

Wiktor Chochorowski

ML System S.A.

Analiza wpływu zmian azymutu i inklinacji na wydajność paneli fotowoltaicznych

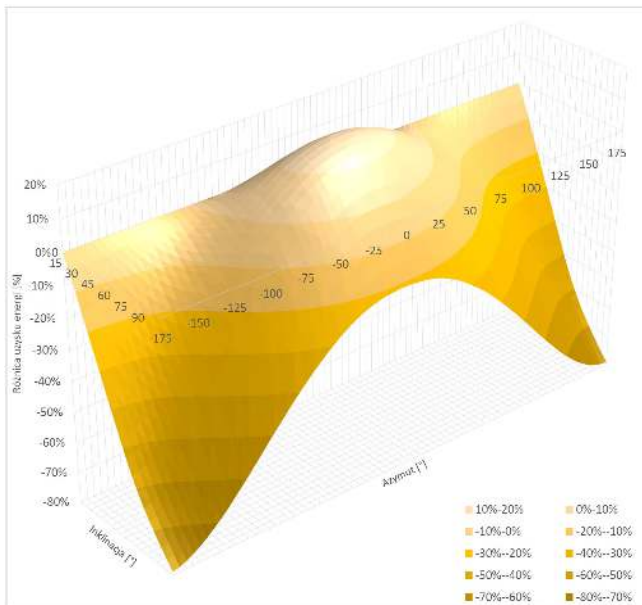
Artykuł opracowano w ramach projektu: „Pozyskanie wiedzy technicznej nt. współdziałania komponentów elektronicznych w inwerterze fotowoltaicznym dla aplikacji BIPV” (UDA-RPPK-01.03.00-18-035/13-00)

W trakcie projektowania instalacji projektant często staje przed pytaniem związanym z wyborem kąta pochylenia i skierowania projektowanej grupy paneli fotowoltaicznych. Powszechnie znane są wartości optymalne dla paneli, czyli skierowanie powierzchni panelu na południe pod kątem mieszczącym się w zakresie od 30° do 35°. Osiągnięcie takiego usytuowania paneli nie jest problemem dla paneli instalowanych w wolnej przestrzeni (np. farmy fotowoltaiczne). Inaczej sytuacja kształtuje się dla instalacji budynkowych tak zwanych BIPV (Building Integrated Photovoltaic). Dla instalacji tego typu najlepiej, aby miejsca instalacji paneli fotowoltaicznych były ustalane jeszcze przed budową obiektu, czyli w trakcie trwania etapu projektowego. Pozwoli to na uwzględnienie i wydzielenie części ścian fasad dedykowanych pod instalację fotowoltaiczną uwzględniając najlepsze warunki dla jej funkcjonowania, a jak wiadomo jest to związane z generacją jak największego uzysku energii elektrycznej w ciągu całego roku. Dużym problemem, przed jakim stawiany jest projektant instalacji fotowoltaicznych to zaprojektowanie instalacji fotowoltaicznej dla istniejącego obiektu tak, aby pracowała ona najefektywniej uwzględniając istniejące fasady i ich skierowanie oraz pochylenie względem słońca.

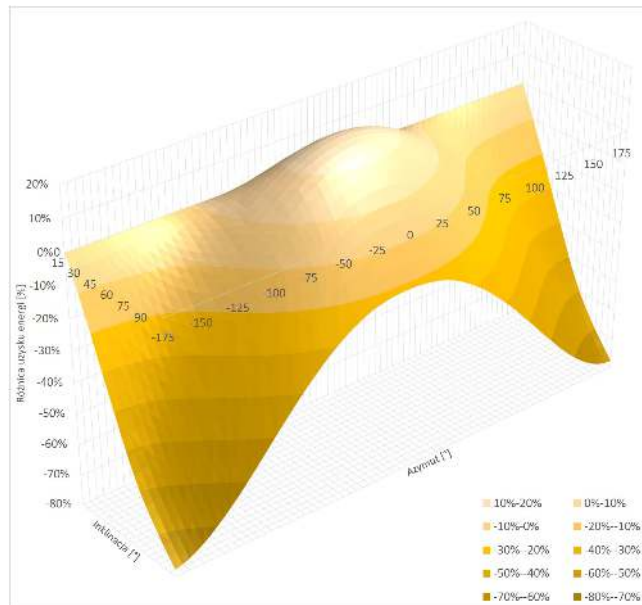
Położenie paneli fotowoltaicznych jest czynnikiem determinującym ich sprawność, niezależnie od jego rodzaju i technologii, w której jest on wykonany. W ramach realizowanego projektu zostały przebadane różnego rodzaju moduły fotowoltaiczne na wrażliwość zmian

ustawienia kąta inklinacji paneli, a także ich azymutu. Dla celów analizy i statystyk pogrupowano różne rodzaje modułów w trzy grupy: pierwsza to technologie polikrystaliczne, monokrystaliczne, back-contact oraz HJT. W drugiej grupie zawarta została technologia CIGS wraz z μ Si. Ostatnia, trzecia grupa zawiera panele wykonane w technologiach CdTe oraz DSSC. W czasie pomiaru wykorzystywane były dwa panele fotowoltaiczne wykonane w tej samej technologii, z czego jeden był trwale umocowany poziomo, a drugi – pomiarowy, podlegał zmianom inklinacji i azymutu. Powstała różnica pomiędzy mocą generowaną przez panel wzorcowy i pomiarowy została odnotowana, przeliczona i przedstawiona w postaci wartości procentowych na charakterystyce pokazanej na rysunku 1 i 2. Użyte na charakterystyce wartości kąta odpowiadają odpowiednio: 0° - południe; -90° - wschód; 90° - zachód; 180° i -180° - północ.

Pomiar zmiany wartości procentowej został wykonany w krokach, co pięć stopni zmian kąta pochylenia panelu fotowoltaicznego względem położenia poziomego oraz w krokach, co pięć stopni dla zmian kąta skierowania panelu (azymutu). Przed przystąpieniem do pomiarów każdy z paneli był dokładnie oczyszczony i sprawdzony pod względem generowanych przez niego wartości parametrów elektrycznych. Spośród posiadanych paneli wybrano dwa (wzorcowy i pomiarowy), które posiadały najbardziej zbliżone parametry elektryczne. Segregacja ta miała znaczenie dla zapewnienia wysokiej wiarygodności występujących różnic pomiędzy zmianami pochylenia i azymutu badanego panelu do panelu wzorcowego.



Rys. 1. Charakterystyka różnic uzysku energetycznego względem panelu wzorcowego w wyniku zmiany azymutu i inklinacji panelu badanego dla grupy I

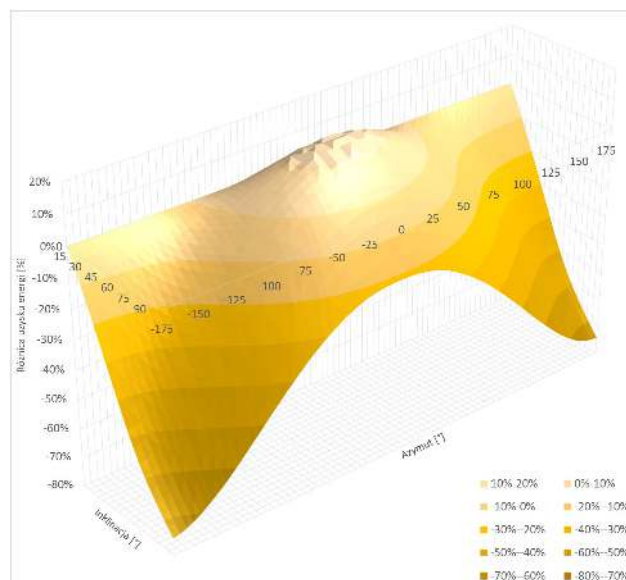


Rys. 2. Charakterystyka różnic uzysku energetycznego względem panelu wzorcowego w wyniku zmiany azymutu i inklinacji panelu badanego dla grupy II

Z otrzymanych danych przedstawionych na rysunkach 1, 2 oraz 3 to fakt występowania najlepszego uzysku energetycznego w zakresie pochylenia od 25° do 40° i skierowaniu panelu w stronę południową z odstępstwem od niej w zakresie $\pm 40^\circ$ azymutu. Dane te potwierdzają wcześniej wspomniane wartości najlepszego uzysku energetycznego dla paneli, jakie można spotkać w różnego rodzaju dokumentacjach i publikacjach. Najlepszym punktem pracy paneli według otrzymanych wyników to idealne skierowanie panelu w stronę południową i pochylenie około 30-35°

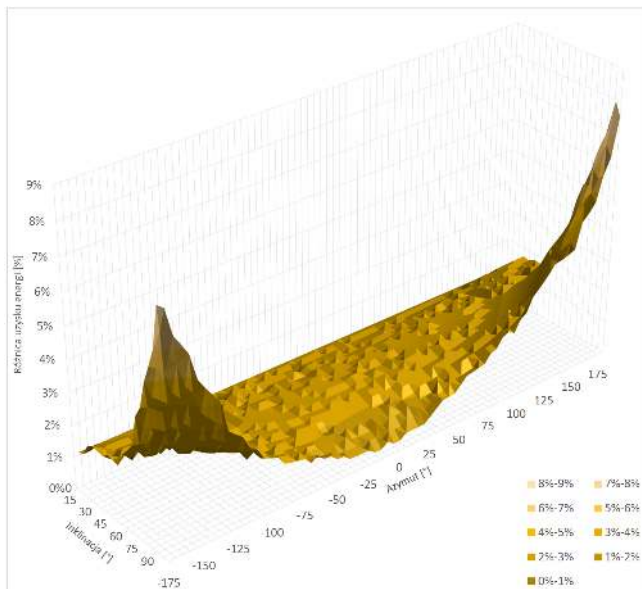
Dla powyższego zależności, podczas dobierania inwertera fotowoltaicznego dla instalacji fotowoltaicznych należy uwzględnić usytuowanie paneli, do których będzie on dołączony. Typową praktyką obciążania inwertera fotowoltaicznego jest jego przeciążenie w zakresie ok 15% od jego mocy nominalnej. Tą zależność nie należy traktować, jako regułę, a jedynie można brać pod uwagę możliwość obciążenia inwertera fotowoltaicznego mocą większą niż to wynika z jego mocy maksymalnej dla zakresu ustawienia paneli odbiegającego od najbardziej efektywnego.

W trakcie przeprowadzania analizy otrzymanych danych porównano poszczególne grupy badanych paneli fotowoltaicznych pomiędzy sobą. Rysunek 4 przedstawia różnicę wartości generowanej mocy przez moduły pomiędzy drugą

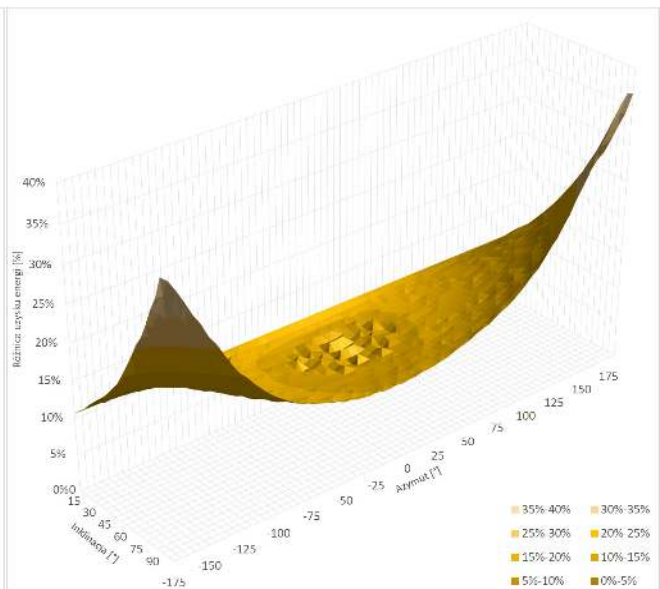


Rys. 3. Charakterystyka różnic uzysku energetycznego względem panelu wzorcowego w wyniku zmiany azymutu i inklinacji panelu badanego dla grupy III

grupą badaną a pierwszą. Rysunek 5 z kolei ukazuje wartość różnicy wydajności modułów wynikającą z porównania grupy drugiej z trzecią badanych paneli fotowoltaicznych. Jak można zaobserwować porównując do siebie obie charakterystyki grupa trzecia paneli fotowoltaicznych wykazała większą wartość generowanego uzysku względem grupy drugiej. W obu przypadkach można zaobserwować wyraźny wzrost generowanej mocy dla najbardziej niekorzystnych warunków usytuowania paneli – skierowania w kierunku północnym i praktycznie pionowego ich pochylenia względem kąta padania promieni słonecznych. Wynika to z mniejszej



Rys. 4. Różnica wydajności paneli z drugiej grupy względem pierwszej grupy badanej



Rys. 5. Różnica wydajności paneli fotowoltaicznych z trzeciej grupy względem drugiej grupy badanej

podatności paneli fotowoltaicznych cienkowarstwowych na ich usytuowanie. Panele te charakteryzując się dużą absorpcją promieni odbitych, przez co widoczny jest ich znaczny wzrost wydajności w skrajnych częściach charakterystyki. Najlepsze parametry, biorąc pod uwagę wspomniane właściwości, wykazały panele fotowoltaiczne z grupy trzeciej, które dla skrajnych części charakterystyki, charakteryzowały się nawet 30% większą wydajnością względem panelu wzorcowego niż miało to miejsce w pozostałych technologiach.

Uwzględniając otrzymane wyniki w trakcie dobierania inwerterów fotowoltaicznych do projektowanej instalacji fotowoltaicznej należy zwrócić uwagę na rodzaj technologii wykonania ogniw fotowoltaicznych zastosowanych w budowie paneli fotowoltaicznych. Typowe dla paneli krystalicznych przeciążenie inwertera w stopniu około 15% względem jego nominalnej mocy, może być zbyt duże w przypadku wykorzystywania ogniw fotowoltaicznych cienkowarstwowych, które w większym stopniu długotrwale obciążają układ przetwórczy generując tym samym ciepło skutkujące skróceniem żywotności takich jednostek. Jak wynika z przeprowadzonych pomiarów, należy uważać na przewymiarowanie mocy inwertera w przypadku zastosowania paneli fotowoltaicznych z grupy III. Panele te charakteryzują się dużo mniejszą podatnością na wpływ ustawienia inklinacji oraz azymutu.

Zarówno w przypadku przeciążania jednostek przetwórczych jak i umiejscawiania paneli fotowoltaicznych na ścianach elewacji budynków w instalacjach BIPV oraz dobór stosowanej technologii ogniw fotowoltaicznych do budowy paneli fotowoltaicznych zależy tylko i wyłącznie od projektanta instalacji. To od jego decyzji zależy, w jakim miejscu i w jakim stopniu odchylenia od pionu oraz kierunku azymutu będą skierowane projektowane przez niego panele fotowoltaiczne i tym samym stopień skomplikowania instalacji fotowoltaicznej, ilość urządzeń przetwórczych i ich rodzaj. Wszystkie te składowe przekładają się, bowiem na końcową wartość rocznego uzysku energetycznego, którego wartość powinna być jak największa z projektowanych instalacji fotowoltaicznych.