

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 LFSM-U** - tryb pracy systemu HVDC, w którym generowana moc czynna zwiększa się (dotyczy mocy importowej) lub zmniejsza się (dotyczy mocy eksportowej) w następstwie spadku częstotliwości systemu poniżej określonej wartości

## Spis treści

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

# 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 LFSM-U zgodnie z art. 71 ust. 8 w zw. z załącznikiem II rozporządzenia 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) lokalizacje stacji przekształtnikowych,

- d) podstawowy opis układu elektroenergetycznego systemu HVDC, w tym schemat układu wraz z wyprowadzeniem mocy,
- e) zestawienie nastawionych parametrów układu regulacji LFSM-U 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 LFSM-U poprzez zwiększanie mocy importowej lub zmniejszanie mocy eksportowej nadążnie do spadku częstotliwości w sieci prądu przemiennego poniżej określonej wartości (niższej niż znamionowa), 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:

- 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 1s. Nie przewiduje się zabudowy dodatkowego zewnętrznego urządzenia rejestrującego dane.

## 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 określone 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 **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.**).

## 9 Sposób i zakres przeprowadzenia testu

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

- a) niewrażliwości układu regulacji,
- b) odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej na znaczny spadek częstotliwości,
- c) zakresu możliwego nastawiania statyzmu i strefy nieczułości regulacji.

Poniżej zamieszczono opis minimalnego możliwego podejścia do weryfikacji powyższych cech układu regulacji LFSM-UO 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 LFSM-U.

### 9.1 Określenie niewrażliwości układu regulacji

Próbkę należy przeprowadzić przy pracy systemu HVDC z załączonym trybem LFSM-U z wyjściową wartością zadaną częstotliwości  $f_{SP} = 50$  Hz, wprowadzając najmniejszy możliwy spadek 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 znaczny wzrost częstotliwości

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

- a)  $\Delta f = -0,5$  Hz,
- b)  $\Delta f = -1,0$  Hz,
- c)  $\Delta f = -1,5$  Hz,
- d)  $\Delta f = -2,0$  Hz
- e)  $\Delta f = -2,5$  Hz,

w zakresie zmian poziomu mocy czynnej przesyłanej przez system HVDC w granicach  $P_{min}$  i  $P_{max}$  (zależnie od kierunku przesyłania mocy czynnej przez system HVDC).

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 LFSM-U systemu HVDC należy przeprowadzić, porównując parametry techniczne układu regulacji LFSM-O z uzgodnionymi lub postanowionymi parametrami charakterystyki statycznej w zakresie tego trybu regulacji mocy czynnej, w ograniczeniu do:

- a) statyzmu  $s_4$ ,
- b) częstotliwości  $f_2$  (próg uruchomienia regulacji).

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. 8 lit. c) NC HVDC, tj. jeżeli spełnione są następujące warunki:
  - a) wyniki testu, zarówno w przypadku parametrów dynamicznych, jak i statycznych, spełniają postanowione wymagania,
  - c) po odpowiedzi na skokową zmianę częstotliwości nie występują niewytlumione oscylacje,
2. szczegółowymi kryteriami określonymi przez właściwego OS w ramach programu szczegółowego.