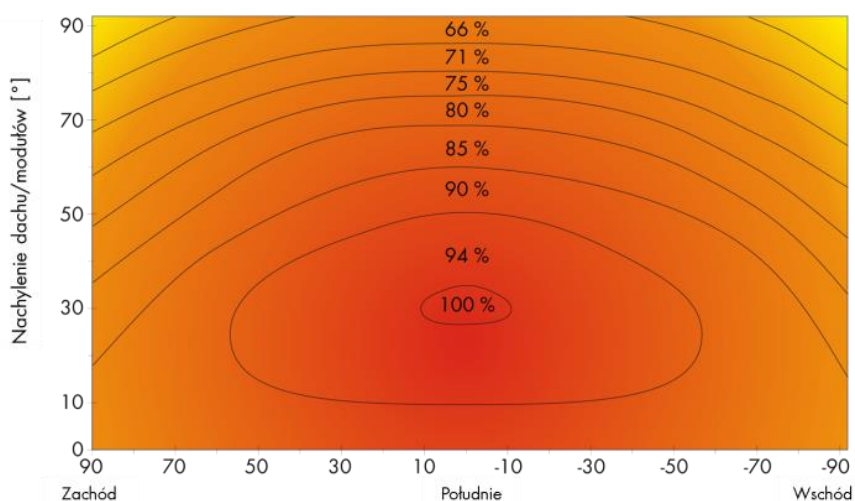
Przemysłane przewymiarowanie zainstalowanej mocy DC w stosunku to mocy inwertera sprzyja także redukcji kosztów samej instalacji, dzięki zastosowaniu mniejszej ilości przetwornic lub urządzeń o mniejszej mocy.

Informacja Techniczna

Jak poprawnie określić wielkość przewymiarowania.

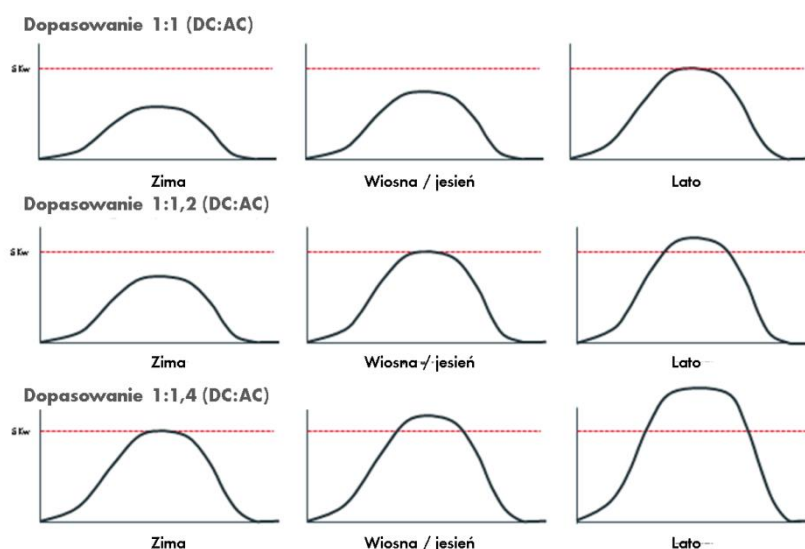
Stopień przewymiarowania jest indywidualną wielkością, którą trzeba określić dla każdej instalacji z osobna. Jak już zostało wspomniane wielkość ta zależy od szeregu czynników, które projektant instalacji powinien brać pod uwagę projektując instalację fotowoltaiczną.

Najistotniejszą rzeczą przy określaniu wielkości przewymiarowania jest obliczenie strat związanych z odchyleniem od azymutu 0° (południe) oraz idealnego kąta nachylenia dla modułów. Rysunek 2



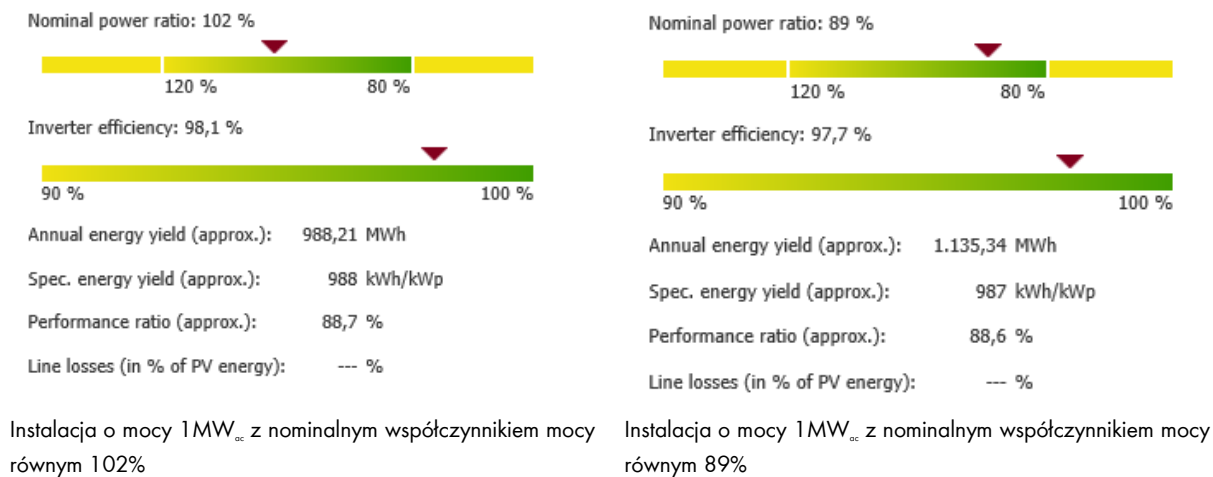
Rysunek 2. Straty względem idealnie zorientowanej i nachylonej instalacji.

Wielkość przewymiarowania ma znaczący wpływ na wielkość uzyskiwanej produkcji oraz wydajność systemu szczególnie w okresie zimowym. Wpływ wielkości przewymiarowania na uzyski instalacji prezentuje rysunek poniżej.



Rysunek 3. Wielkość przewymiarowania oraz jej wpływ na pracę instalacji.

5. Wpływ nominalnego współczynnika mocy na wielkość produkcji na przykładzie



Rysunek 4. Uzyski z instalacji o mocy 1MW_{ac} z nominalnym współczynnikiem mocy 1 oraz 1,1 (1MWp oraz 1,1MWp).

Instalacje z nominalnym współczynnikiem mocy na poziomie 89% (przewymiarowanie części DC o 11%) generują więcej energii elektrycznej z tego samego falownika, ponieważ pracują z większą sprawnością - falownik więcej czasu jest obciążony nominalnie.