

Kryterium zwarciove a warunki przyłączenia do sieci

W procesie weryfikacji możliwości przyłączenia oraz współpracy elektrowni wiatrowych (biogazowych, wodnych i innych) z systemem energetycznym wykonujący analizę musi m.in. dokonać sprawdzenia tzw. kryterium zwarciovego.

Wynika to wprost z zapisów Instrukcji Ruchu i Eksploatacji Systemu Dystrybucyjnego (IRiESD) dla każdego operatora systemu energetycznego, do którego sieci przyłączona ma zostać przedmiotowa instalacja generatorowa.

Jak można łatwo zauważyć, mimo zazwyczaj niewielkich różnic pomiędzy instrukcjami IRiESD poszczególnych polskich operatorów, kwestie dotyczące warunków przyłączenia zwłaszcza elektrowni wiatrowych pozostają w tych dokumentach identyczne. Wynika to choćby z faktu bliskiej współpracy wszystkich operatorów sieciowych w ramach prac Polskiego Towarzystwa Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej (PTPiREE), stanowiącego ważny organ konsultacyjny oraz opiniotwórczy.

Występowanie przedmiotowego zapisu (kryterium zwarciovego) w każdej z IRiESD oznacza więc także, że poruszana w niniejszym artykule kwestia ma swoje odniesienie do wszystkich wniosków o wydanie warunków przyłączenia dla źródeł generatorowych. Jest więc uniwersalna i istotna, niezależnie od lokalizacji planowanej inwestycji generatorowej na terenie Polski.

Kryterium zwarciove

Obowiązujące we wszystkich instrukcjach IRiESD zapisy kryterium zwarciovego narzucają ograniczenie maksymalnej mocy projektowanej instalacji generatorowej w danym punkcie przyłączeniowym. Zgodnie z powyższym ograniczeniem (zwanym dalej kryterium zwarcioveym) spełniona musi być następująca zależność:

$$S_{PCC} : 20 \geq S_n$$

gdzie: S_{PCC} – moc zwarciova (systemowa) w przewidywanym punkcie przyłączenia,
 S_n – moc nominalna wszystkich urządzeń generatorowych przewidzianych do przyłączenia (lub już przyłączonych) w danym punkcie przyłączeniowym.

Literalne podejście do tak sformułowanego kryterium może i, co pokazuje praktyka, jest powodem wielu niejednoznaczności, a także problemów.

Krytyczny komentarz do tak ujętego kryterium zwarciovego znany jest już od wielu lat. Znaleźć go można chociażby w publikacji autora¹.

Kryterium zwarciove występuje w tej lub zbliżonej postaci także w innych krajach europejskich. Sprawą otwartą pozostaje kwestia wartości współczynnika (tu: 20), będącego maksymalną wielokrotnością mocy nominalnej instalacji generatorowej w stosunku do wartości mocy zwarciovej punktu przyłączenia.

Znane są przykłady, w których wartość ta okazuje się zarówno mniejsza (wynosi np. 10), jak i większa (np. 40). Tym samym kwestia ta jest czysto uznaniowa i jako taka nie powinna rzutować na ultymatywność w ujęciu możliwości przyłączenia do systemu energetycznego (zdaniem autora możliwe jest ujęcie wyłącznie fakultatywne).

W ramach dyskusji na temat kryterium zwarciovego autor konsultował to zagadnienie z wieloma specjalistami, w tym przede wszystkim z prof. dr hab. Z. Lubośnym, który w dyskusji stwierdził m.in., że: „...warunek mocowy (tu: kryterium zwarciove, przyp. autora) jest w istocie warunkiem napięciowym, obliczonym dla określonych wartości kąta impedancji zwarciovej, współczynnika mocy elektrowni (farmy) i dopuszczalnej zmiany napięcia. Przyjmowanie dla wszystkich możliwych konfiguracji przyłączenia elektrowni wiatrowej warunku $S_{PCC}:20 \geq S_n$ jest bezzasadne (choć *de facto* określone przepisami). W przypadku,

gdy oblicza się wahania napięcia przy pomocy innych zależności i modeli, stosowanie tego warunku mija się z celem...”

Powyższe stwierdzenie sumuje szereg kwestii, których kryterium zwarciove nie uwzględnia. Mimo wielu uwag do kryterium zwarciovego (o czym także dalej), jak również pomimo wielokrotnego sygnalizowania (m.in. przez autora), iż owo kryterium należy zmienić, jest ono wciąż powielane w nowych wersjach IRiESD. Często także przyjmuje się je jako kardynalne i stanowi wówczas np. jedyną podstawę do wydawania przez operatorów decyzji o odmowie przyłączenia do sieci energetycznej.

Przyjmując, iż operatorzy systemu dystrybucyjnego nie są skory do rezygnacji z kryterium zwarciovego, w efekcie wielu dyskusji pomiędzy dr. inż. Andrzejem Siodelskim (Politechnika Gdańska), mgr. inż. Piotrem Skoczko (Centrum Badawczo-Rozwojowe Energa) oraz autorem artykułu powstał pomysł, aby kryterium zwarciove zmodyfikować w taki sposób, by wyeliminować jego najistotniejsze wady.

Jak wynika bowiem z literalnego podejścia do przedstawionego wyżej kryterium zwarciovego, przy jego typowej analizie przypadku bierze się pod uwagę wyłącznie moc zwarciową punktu przyłączenia oraz moc nominalną urządzeń planowanych do podłączenia w tym punkcie (tylko i wyłącznie). Oznacza to więc, iż wg kryterium zwarciovego można rozpatrywać bez zastrzeżeń przyłączenie innej instalacji, położonej chociażby tylko 10 m dalej (zgodnie z definicją IRiESD z pewnością jest to inny punkt przyłączenia). Szczegółowy opis rozważań na ten temat autor umieścił w publikacjach^{2,3}.

W celu wyeliminowania zidentyfikowanej „luki” w kryterium w ramach dyskusji ustalono, że w zależności opisującej kryterium zwarciove należy wziąć pod uwagę, iż w analizowanym układzie pracy występują także inne źródła generatorowe.

Podejście takie nazwano warunkiem Siodelskiego (w trakcie prac nad warunkiem nastąpiła śmierć dr Siodelskiego).

Istotą tego warunku jest stwierdzenie, że moc zwarciova (systemowa) determinowana parametrami układu sieciowego pełni w sieci energetycznej funkcję stabilności lokalnej.

Świadczy o tym chociażby kryterium stabilności napięciowej dQ/dU , zależące pośrednio od mocy zwarciovej (o stabilności lokalnej statycznej mówi też m.in. kryterium $dP/d(\delta)$ oraz kryterium równych pól o stabilności dynamicznej jednak to pierwsze realizuje funkcję odniesienia najbliżej).

Moc zwarciova w praktyce świadczy o zdolności systemu energetycznego do reakcji na powstające zaburzenia. Oszacowanie więc mocy zwarciovej punktu przyłączenia w sposób uwzględniający udział poszczególnych instalacji generatorowych jest w istocie określeniem stabilności lokalnej.

Instalacje stanowiące źródła zaburzeń będą tak zdefiniowaną stabilność obniżały, a zatem wyznaczenie ich udziału umożliwi określenie „zapasu mocy zwarciovej” rozumianej jako „zapas stabilności”.

Reasumując, w procesie ustalania faktycznego zapasu mocy zwarciovej w oparciu o kryterium zwarciove (zmodyfikowane lub też zwane dalej warunkiem Siodelskiego) należy najpierw wyznaczyć udział wszystkich instalacji generatorowych (oprócz udziału instalacji przedmiotowej, tj. przyłączanej) w danym punkcie przyłączenia.

Praktyczne sprawdzenie warunku Siodelskiego związane z określeniem wartości mocy zwarciovej punktu przyłączenia odpowiada więc zależności:

$$(S_{PCC0} - (S_{PCC1} - S_{PCC0})) : 20 \geq S_n$$

gdzie:

S_{PCC0} – wartość mocy zwarciovej punktu PCC systemowa (uwzględniana wyłącznie na podstawie parametrów sieci),

S_{PCC1} – wartość mocy zwarciovej punktu PCC z uwzględnieniem wszystkich branych pod uwagę instalacji generatorowych, oprócz przyłączanej w tym punkcie.

Przykład praktyczny

Bazując na rzeczywistym przykładzie z jednego z projektów farmy wiatrowej, zdefiniowane jak wyżej wartości S_{PCC0} , S_{PCC1} oraz wynik obliczeń kryterium zwarciovego z uwzględnieniem warunku Siodelskiego przedstawiono w tabeli 1

Tab. 1. Wartości S_{PCC0} , S_{PCC1} oraz wynik obliczeń kryterium zwarciovego z uwzględnieniem warunku Siodelskiego

Wielkość	Moc zwarciova w danym układzie pracy [MVA]			
	N	M	R1	R2
S_{PCC0}	115,8	206,8	115,8	114,0
S_{PCC1}	135,8	230,1	210,2	208,4
$(S_{PCC0} - (S_{PCC1} - S_{PCC0})) : 20$	4,79	9,175	1,07	0,98

Tymczasem zastosowanie literaturowego (zgodnie z IRiESD) kryterium zwarciovego o brzmieniu: $S_{PCC}/20$ skutkuje otrzymaniem wartości podanych w tabeli 2.

Tab. 2. Wynik obliczeń kryterium zwarciovego w brzmieniu IRiESD

Nazwa węzła	$S_{PCC0}/20$ [MVA]			
	N	M	R1	R2
PCC	5,79	10,34	5,79	5,7

Przy zastosowaniu literaturowego brzmienia kryterium zwarciovego otrzymane w tab. 2 wartości umożliwiają decyzję o dopuszczeniu przyłączenia analizowanej instalacji z mocą 5,7 MW bez ograniczeń, w dowolnym ze zdefiniowanych układów pracy.

Jak wynika z porównania wyników obliczeń w tabelach 1 i 2, zastosowanie warunku Siodelskiego obniża zdolność przyłączeniową systemu energetycznego.

W zależności od analizowanego układu pracy sieci wyznaczona zmiana mocy do przyłączenia sięga od 11 aż do 83%.

Zmiana ta jest zatem bardzo istotna zarówno dla operatora sieci, jak i potencjalnego inwestora.

Zastosowanie warunku Siodelskiego powoduje, że w analizowanym przypadku wobec zamiaru zainstalowania mocy np. 5 MW, inwestor spotka się z odmową i koniecznością dotrzymania ograniczeń. Na przykład w układzie podstawowym pracy sieci (układ N) dopuszczalna moc instalacji wyniesie 4,79 MW, co w praktyce przy zastosowaniu choćby maszyn o mocy 2,5 MW spowoduje ograniczenie do wyłącznie jednej sztuki. Z kolei w układach R1 i R2 praca tej instalacji będzie niedopuszczalna nawet przy zastosowaniu jednej turbiny.

Wnioski wynikające z zastosowania kryterium Siodelskiego oraz kryterium z brzmieniem jak w IRiESD są w analizowanym przypadku całkowicie odmienne. Nie zawsze jednak tak musi być. Im więcej instalacji generatorowych uwzględnia się w ramach kryterium Siodelskiego, tym większa dysproporcja.

Niemniej kryterium to w brzmieniu podanym wyżej nie rozwiązuje wszystkich problemów, jakie zidentyfikowano przy kryterium zwarciovym w brzmieniu IRiESD. Jest jednak elementem z pewnością zmierzającym w kierunku zapewnienia bezpieczeństwa systemu energetycznego.

Wobec coraz szybszego tempa przyrostu mocy z elektrowni wiatrowych w Polsce opisana wyżej kwestia wydaje się nabierać coraz większej wagi. Z jednej strony są oczekiwania inwestorów, z drugiej zaś bezpieczeństwo systemu energetycznego. Ponieważ warunek Siodelskiego ma istotny wpływ na zdolności przyłączeniowe systemu energetycznego, autor wyraża opinię o konieczności oficjalnego przeanalizowania go w ramach gremiów naukowych oraz PTPiREE w celu szybkiego wprowadzenia do poszczególnych Instrukcji Ruchu IRiESD.

Autor będzie wdzięczny za przesyłanie konstruktywnych opinii na ten temat na adres: biuro@barzyk.pl.

Źródła

1. G. Barzyk., *Wybrane problemy związane z przyłączeniem elektrowni wiatrowych do sieci energetycznej* Materiały z konferencji pt. Aktualne Problemy w Energetyce (APE '03), Jurata 11-13.06.2003 r.
2. G. Barzyk., *Przyłączenie elektrowni wiatrowych do sieci energetycznej w kontekście uregulowań IRiESD*, Materiały z Konferencji PSEW pt. Rynek Energetyki Wiatrowej w Polsce”. Warszawa, 20-21 marca 2007 r.
3. G. Barzyk., *Przyłączenie elektrowni wiatrowych do systemu energetycznego – studium przypadku*, Materiały z konferencji pt. V Konferencja „Energia odnawialna na Pomorzu Zachodnim”, Szczecin, 6.12.2007 r.

dr inż. **Grzegorz Barzyk**, dr Barzyk Consulting