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-O** - tryb pracy systemu HVDC, w którym przesyłana moc czynna zmniejsza się (dotyczy mocy importowej) lub zwiększa się (dotyczy mocy eksportowej) w odpowiedzi na wzrost częstotliwości systemu powyżej określonej wartości

# Spis treści

[Spis treści 2](#_Toc12474457)

[1. Cel i zakres opracowania 3](#_Toc12474458)

[2. Skróty stosowane w dokumencie 3](#_Toc12474459)

[3. Parametry techniczne testowanego systemu HVDC 3](#_Toc12474460)

[4. Ogólne zasady przeprowadzenia testu 4](#_Toc12474461)

[5. Wymagane warunki w czasie realizacji testu 4](#_Toc12474462)

[6. Wielkości mierzone w czasie realizacji testu 4](#_Toc12474463)

[7. Wielkości wejściowe (wymuszające) 5](#_Toc12474464)

[8. Wielkości wyjściowe (odpowiedź układu) 5](#_Toc12474465)

[9. Sposób i zakres przeprowadzenia testu 5](#_Toc12474466)

[9.1. Określenie niewrażliwości układu regulacji 5](#_Toc12474467)

[9.2. Określenie odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej na znaczy wzrost częstotliwości 6](#_Toc12474468)

[9.3. Określenie zakresu możliwego nastawiania statyzmu i strefy nieczułości układu regulacji 6](#_Toc12474469)

[10. Kryteria oceny testu zgodności 6](#_Toc12474470)

# 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 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-O zgodnie z załącznikiem II w zw. z art. 71 ust. 7 NC HVDC.

# Skróty stosowane w dokumencie

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

Wykaz stosowanych skrótów:

* **Pmin –** minimalna zdolność przesyłowa mocy czynnej HVDC zgodna z definicją w NC HVDC,
* **Pmax** – maksymalna zdolność przesyłowa mocy czynnej HVDC zgodna z definicją w NC HVDC,
* **PSP** – 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*”,
* **fSP –** wartość zadana częstotliwości w układach regulacji systemu HVDC,
* **Δf** – odchyłka częstotliwości – różnica pomiędzy mierzoną lub symulowaną wartością częstotliwości, a jej wartością zadaną fSP,
* **ΔP(Δf)** – odpowiedź częstotliwościowa – zmiana mocy czynnej przesyłanej przez system HVDC wywołana odchyłką częstotliwości Δf.

# 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.:

1. informacje na temat punktów przyłączenia systemu HVDC,
2. informacje na temat technologii zastosowanej w systemie HVDC,
3. lokalizacje stacji przekształtnikowych,
4. podstawowy opis układu elektroenergetycznego systemu HVDC, w tym schemat układu wraz z wyprowadzeniem mocy,
5. zestawienie nastawionych parametrów układu regulacji LFSM-O systemu HVDC,
6. zestawienie wybranych wartości granicznych punktów pracy systemu HVDC: Pmax i Pmin,

# Ogólne zasady przeprowadzenia testu

Podstawowym sposobem weryfikacji spełnienia wymagań w zakresie zdolności systemu HVDC do odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej w trybie LFSM-O poprzez zmniejszanie mocy importowej lub zwiększanie mocy eksportowej nadążnie do wzrostu częstotliwości w sieci prądu przemiennego ponad określoną wartość (wyższą 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, symulowania i certyfikacji systemu HVDC oraz uwzględniać technologię zastosowaną w systemie HVDC. Docelowe rozstrzygnięcia w tym zakresie powinny być zawarte w programie szczegółowym.

# Wymagane warunki w czasie realizacji testu

Dla przeprowadzenia testu niezbędne jest:

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

# 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:

1. częstotliwości,
2. mocy czynnej w układzie 3-fazowym,
3. napięć fazowych i/lub międzyfazowych,
4. 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.:

1. przyrządy pomiarowe powinny rejestrować prąd i napięcie z rdzeni i uzwojeń pomiarowych przekładników o klasie 0,5 lub wyższej,
2. przyrządy pomiarowe powinny posiadać klasę wymaganą dla aparatury klasy A w rozumieniu normy PN-EN 61000-4-30,
3. wielkości mierzone powinny być archiwizowane z rozdzielczością czasową co najmniej 1 s.

# Wielkości wejściowe (wymuszające)

Podczas realizacji testu do regulatora jednostki przekształtnikowej HVDC lub stacji przekształtnikowej HVDC systemu HVDC należy wprowadzić sygnał symulowanej *odchyłki częstotliwości* Δf lub sygnał symulowanych zmian częstotliwości f. Natomiast punkty pracy systemu HVDC określane będą przez PSP.

# Wielkości wyjściowe (odpowiedź układu)

Wynikiem testu są wartości *odpowiedzi częstotliwościowej* ΔP(Δf) systemu HVDC, wyliczone na podstawie wartości mocy czynnej zmierzonych w punktach przyłączenia systemu HVDC (patrz także punkt 6).

# Sposób i zakres przeprowadzenia testu

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

1. niewrażliwości układu regulacji,
2. odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej na znaczny wzrost częstotliwości,
3. zakresu możliwego nastawiania statyzmu i strefy nieczułości regulacji.

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

# Określenie niewrażliwości układu regulacji

Próbę należy przeprowadzić przy pracy systemu HVDC z załączonym trybem LFSM-O z wyjściową wartością zadaną częstotliwości fSP = 50 Hz, wprowadzając najmniejszy możliwy wzrost wartości zadanej fSP, 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 fSP 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.

# Określenie odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej na znaczy wzrost częstotliwości

Próbę należy przeprowadzić przy pracy systemu HVDC z załączonym trybem LFSM-O z wyjściową wartością zadaną mocy czynnej PSP = Pmin + (Pmax – Pmin)/2, wprowadzając odchyłkę częstotliwości:

a) Δf = + 0,5 Hz,

b) Δf = + 1,0 Hz,

c) Δf = + 1,5 Hz,

d) Δf = + 2,0 Hz,

w zakresie zmian poziomu mocy czynnej przesyłanej przez system HVDC w granicach Pmin i Pmax (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.

# Określenie zakresu możliwego nastawiania statyzmu i strefy nieczułości układu regulacji

Weryfikację możliwości nastawczych statyzmu i strefy nieczułości dla trybu LFSM-O 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:

1. statyzmu s3,
2. częstotliwości f1 (próg uruchomienia regulacji).

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

# Kryteria oceny testu zgodności

Przedmiotowy test zgodności uznaje się za pozytywny, zgodnie z:

1. kryteriami określonymi w art. 71 ust. 7 lit. c) NC HVDC, tj. jeżeli spełnione są następujące warunki:
	1. wyniki testu, zarówno w przypadku parametrów dynamicznych, jak i statycznych, spełniają postanowione wymogi,
	2. po odpowiedzi na skokową zmianę częstotliwości nie występują niewytłumione oscylacje,
2. szczegółowymi kryteriami określonymi przez właściwego OS w ramach programu szczegółowego.