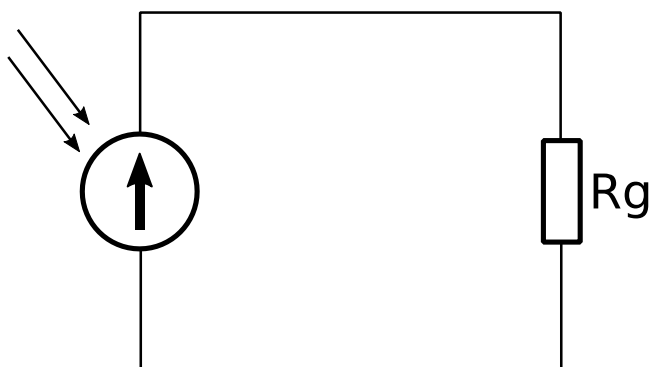


## Dołączanie paneli fotowoltaicznych do odbiorników energii

### 1. Układ proponowany przez niektórych domorosłych elektryków

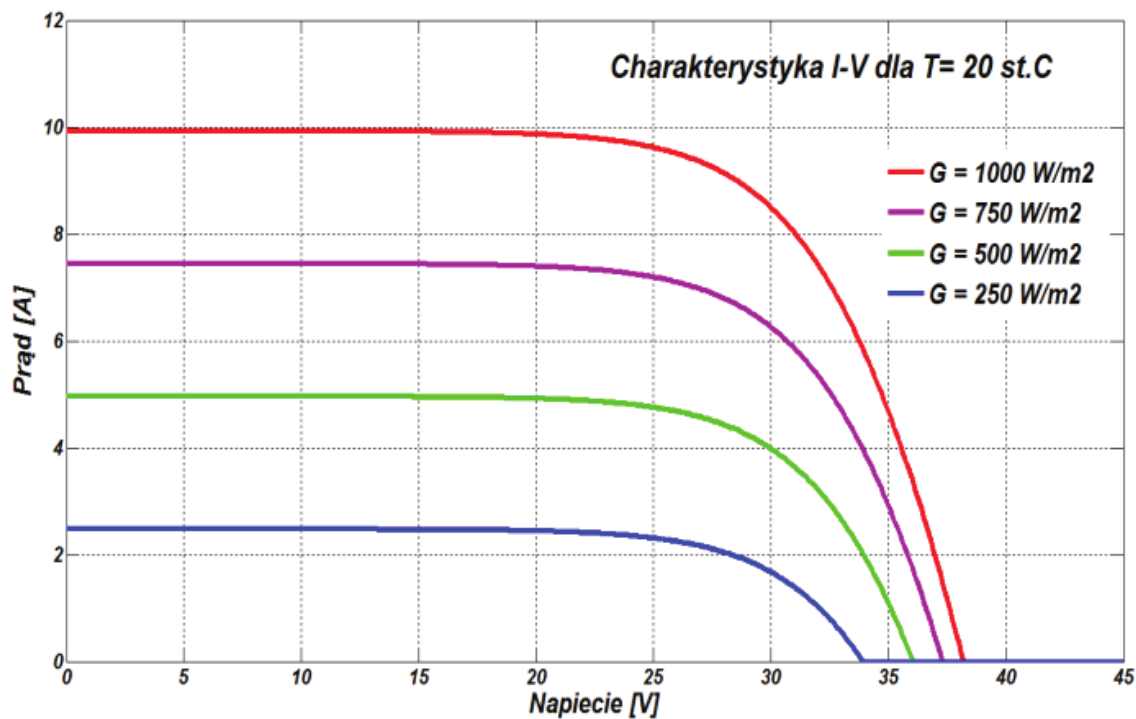
Na Rys. 1 pokazano schemat połączeń panelu fotowoltaicznego z rezystancyjnym odbiornikiem energii.



Rys. 1

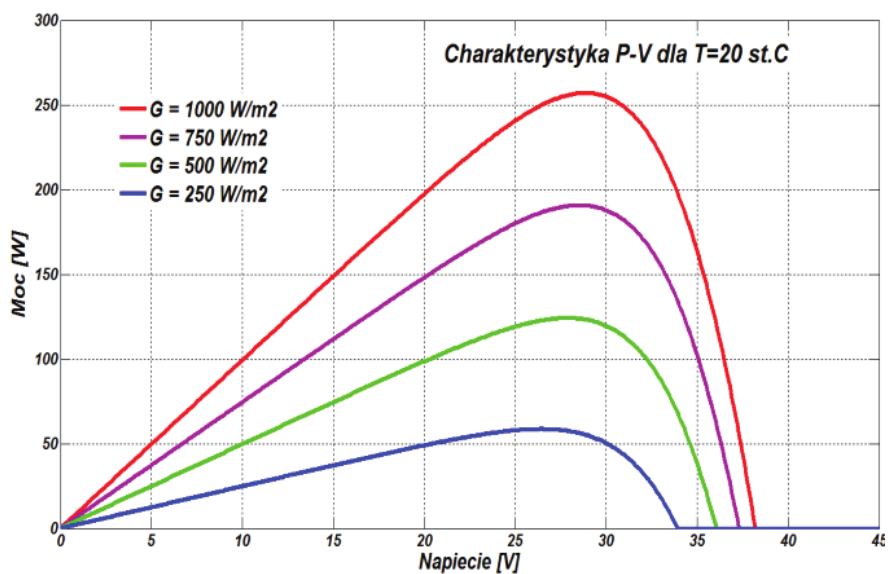
#### 1.1. Obliczenia

Charakterystykę prądowo – napięciową pewnego ogniwa fotowoltaicznego [1] pokazano na Rys. 2



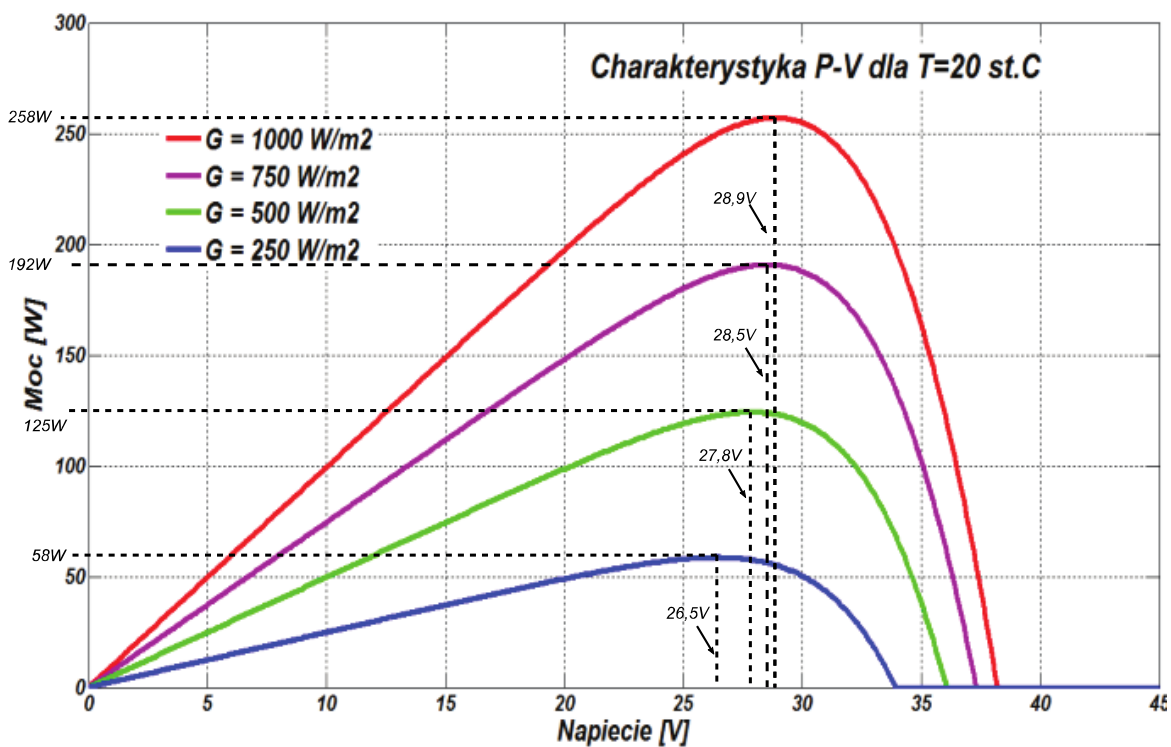
Rys. 2

Odpowiadającą jej charakterystykę mocowo – napięciową pokazano na Rys. 3



Rys. 3

Na charakterystyce mocowo-napięciowej naniesiono napięcie panelu przy maksymalnej mocy wyjściowej dla danej mocy promieniowania (Rys. 4).



Rys. 4

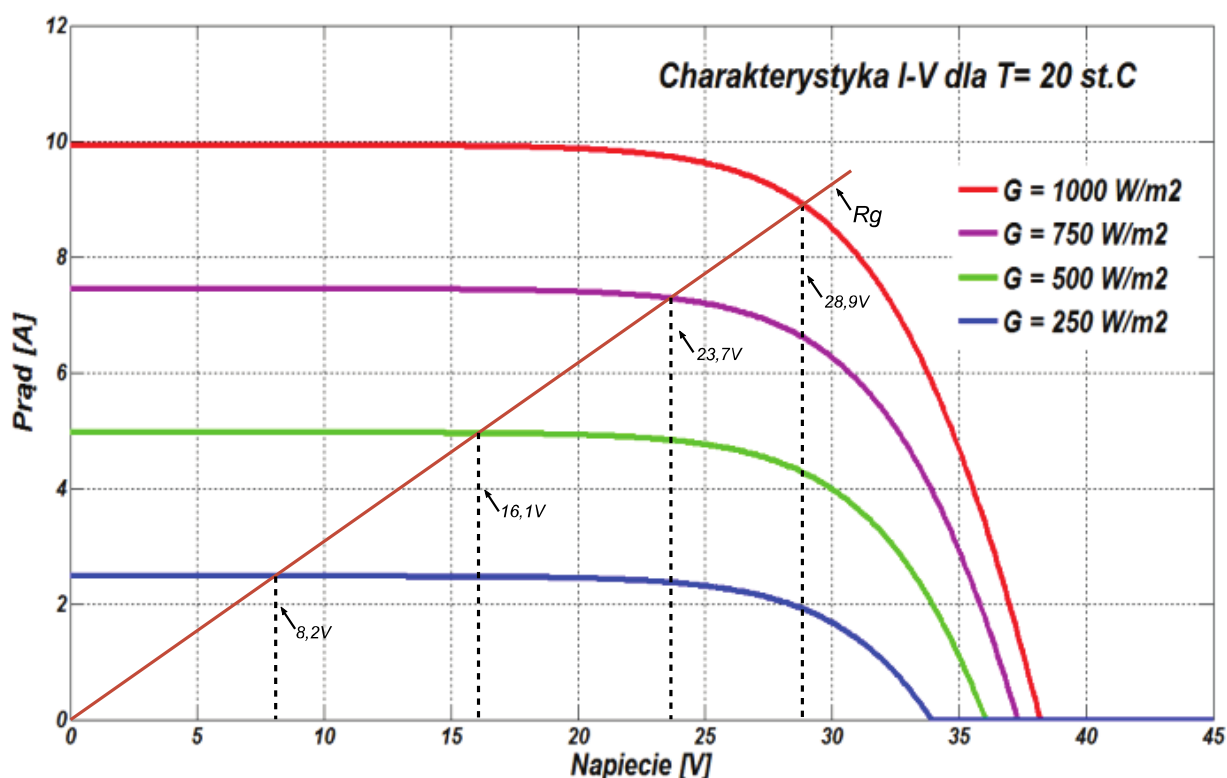
Dla danej mocy promieniowania jest to punkt optymalnego dopasowania odbiornika energii do źródła.

Rezystancja wyjściowa źródła w tym punkcie dla maksymalnej mocy promieniowania wyniesie zatem

$$R_{wy} = \frac{P}{U^2} = \frac{258}{28,9^2} = 0,3089 \Omega$$

Taka też powinna być rezystancja grzałki, aby uzyskać maksimum oddawania mocy, czyli  $R_g = R_{wy}$ . Dla dalszych rozważań rezystancja grzałki pozostaje stała w funkcji temperatury drutu oporowego i przyłożonego napięcia.

Nanieśmy charakterystykę prądowo – napięciową grzałki na charakterystykę prądowo – napięciową ogniwa fotowoltaicznego. Oczywiście jest to linia prosta. Punkty przecięcia prostej  $R_g$  z krzywymi przetwarzania panelu fotowoltaicznego dla innych strumieni światła wskazują punkt pracy panelu z grzałką (Rys. 5).



Rys. 5

W Tab. 1 przedstawiono moc wydzielaną w grzałce i sprawność przetwarzania w zależności od mocy promieniowania.

Tab. 1

Moc promieniowania [W/m <sup>2</sup> ]	Moc wydzielana w grzałce $R_g \cdot U^2$ [W]	Moc maksymalna Rys. 4 [W]	Sprawność przetwarzania [%]
1000	258	258	100
750	173	192	90
500	80	125	64
250	21	58	36

## 2. Układ przetwornicy z algorytmem MPPT [2]

Tabela Tab. 1 pokazuje istotny spadek sprawności oddawania energii do odbiornika przy zmianie mocy promieniowania. Układ z definicji jest dopasowany energetycznie w bardzo wąskim zakresie mocy promieniowania i znacząco niedopasowany poza nim.

Skutecznym i wygodnym rozwiązaniem dostosowania do wymagań typowych odbiorników jest użycie przetwornic energii o sprawności powyżej 90% w szerokim zakresie mocy i napięć wejściowych. Zazwyczaj są to układy w konfiguracji buck (obniżające) albo buck – boost (obniżająco – podnoszące). Przetwarzają one energię w zakresie napięć wejściowych od 40% (buck – boost) lub 100% (buck) do ponad czterokrotności napięcia wyjściowego. Przenosząc te proporcje na analizowany przykład z p. 1 oznaczałoby to pracę od napięcia 8,4V (dla porównania z układem z Rys. 1 – moc promieniowania ok. 250W/m<sup>2</sup> i sprawność poniżej 40%) do 37V. Przypomnieć należy, że sprawność przetwarzania w całym zakresie deklarowanych napięć wejściowych przekracza 90% i nie zależy od mocy pochłanianego promieniowania.

Na wejściu automatyka przetwornicy jest zorientowana na poszukiwanie największego iloczynu napięcia i prądu, czyli realizację algorytmu śledzenia punktu największej mocy (MPPT) przy danym obciążeniu na wyjściu, zaś na wyjściu dba o stabilizację napięcia wyjściowego (DC lub AC) i właściwe parametry częstotliwościowe (tylko AC).

## 3. Wnioski

Odbiorniki energii elektrycznej stosowane powszechnie charakteryzują się relatywnie stałym napięciem znamionowym i zmienną mocą pobieraną w szerokim zakresie. Zmienną moc dostajemy także przez równoległe dołączanie i odłączanie wielu odbiorników. Tak zdefiniowana charakterystyka elektryczna odbiorników nie przystaje do charakterystyki elektrycznej paneli fotowoltaicznych. Pośrednikiem między tymi dwoma światami przetwarzania energii musi być konwerter, który na wejściu dynamicznie dopasuje swoją impedancję do nieliniowej i zmiennej w funkcji oświetlenia impedancji panelu fotowoltaicznego, zaś na wyjściu będzie typowym źródłem napięciowym o zmiennej wydajności. Przetwarzanie energii oczywiście nie jest bezstratne, kosztuje energię, ale stosunkowo mało, jeżeli spojrzymy na analizę w p.1. Ten prymitywny układ ma nieusuwalne wady i nawet w początkowej fazie budowy instalacji nie znajduje uzasadnienia. To typowa prowizorka.

## 4. Źródła

- [1] K. Kutkowski „Porównanie możliwości numerycznego modelowania ogniw fotowoltaicznych w środowisku Matlab Simulink oraz Scilab Xcos”, „Mechanik” nr 7/2016.
- [2] Dane techniczne falowników ze strony fronius.com.