



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 w zakresie zdolności**

- **tryb FSM** - tryb pracy systemu HVDC, w którym przesyłana moc czynna zmienia się w zależności od zmian częstotliwości systemu w sposób wspomagający przywrócenie częstotliwości docelowej

## Spis treści

1. Cel i zakres opracowania.....	3
2. Skróty stosowane w dokumencie .....	3
3. Parametry techniczne testowanego systemu HVDC .....	3
4. Ogólne zasady przeprowadzenia testu.....	4
5. Wymagane warunki w czasie realizacji testu .....	4
6. Wielkości mierzone w czasie realizacji testu .....	4
7. Wielkości wejściowe (wymuszające) .....	5
8. Wielkości wyjściowe (odpowieź układu) .....	5
9. Sposób i zakres przeprowadzenia testu.....	5
9.1. Określenie niewrażliwości układu regulacji .....	5
9.2. Określenie odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej na skokową zmianę częstotliwości.....	5
9.3. Określenie zakresu możliwego nastawiania statyzmu i strefy nieczułości układu regulacji .....	6
10. Kryteria oceny testu zgodności .....	6

## 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 Procedurze testowania, symulacji i certyfikacji systemu HVDC, a niniejszy dokument jest ściśle z nim powiązany i stanowi jego uszczegółowienie w zakresie przeprowadzenia testów potwierdzających zdolność systemów HVDC do pracy w trybie FSM zgodnie załącznikiem II w zw. z art. 71 ust. 6 NC HVDC.

## 2. Skróty stosowane w dokumencie

Sformułowania występujące w niniejszym dokumencie są zgodne z definicjami określonymi w NC HVDC oraz w dokumentach związanych wynikających z zapisów NC HVDC

Wykaz stosowanych skrótów:

- $P_{\min}$  – minimalna zdolność przesyłowa mocy czynnej HVDC zgodna z definicją w NC HVDC,
- $P_{\max}$  – maksymalna zdolność przesyłowa mocy czynnej HVDC zgodna z definicją w NC HVDC,
- $P_{sp}$  – wartość zadana mocy czynnej w układach regulacji systemu HVDC,
- **Procedura testowania, symulacji i certyfikacji systemu HVDC** – dokument pt. „*Procedura testowania systemów HVDC wraz z podziałem obowiązków między właścicielem systemu HVDC a właściwym operatorem systemu na potrzeby testów oraz warunki i procedura dotyczące wykorzystania odpowiednich certyfikatów sprzętu*”,
- $f_{sp}$  – wartość zadana częstotliwości w układach regulacji systemu HVDC,
- $\Delta f$  – odchyłka częstotliwości – różnica pomiędzy mierzoną lub symulowaną wartością częstotliwości, a jej wartością zadaną  $f_{sp}$ ,
- $\Delta P(\Delta f)$  – odpowiedź częstotliwościowa – zmiana mocy czynnej przesyłanej przez system HVDC wywołana odchyłką częstotliwości  $\Delta f$ .

## 3. Parametry techniczne testowanego systemu HVDC

Minimalne wymagania co do zakresu informacji technicznych o testowanym systemie HVDC, które należy przedstawić w szczegółowym programie testu zdolności do pracy w trybie FSM, powinny obejmować ogólny opis techniczny obiektu zawierający m. in.:

- a) informacje na temat punktów przyłączenia systemu HVDC,
- b) informacje na temat technologii zastosowanej w systemie HVDC,
- c) lokalizację stacji przekształtnikowych,
- d) podstawowy opis układu elektroenergetycznego systemu HVDC, w tym schemat układu wraz z wyprowadzeniem mocy,
- e) zestawienie nastawionych parametrów układu regulacji FSM systemu HVDC,

- f) zestawienie wybranych wartości granicznych punktów pracy systemu HVDC:  $P_{max}$  i  $P_{min}$ ,

#### **4. Ogólne zasady przeprowadzenia testu**

Podstawowym sposobem weryfikacji spełnienia wymagań w zakresie zdolności systemu HVDC do odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej w trybie FSM poprzez dostosowywanie poziomu przesyłanej mocy czynnej nadążnie do zmian częstotliwości w sieci prądu przemiennego, w sposób wspomagający przywrócenie docelowej wartości częstotliwości w tej sieci, jest przeprowadzenie testu obiektowego systemu HVDC.

Warunki przeprowadzania testu powinny być zgodne z ogólnymi wymaganiami określonymi w ramach Procedury testowania, symulacji i certyfikacji systemu HVDC oraz uwzględniać technologię zastosowaną w systemie HVDC. Docelowe rozstrzygnięcia w tym zakresie powinny być zawarte w programie szczegółowym.

#### **5. Wymagane warunki w czasie realizacji testu**

Dla przeprowadzenia testu niezbędne jest:

- a) przygotowanie przez właściwych OS zasobów wytwórczo-odbiorczych mocy czynnej w sieci prądu przemiennego w otoczeniu punktów przyłączenia systemu HVDC umożliwiających przeprowadzenie testów tego systemu,
- b) kontrolowanie i utrzymanie wartości częstotliwości w sieci prądu przemiennego oraz obciążenia obiektów w sieci prądu przemiennego w otoczeniu punktów przyłączenia w dopuszczalnych granicach.

#### **6. Wielkości mierzone w czasie realizacji testu**

Szczegółowy zakres podstawowych wielkości mierzonych powinien zostać określony na poziomie programu szczegółowego. Minimalny zakres pomiarów w punktach przyłączenia systemu HVDC powinien obejmować co najmniej wielkości:

- a) częstotliwości,
- b) mocy czynnej w układzie 3-fazowym,
- c) napięć fazowych i/lub międzyfazowych,
- d) prądów fazowych.

W przypadku, gdy rejestracja w punkcie/punktach 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 zastosowaną w systemie HVDC.

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 do regulatora jednostki przekształtnikowej HVDC lub stacji przekształtnikowej HVDC systemu HVDC należy wprowadzić sygnał symulowanej *odchyłki częstotliwości*  $\Delta f$  lub sygnał symulowanych zmian częstotliwości  $f$ . Natomiast punkty pracy systemu HVDC określane będą przez  $P_{SP}$ .

## 8. Wielkości wyjściowe (odpowieź układu)

Wynikiem testu są wartości *odpowiedzi częstotliwościowej*  $\Delta P(\Delta f)$  systemu HVDC, wyliczone na podstawie wartości mocy czynnej zmierzonych w punktach przyłączenia systemu HVDC (patrz także punkt 6).

## 9. Sposób i zakres przeprowadzenia testu

Szczegółowy sposób sprawdzenia zdolności systemu HVDC do odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej w trybie FSM powinien zostać określony na poziomie programu szczegółowego i obejmować sprawdzenie:

- niewrażliwości układu regulacji,
- odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej na skokową zmianę częstotliwości,
- zakresu możliwego nastawiania statyzmu i strefy nieczułości regulacji.

Poniżej zamieszczono opis minimalnego możliwego podejścia do weryfikacji powyższych cech układu regulacji FSM systemu HVDC.

Przebieg testu należy udokumentować i przedstawić w sprawozdaniu w postaci wykresów czasowych poszczególnych zmierzonych wielkości oraz – określonych na ich podstawie – wyliczeń i/lub wykresów i/lub zestawień tabelarycznych pozwalających na jednoznaczną ocenę spełnienia lub niespełnienia wymaganych zdolności systemu HVDC do odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej w trybie FSM.

### 9.1. Określenie niewrażliwości układu regulacji

Próbie należy przeprowadzić przy pracy systemu HVDC z załączonym trybem FSM z wyjściową wartością zadaną częstotliwości  $f_{SP} = 50$  Hz, wprowadzając najmniejszą możliwą zmianę wartości zadanej  $f_{SP}$ , przy której zostanie wykonana zauważalna zmiana wartości mocy czynnej przesyłanej przez system HVDC, w celu określenia niewrażliwości układu regulacji.

Uwaga: pomiary obserwowanych wielkości i kolejne zmiany wartości zadanej  $f_{SP}$  należy dokonywać po ustabilizowaniu się warunków pracy systemu HVDC i sieci w otoczeniu punktu przyłączenia systemu HVDC – jest to niezbędne do poprawnego określenia badanego parametru układu regulacji systemu HVDC.

### 9.2. Określenie odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej na skokową zmianę częstotliwości

Próbie należy przeprowadzić przy pracy systemu HVDC z załączonym trybem FSM z wyjściową wartością zadaną mocy czynnej  $P_{SP} = P_{min} + (P_{max} - P_{min})/2$ , wprowadzając odchyłkę częstotliwości:

- $\Delta f = \pm 0,5$  Hz,
- $\Delta f = \pm 1,0$  Hz,
- $\Delta f = \pm 1,5$  Hz,
- $\Delta f = \pm 2,0$  Hz,

e)  $\Delta f = -2,5 \text{ Hz}$ ,

w zakresie zmian poziomu mocy czynnej przesyłanej przez system HVDC w granicach  $P_{\min}$  i  $P_{\max}$ . Przedmiotowy test należy przeprowadzić dla wszystkich kierunków przesyłania mocy czynnej przez system HVDC, uzgodnionych z właściwymi OS w programie szczegółowym.

**Uwaga:** pomiary obserwowanych wielkości należy dokonywać po ustabilizowaniu się warunków pracy systemu HVDC i sieci w otoczeniu punktu przyłączenia systemu HVDC – jest to niezbędne do poprawnego określenia badanego parametru układu regulacji systemu HVDC.

### **9.3. Określenie zakresu możliwego nastawiania statyzmu i strefy nieczułości układu regulacji**

Weryfikację możliwości nastawczych statyzmu i strefy nieczułości dla trybu FSM systemu HVDC należy przeprowadzić, porównując parametry techniczne układu regulacji FSM z uzgodnionymi lub postanowionymi parametrami charakterystyki statycznej w zakresie tego trybu regulacji mocy czynnej, w ograniczeniu do:

- a) statyzmu  $s_1$  (regulacja w górę),
- b) statyzmu  $s_2$  (regulacja w dół),
- c) strefy nieczułości.

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

## **10. Kryteria oceny testu zgodności**

Przedmiotowy test zgodności uznaje się za pozytywny, zgodnie z:

1. kryteriami określonymi w art. 71 ust. 6 lit. c) NC HVDC, tj. jeżeli spełnione są następujące warunki:
  - a) w następstwie skokowej zmiany częstotliwości uruchomienie pełnej regulacji mocy czynnej następuje w czasie mieszczącym się w granicy zgodnej z wartością postanowioną,
  - b) po skokowej zmianie częstotliwości nie występują niewytlumione oscylacje,
  - c) czas zwłoki początkowej mieści się w granicy zgodnej z wartością postanowioną,
  - d) zakres nastawy statyzmu jest zapewniany zgodnie z postulowanymi parametrami, a strefa nieczułości regulacji mieści się w granicy zgodnej z wartością postanowioną,
  - e) niewrażliwość odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej mieści się w granicy zgodnej z wartością uzgodnioną,
2. szczegółowymi kryteriami określonymi przez właściwego OS w ramach programu szczegółowego.