

Wdrożenie wymogów wynikających z zapisów Rozporządzenia Komisji (UE) 2016/1447 z dnia 26 sierpnia 2016 r. ustanawiające kodeks sieci określający wymogi dotyczące przyłączenia do sieci systemów wysokiego napięcia prądu stałego oraz modułów parku energii z podłączeniem prądu stałego

**Program ramowy testu zgodności  
modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego  
w zakresie**

- **Pracy w trybie regulacji współczynnika mocy**

## Spis treści

1. Cel i zakres opracowania .....	3
2. Definicje i skróty stosowane w dokumencie .....	3
3. Parametry techniczne testowanego modułu .....	4
4. Ogólne zasady przeprowadzenia testu .....	4
5. Wymagane warunki w czasie realizacji testu .....	5
6. Wielkości mierzone w czasie realizacji testu .....	5
7. Wielkości wejściowe (wymuszające) .....	6
8. Wielkości wyjściowe (odpowiedź układu) .....	6
9. Sposób i zakres przeprowadzenia testu .....	6
9.1. Określenie dokładności układu regulacji .....	6
9.2. Sprawdzenia wymaganego skoku i zakresu nastaw .....	7
9.3. Sprawdzenie odpowiedzi mocy biernej na skokową zmianę mocy czynnej .....	7
10. Kryteria oceny testu zgodności .....	8

# 1. Cel i zakres opracowania

Celem niniejszego dokumentu jest uszczegółowienie wymagań dotyczących testowania zgodności oraz sposobu ich przeprowadzania, na podstawie zapisów Rozporządzenia Komisji (UE) 2016/1447 z dnia 26 sierpnia 2016 r. ustanawiającego kodeks sieci określający wymogi dotyczące przyłączenia do sieci systemów wysokiego napięcia prądu stałego oraz modułów parku energii z podłączeniem prądu stałego (dalej: **NC HVDC**) oraz dokumentów związanych wynikających z zapisów rozporządzenia.

Ogólne zasady przeprowadzania testów określono w dokumencie *Procedura testowania, symulacji i certyfikacji PPM DC*, a niniejsze dokument jest ściśle z nim powiązany i stanowi jego uszczegółowienie w zakresie przeprowadzenia testów potwierdzających zdolność PPM DC do pracy w trybie regulacji współczynnika mocy zgodnie z art. 72 ust. 6 w zw. z art. art. 21 ust. 3 lit. d) rozporządzenia (UE) 2016/631 (NC RfG);

## 2. Definicje i skróty stosowane w dokumencie

Sformułowania występujące w niniejszym dokumencie są zgodnie z definicjami określonymi w NC HVDC oraz w dokumentach związanym z NC HVDC:

### Wykaz stosowanych skrótów:

- **NC HVDC** – Rozporządzenie Komisji (UE) 2016/1447 z dnia 26 sierpnia 2016 r. ustanawiające kodeks sieci określający wymogi dotyczące przyłączenia do sieci systemów wysokiego napięcia prądu stałego oraz modułów parku energii z podłączeniem prądu stałego;
- **NC RfG** – Rozporządzenie Komisji (UE) 2016/631 z dnia 14 kwietnia 2016 r. ustanawiające kodeks sieci dotyczący wymogów w zakresie przyłączenia jednostek wytwórczych do sieci;
- **P<sub>min</sub>** – minimalna zdolność przesyłowa mocy czynnej HVDC zgodna z definicją w NC HVDC;
- **P<sub>max</sub>** – maksymalna zdolność przesyłowa mocy czynnej HVDC zgodna z definicją w NC HVDC;
- **Q<sub>maxp</sub>** – moc maksymalna bierna w kierunku wprowadzania zgodna z profilami P-Q/P<sub>max</sub> z 21 NC RfG,
- **Q<sub>maxz</sub>** – moc maksymalna bierna w kierunku odbioru zgodnie profilem P-Q/P<sub>max</sub> z art. 21 NC RfG,
- **P<sub>SP</sub>** – wartość zadana mocy czynnej w układach regulacji modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego,
- **cosφ<sub>SP</sub>** – wartość zadana współczynnika mocy w układach regulacji modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego,
- **cos φ** - współczynnik mocy rozumiany, jako stosunek mocy czynnej do mocy pozornej

- **moduł parku energii z podłączeniem prądu stałego** – moduł parku energii przyłączony za pomocą jednego lub więcej przyłączy HVDC do jednego lub więcej systemów HVDC;
- **maksymalny prąd PPM DC** – największy prąd fazowy skojarzony z punktem pracy wewnątrz profilu U-Q/P<sub>max</sub> modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego przy maksymalnej zdolności generacji mocy czynnej zgodnie z definicją z NC HVDC.
- **Procedura testowania, symulacji i certyfikacji PPM DC** – dokument pt.: „*Procedura testowania modułów parku energii z podłączeniem prądu stałego wraz z podziałem obowiązków między właścicielem modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego a właściwym operatorem systemu na potrzeby testów oraz warunki i procedura dotyczące wykorzystania odpowiednich certyfikatów sprzętu*”

### 3. Parametry techniczne testowanego PPM DC

Minimalne wymagania co do zakresu informacji technicznych o testowanym PPM DC, które należy przedstawić w szczegółowym programie testu zdolności do pracy w trybie regulacji współczynnika mocy powinny obejmować ogólny opis techniczny obiektu zawierający m. in.:

- a) informacje na temat zastosowanych technologii wytwarzania energii PPM DC,
- b) lokalizację PPM DC,
- c) podstawowy opis układu elektroenergetycznego PPM DC, układów sterowania i regulacji mocy biernej i napięcia, w tym schemat układu wraz z wyprowadzeniem mocy oraz nastaw zabezpieczeń,
- d) moc maksymalną –  $P_{\max}$ ,
- e) moc minimalną –  $P_{\min}$ ,
- f) moc maksymalna bierna w kierunku wprowadzania –  $Q_{\max p}$ ,
- g) moc maksymalna bierna w kierunku odbioru –  $Q_{\max z}$ ,
- h) informacje na temat punktu przyłączenia PPM DC do sieci.

### 4. Ogólne zasady przeprowadzenia testu

Podstawowym sposobem weryfikacji spełnienia wymagań w zakresie regulacji współczynnika mocy jest przeprowadzenie testu obiektowego całego modułu PPM DC.

Warunki przeprowadzania testu powinny być zgodne z ogólnymi wymaganiami określonymi w ramach Procedury testowania, symulacji i certyfikacji oraz uwzględniać technologię

wytwarzania energii PPM DC. Docelowe rozstrzygnięcia w tym zakresie powinny być zawarte w Programie Szczegółowym.

## 5. Wymagane warunki w czasie realizacji testu

Dla przeprowadzenia testu niezbędne jest:

- a) zapewnienie udziału wszystkich stacji przekształtnikowych wchodzących w skład badanego PPM DC,
- b) utrzymanie w punkcie przyłączenia do sieci poziomu napięcia w dopuszczalnych granicach
- c) praca PPM DC z obciążeniem mocą czynną na poziomie co najmniej  
 $P > 40\% P_{\max} > P_{\min}$ .

## 6. Wielkości mierzone w czasie realizacji testu

Szczegółowy zakres podstawowych wielkości mierzonych powinien zostać określony na poziomie programu szczegółowego. Minimalny zakres pomiarów powinien obejmować w punkcie przyłączenia do sieci co najmniej pomiary wartości skutecznych następujących wielkości:

- a) współczynnik mocy  $\cos\varphi$ ,
- b) mocy biernej netto w układzie 3-fazowym, po stronie AC;
- c) mocy czynnej netto w układzie 3-fazowym, po stronie AC;
- d) napięć fazowych i/lub międzyfazowych, po stronie AC;
- e) prądów fazowych.
- f) prądu/prądów po stronie DC
- g) napięć po stronie DC.

W przypadku, gdy rejestracja w punkcie przyłączenia jest technicznie niemożliwa, Właściwy OS decyduje na poziomie programu szczegółowego o innym rozwiązaniu w tym zakresie. Dodatkowo powinien zostać określony szczegółowy zakres dodatkowych wielkości mierzonych, uwzględniający technologię wytwarzania energii PPM DC.

Układy pomiarowe powinny zapewniać rejestrację mierzonych wielkości z możliwie największą dokładnością, tzn.:

- a) przyrządy pomiarowe powinny rejestrować prąd i napięcie z rdzeni i uzwojeń pomiarowych przekładników o klasie 0,5 lub wyższej,
- b) przyrządy pomiarowe powinny posiadać klasę wymaganą dla aparatury klasy A w rozumieniu normy PN-EN 61000-4-30,

- c) wielkości mierzone powinny być archiwizowane z rozdzielczością czasową co najmniej 1 s.

## 7. Wielkości wejściowe (wymuszające)

Podczas realizacji testu zdolności do pracy trybu regulacji współczynnika mocy punkty pracy PPM DC określane będą przez:

- a)  $\cos\varphi_{SP}$  – wartość zadana współczynnika mocy,
- b)  $P_{SP}$  – wartość zadana mocy czynnej.

## 8. Wielkości wyjściowe (odpowieź układu)

Wynikiem testu są wartości zmierzone:

- a) współczynnik mocy w punkcie\punktach przyłączenia  $\cos\varphi$ ,
- b) mocy biernej netto  $Q$  (w kVAr lub MVar),
- c) mocy czynnej netto  $P$  (w kW lub MW),
- d) napięcia w punkcie\punktach przyłączenia  $U$  (w kV).

## 9. Sposób i zakres przeprowadzenia testu

Szczegółowy sposób sprawdzenia w zakresie trybu regulacji współczynnika mocy powinien zostać określony na poziomie programu szczegółowego i obejmować sprawdzenie:

- a) dokładności układu regulacji,
- b) zakres nastawy oraz
- c) odpowiedź mocy biernej na skokową zmianę generacji mocy czynnej.

Przebieg testu należy udokumentować i przedstawić w sprawozdaniu w postaci wykresów poszczególnych zmierzonych wielkości w czasie, a także na podstawie zarejestrowanych wartości netto współczynnika mocy i mocy biernej wyznaczyć dokładność ich utrzymywania a wyniki przedstawić w postaci tabelarycznej.

### 9.1. Określenie dokładności układu regulacji

Próbie należy przeprowadzić dwukrotnie podczas pracy PPM DC z załączonym trybem regulacji współczynnika mocy z wyjściowymi wartościami zadanymi:

- a)  $\cos\varphi_{SP} = 0,99$  i
- b)  $\cos\varphi_{SP} = -0,99$

wprowadzić najmniejszą możliwą zmianę wartości zadanej  $\cos\varphi_{SP}$  przy której zostanie wykonana zauważalna zmiana wartości współczynnika mocy, tj. przy której zmiana współczynnika mocy będzie większa od wymaganej minimalnej dokładności.

**Uwaga:** kolejne zmiany wartości zadanej  $\cos\varphi_{SP}$  wprowadzać po ustabilizowaniu się wartości współczynnika mocy i wykonaniu pomiaru dokładności jego utrzymywania w zadanym punkcie pracy.

## 9.2. Sprawdzenia wymaganego skoku i zakresu nastaw

Próbkę należy wykonać przy pracy PPM DC z załączonym trybem regulacji współczynnika mocy i obejmować kolejno zmienianą wartością zadaną:

- |  |   |
|--|---|
| a) $\cos\varphi_{SP} = 1$ ,                | d) $\cos\varphi_{SP} = 1$ ,               |
| b) $\cos\varphi_{SP} = 0,99$ ,             | e) $\cos\varphi_{SP} = -0,99$ ,           |
| c) $\cos\varphi_{SP} = \cos\varphi_{mx}$ , | f) $\cos\varphi_{SP} = -\cos\varphi_{mx}$ |

gdzie:  $\cos\varphi_{mx}$  – to współczynnik mocy odpowiadający generacji mocy czynnej o wartości  $P_{max}$  i mocy biernej o wartości  $Q_{maxp}$  oraz analogicznie  $Q_{maxz}$  zgodnie z równaniem:

$$\cos\varphi_{mx} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{Q_{max}}{P_{max}}\right)^2}}.$$

**Uwaga 1:** kolejne zmiany wartości zadanej  $\cos\varphi_{SP}$  wprowadzać po ustabilizowaniu się przesyłu mocy biernej i wykonaniu pomiaru dokładności jej utrzymywania w zadanym punkcie pracy.

**Uwaga 2:** zgodnie z wymaganiami NC HVDC jednostkowa skokowa zmiana wartości zadanej współczynnika mocy nie powinna przekraczać wartości  $\Delta\cos\varphi_{SP} = 0,01$ . Wymaganie to powinno być realizowane przez układ regulacji PPM DC w taki sposób, aby dojście do wartości docelowej odbywało się sekwencyjnie, w kolejnych krokach o wartości do 0,01, realizowanych po ustabilizowaniu się parametrów pracy stacji przekształtnikowych na poprzednim poziomie.

**Uwaga 3:** Test może zostać zastąpiony dedykowanym certyfikatem sprzętu, wydanym przez akredytowany w tym zakresie podmiot certyfikujący.

## 9.3. Sprawdzenie odpowiedzi mocy biernej na skokową zmianę mocy czynnej

Przy załączonym trybie regulacji współczynnika mocy kolejno z wartością zadaną:

- $\cos\varphi_{SP} = 1$ ,
- w kierunku produkcji równą  $\cos\varphi_{SP}$  odpowiadającą  $Q_{maxp}$ ,
- w kierunku zużycia równą  $\cos\varphi_{SP}$  odpowiadającą  $Q_{maxz}$ ,

wprowadzić ograniczenie w generacji mocy czynnej  $P_{SP}$  o wartość  $10\%P_{max}$  mniejszą od bieżącego poziomu generacji.

**Uwaga:** kolejne zmiany wartości zadanych wprowadzać po ustabilizowaniu się stacji przekształtnikowej w zadanym punkcie pracy.

## 10. Kryteria oceny testu zgodności

Przedmiotowy test zgodności uznaje się za pozytywny, zgodnie z

1. Kryteriami określonymi w ramach zapisów NC HVDC w art. 72 ust. 6 lit. c):
  - a. Test uznaje się za zaliczony, jeżeli spełnione są następujące warunki:
    - i. zakres nastawy i przyrost współczynnika mocy są zapewniane zgodnie z art. 21 ust. 3 lit. d) NC RfG;
    - ii. czas uruchomienia mocy biernej w wyniku skokowej zmiany mocy czynnej nie przekracza wymogu wynikającego z art. 21 ust. 3 lit. d) NC RfG; oraz
    - iii. dokładność regulacji jest zgodna z wartością, a której mowa w art. 21 ust. 3 lit. d) NC RfG.
2. Szczegółowymi kryteriami określonymi przez Właściwego OS w ramach programu szczegółowego.