Propozycja OSP wymogów ogólnego stosowania wynikających z 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 (NC HVDC)

PSE S.A.

Konstancin - Jeziorna, dn. 28-08-2018 r.

Spis treści

1. WSTĘP 4

2. WYMOGI OGÓLNEGO STOSOWANIA, OPRACOWYWANE PRZEZ OSP 5

Artykuł 11 ust. 3 – automatyczne odłączenie przy zaburzeniach częstotliwości 5

Artykuł 11 ust. 4 – dopuszczalna redukcja mocy czynnej przy zaburzeniach częstotliwości 5

Artykuł 13 ust. 1. lit. a) pkt iii – maksymalna zwłoka czasowa dostosowywania poziomu przesyłanej mocy czynnej 5

Artykuł 13 ust. 1 lit. b) – zdolność do modyfikowania poziomu przesyłanej mocy czynnej w następstwie zakłóceń w sieci prądu przemiennego 5

Artykuł 13 ust. 3 – automatyczne działania zaradcze funkcji regulacyjnych 5

Artykuł 14 ust. 1 – zdolność do zapewniania inercji syntetycznej 6

Artykuł 18 ust. 1 – napięcie referencyjne 6

Artykuł 18 ust. 3 – automatyczne odłączenie przy zaburzeniach napięcia 6

Artykuł 19 ust. 1 – szybki prąd zwarciowy (zwarcia symetryczne) 6

Artykuł 19 ust. 3 – szybki prąd zwarciowy (zwarcia niesymetryczne) 6

Artykuł 20 ust. 1 – zdolność do zapewnienia wymiany mocy biernej z siecią prądu przemiennego 7

Artykuł 22 ust. 1 – tryby regulacji mocy biernej 7

Artykuł 22 ust. 3 lit. a) – napięcie zadane dla trybu regulacji napięcia 8

Artykuł 22 ust. 3 lit. b) – strefa nieczułości regulacji napięcia 8

Artykuł 22 ust. 3 lit. c) pkt i – dynamika regulacji napięcia (czas t_1) 8

Artykuł 22 ust. 3 lit. c) pkt ii – dokładność i dynamika regulacji napięcia (czas t_2) 8

Artykuł 22 ust. 3 lit. d) – zakres i skok regulacji napięcia 8

Artykuł 22 ust. 6 – zdalna regulacja mocy biernej 8

Artykuł 24 – maksymalny dopuszczalny poziom zakłóceń i wahań napięcia w punkcie przyłączenia 9

Artykuł 25 ust. 1 – profil napięciowy wymaganego obszaru pracy systemu HVDC podczas zwarcia symetrycznego w sieci prądu przemiennego 10

Artykuł 25 ust. 6 – zdolność do pozostania w pracy podczas zwarcia niesymetrycznego w sieci prądu przemiennego 10

Artykuł 26 – pozakłóceniowe odtwarzanie poziomu przesyłanej mocy czynnej 11

Artykuł 28 – podawanie napięcia na stacje przekształtnikowe HVDC i ich synchronizowanie 11

Artykuł 30 – zdolność tłumienia oscylacji mocy 11

Artykuł 31 ust. 2 – badania dotyczące podsynchronicznych interakcji skrętnych 11

Artykuł 32 ust. 1 – metoda wyliczania maksymalnej i minimalnej mocy zwarciowej w punkcie przyłączenia 12

Artykuł 32 ust. 2 – charakterystyka sieci prądu przemiennego 12

Artykuł 33 ust. 2 – zmiany napięcia w sieci prądu przemiennego podczas włączania lub wyłączania 12

Artykuł 35 ust. 2 – priorytetyzacja działania zabezpieczeń i regulacji 13

Artykuł 36 ust. 1 – zmiany trybów i nastawień zabezpieczeń i regulacji 13

Artykuł 36 ust. 3 – zdalne zmiany trybów i nastawień regulacji 13

Artykuł 39 ust. 1 lit. b) – skoordynowana regulacja częstotliwości 13

Artykuł 40 ust. 1 lit. c) – automatyczne odłączenie przy zaburzeniach napięcia 13

Artykuł 40 ust. 2 lit. b) pkt i – zdolność do generacji mocy biernej 14

Artykuł 40 ust. 2 lit. b) pkt ii – uzupełniająca moc bierna 14

Artykuł 41 ust. 1 – synchronizowanie z siecią prądu przemiennego 14

Artykuł 41 ust. 2 – sygnały wyjściowe 14

Artykuł 42 lit. a) – metoda wyliczania maksymalnej i minimalnej mocy zwarciowej w punkcie przyłączenia 15

Artykuł 42 lit. b) – charakterystyka sieci prądu przemiennego 15

Artykuł 44 – zmiany napięcia w sieci podczas włączania 15

Artykuł 48 ust. 2 lit. a) i lit. b) – zdolność do zapewnienia wymiany mocy biernej z siecią prądu przemiennego 16

Artykuł 50 – zmiany napięcia w sieci podczas włączania 17

Artykuł 51 ust. 1 – priorytetyzacja działania systemu sterowania jednostki przekształtnikowej HVDC 18

Artykuł 53 ust. 4 – alarm detekcji oscylacji 18

Artykuł 54 ust. 1 – dostarczenie modeli symulacyjnych 19

Artykuł 54 ust. 5 – równoważny model układu regulacji dla zidentyfikowanych interakcji regulacyjnych 19

Załącznik I Tabela 1 – zakresy częstotliwości 19

Załącznik II Obszar A ust. 1 lit. a) – parametry regulacyjne w trybie FSM 19

Załącznik II Obszar A ust. 1 lit. d) pkt ii – parametry regulacyjne w trybie FSM 20

Załącznik II Obszar B ust. 1 lit. c) – parametry regulacyjne w trybie LFSM-O 21

Załącznik II Obszar B ust. 2 – parametry regulacyjne w trybie LFSM-O 21

Załącznik II Obszar C ust. 1 lit. c) – parametry regulacyjne w trybie LFSM-U 22

Załącznik II Obszar C ust. 2 – parametry regulacyjne w trybie LFSM-U 22

Załącznik III Tabela 4 – zakresy napięcia dla systemów HVDC przyłączanych do sieci 110 kV i 220 kV 23

Załącznik III Tabela 5 – zakresy napięcia dla systemów HVDC przyłączanych do sieci 400 kV 23

Załącznik VII Tabela 9 – zakresy napięcia dla modułów parku energii z podłączeniem prądu stałego przyłączanych do sieci 110 kV i 220 kV 24

Załącznik VII Tabela 10 – zakresy napięcia dla modułów parku energii z podłączeniem prądu stałego przyłączanych do sieci 400 kV 24

Załącznik VIII Tabela 12 – zakresy napięcia dla stacji przekształtnikowych HVDC w oddalonej lokalizacji przyłączanych do sieci 110 kV i 220 kV 24

Załącznik VIII Tabela 13 – zakresy napięcia stacji przekształtnikowych HVDC w oddalonej lokalizacji przyłączanych do sieci 400 kV 25

1. Wstęp

Niniejsza *Propozycja OSP wymogów ogólnego stosowania wynikających z 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: Propozycja), to dokument zawierający rozstrzygnięcia merytoryczne dotyczące wymogów technicznych, wynikających z NC HVDC[1], podlegających zatwierdzeniu przez właściwy organ regulacyjny, do których opracowania PSE S.A. zostały zobowiązane zarówno jako właściwy operator systemu –dla obiektów przyłączanych do systemu przesyłowego jak i jako właściwy operator systemu przesyłowego (właściwy OSP) bez względu na to, do sieci jakiego operatora przyłączany jest dany obiekt.

Opracowana przez PSE S.A. Propozycja podlegała procesowi konsultacji z OSD oraz opiniowania z innymi uczestnikami rynku.

Jeśli nie wskazano inaczej, artykuły w niniejszym dokumencie odnoszą się do artykułów z NC HVDC.

W poniższej tabeli przedstawiono skróty wykorzystane w niniejszej *Propozycji,* które nie są zdefiniowane bezpośrednio w NC HVDC. W pozostałym zakresie skróty i pojęcia użyte w Propozycji są zgodne z definicjami określonymi w NC HVDC.

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, Dz.U. UE z 27.4.2016 L112/1.
Właściwy operator systemu	właściwy operator systemu, do którego sieci jest przyłączany system HVDC
OSP	Operator Systemu Przesyłowego
SSTI	podsynchroniczne interakcje skrętne (ang. subsynchronous torsional interaction) zwane też kołysaniami (oscylacjami) podsynchronicznymi (torsyjnymi), w sieci prądu przemiennego, prowadzące do drgań układów mechanicznych modułów wytwarzania energii przyłączonych do tej sieci
PN-EN 50160	wersja polska normy EN 50160 „Parametry napięcia zasilającego w publicznych sieciach elektroenergetycznych”
PN-EN 60909	wersja polska normy IEC 60909 „Prądy zwarciowe w sieciach trójfazowych prądu przemiennego”

[1] 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, Dz.U. UE z 8.9.2016 L241/1 (NC HVDC).

2. Wymogi ogólnego stosowania, opracowywane przez OSP

Artykuł 11 ust. 3 – automatyczne odłączenie przy zaburzeniach częstotliwości

- Podmiot odpowiedzialny: OSP

Nie naruszając przepisów ust. 1, system HVDC musi posiadać zdolność do automatycznego odłączenia przy częstotliwościach mniejszych niż 47,5 Hz i większych niż 52,0 Hz.

Artykuł 11 ust. 4 – dopuszczalna redukcja mocy czynnej przy zaburzeniach częstotliwości

- Podmiot odpowiedzialny: OSP

Spadkowi częstotliwości poniżej 49,0 Hz w sieci prądu przemiennego, do której system HVDC wprowadza moc czynną z innego obszaru regulacyjnego, nie powinna towarzyszyć redukcja mocy czynnej przesyłanej systemem HVDC w stosunku do punktu pracy. Natomiast przy spadku częstotliwości poniżej 49,0 Hz w sieci, z której system HVDC wyprowadza moc czynną do innego obszaru regulacyjnego, maksymalna dopuszczalna redukcja mocy czynnej przesyłanej systemem HVDC w stosunku do punktu pracy będzie ustalana przez właściwego OSP indywidualnie dla każdego systemu HVDC, w porozumieniu z innymi OSP, na których obszarze znajduje się system HVDC.

Artykuł 13 ust. 1. lit. a) pkt iii – maksymalna zwłoka czasowa dostosowywania poziomu przesyłanej mocy czynnej

- Podmiot odpowiedzialny: OSP

System HVDC musi posiadać zdolność dostosowania przesyłanej mocy czynnej z maksymalną zwłoką 10 ms po otrzymaniu wniosku od właściwego OSP.

Artykuł 13 ust. 1 lit. b) – zdolność do modyfikowania poziomu przesyłanej mocy czynnej w następstwie zakłóceń w sieci prądu przemiennego

- Podmiot odpowiedzialny: OSP

System HVDC musi posiadać zdolność do modyfikowania wielkości przesyłanej mocy czynnej w zakresie od minimalnej do maksymalnej zdolności przesyłowej mocy czynnej z gradientem nastawialnym w zakresie 1 ÷ 1000 MW/s w przypadku zakłóceń w jednej lub większej liczbie sieci prądu przemiennego, do których jest przyłączony. Zwłoka początkowa poprzedzająca rozpoczęcie zmiany nie powinna być dłuższa niż 10 ms od otrzymania sygnału wyzwalającego wysłanego przez właściwego OSP. Wartość gradientu będzie ustalana przez właściwego OSP indywidualnie dla każdego systemu HVDC.

Artykuł 13 ust. 3 – automatyczne działania zaradcze funkcji regulacyjnych

- Podmiot odpowiedzialny: OSP

Funkcje regulacyjne systemu HVDC muszą posiadać zdolność podejmowania automatycznych działań zaradczych. Rodzaje funkcji, kryteria wyzwalania i blokowania, będą ustalane przez właściwego OSP indywidualnie dla każdego systemu HVDC.

Artykuł 14 ust. 1 – zdolność do zapewniania inercji syntetycznej

- Podmiot odpowiedzialny: OSP

System HVDC nie musi posiadać zdolności do zapewnienia inercji syntetycznej w odpowiedzi na zmiany częstotliwości. OSP ma prawo wymagać od właściciela systemu HVDC posiadania przez system HVDC takiej zdolności, jeśli będzie to konieczne w celu zachowania lub przywrócenia bezpieczeństwa pracy sieci prądu przemiennego. Jeżeli posiadanie takiej zdolności będzie możliwe pod względem ekonomicznym i technicznym, właściciel systemu HVDC nie może bez uzasadnienia odmówić zgody.

Artykuł 18 ust. 1 – napięcie referencyjne

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

Ustala się napięcie referencyjne 1 pu na poziomie:

a) 110 kV dla sieci 110 kV;

b) 220 kV dla sieci 220 kV;

c) 400 kV dla sieci 400 kV.

Artykuł 18 ust. 3 – automatyczne odłączenie przy zaburzeniach napięcia

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

System HVDC musi posiadać zdolność do automatycznego odłączenia w przypadku wystąpienia napięcia wykraczającego poza zakresy wynikające z ust.1 i 2 NC HVDC. Warunki i ustawienia dla automatycznego odłączenia będą uzgadniane przez właściwego operatora systemu i właściciela systemu HVDC, w porozumieniu z właściwym OSP, indywidualnie dla każdego systemu HVDC.

Artykuł 19 ust. 1 – szybki prąd zwarciowy (zwarcia symetryczne)

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

System HVDC musi posiadać zdolność do zapewnienia szybkiego prądu zwarciowego w punkcie przyłączenia w przypadku zwarć symetrycznych (trójfazowych) w sieci prądu przemiennego.

Artykuł 19 ust. 3 – szybki prąd zwarciowy (zwarcia niesymetryczne)

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

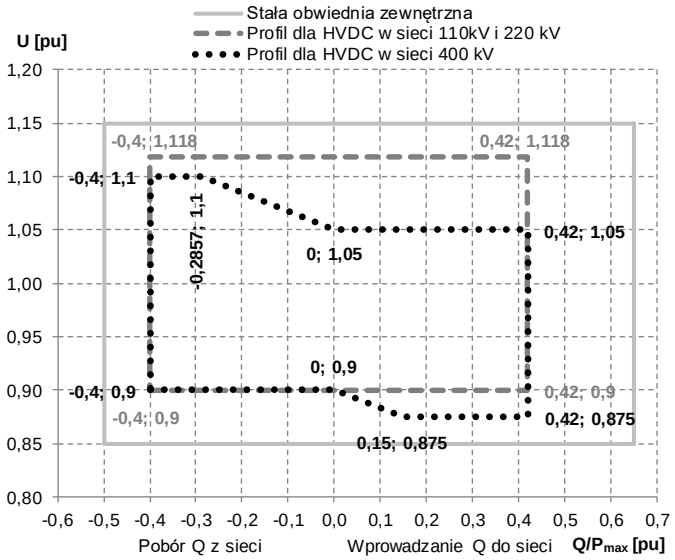
System HVDC musi posiadać zdolność do zapewnienia niesymetrycznego wprowadzania szybkiego prądu zwarciowego w punkcie przyłączenia w przypadku zwarć niesymetrycznych (jedno- lub dwufazowych) w sieci prądu przemiennego. Wymogi dotyczące sposobu i warunków określania początku i końca odchylenia wartości napięcia w punkcie przyłączenia systemu HVDC zostaną określone indywidualnie dla każdego systemu HVDC na podstawie art. 19 ust. 2 lit. a NC HVDC, przy czym kontrola wartości napięcia powinna być realizowana odrębnie dla każdej fazy. Wymogi dotyczące charakterystyki, czasu i dokładności szybkiego prądu zwarciowego zostaną określone indywidualnie dla każdego systemu HVDC na podstawie art. 19 ust. 2 lit. b) i c) NC HVDC, przy czym wprowadzanie szybkiego prądu zwarciowego powinno ograniczać się wyłącznie do fazy objętej zwarciem (faz objętych zwarciem).

Artykuł 20 ust. 1 – zdolność do zapewnienia wymiany mocy biernej z siecią prądu przemiennego

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

Stacja przekształtnikowa HVDC musi posiadać zdolności do zapewnienia wymiany mocy biernej z siecią prądu przemiennego przy maksymalnej zdolności przesyłowej mocy czynnej systemu HVDC w granicach profilu U-Q/Pmax określonego na poniższym rysunku. Regulacja mocy biernej powinna być możliwa autonomicznie oraz w koordynacji z nadrzędnymi układami regulacji napięcia i mocy biernej w sieci prądu przemiennego. Właściwy operator systemu ma prawo do modyfikacji przedstawionego profilu U-Q/Pmax w ramach maksymalnych wartości oraz stałej obwiedni zewnętrznej przewidzianych w NC HVDC, w przypadku gdy potrzebę taką wykaże ekspertyza wpływu przyłączanego systemu HVDC na system elektroenergetyczny.

Profile U-Q/P_{max}, o których mowa w art. 20.



Rysunek: Profile U-Q/P_{max} dla systemów HVDC, z podziałem na wartości napięcia w punkcie przyłączenia, gdzie: U – napięcie w punkcie przyłączenia, Q/P_{max} – stosunek mocy biernej zapewnianej przez ten system dla sieci prądu przemiennego do jego maksymalnej zdolności przesyłowej mocy czynnej.

Maksymalny zakres Q/P_{max}	Maksymalny zakres wartości napięcia (pu) w stanie ustalonym
0,82	0,225

Tabela: Parametry obwiedni wewnętrznej na powyższym rysunku.

Artykuł 22 ust. 1 – tryby regulacji mocy biernej

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

Stacja przekształtnikowa HVDC musi posiadać zdolność do pracy w następujących trybach regulacji:

a) tryb regulacji napięcia;

b) tryb regulacji mocy biernej;

c) tryb regulacji współczynnika mocy.

Artykuł 22 ust. 3 lit. a) – napięcie zadane dla trybu regulacji napięcia

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

Nastawa napięcia w punkcie przyłączenia dla trybu regulacji napięcia stacji przekształtnikowej HVDC powinna być możliwa do ustawiania w sposób ciągły w zakresach wartości określonych w art. 18 ust. 1 lub art. 18 ust. 2 NC HVDC, z uwzględnieniem napięcia znamionowego sieci prądu przemiennego w punkcie przyłączenia. Nastawienia będą ustalane przez właściwego operatora systemu, w porozumieniu z właściwym OSP, indywidualnie dla każdej stacji przekształtnikowej HVDC.

Artykuł 22 ust. 3 lit. b) – strefa nieczułości regulacji napięcia

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

W trybie regulacji napięcia stacja przekształtnikowa HVDC musi posiadać zdolność do prowadzenia regulacji napięcia w punkcie przyłączenia ze strefą nieczułości lub bez strefy nieczułości wokół nastawy określonej na podstawie art. 22 ust. 3 lit. a) NC HVDC, którą to strefę można wybrać z zakresu 0 ÷ ±5% napięcia referencyjnego określonego na podstawie art. 18 ust. 1 NC HVDC, z możliwością regulowania jej z rozdzielczością 0,1%. Wartość nastawialna strefy nieczułości będzie ustalana przez właściwego operatora systemu indywidualnie dla każdego systemu HVDC.

Artykuł 22 ust. 3 lit. c) pkt i – dynamika regulacji napięcia (czas t_1)

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

W trybie regulacji napięcia stacja przekształtnikowa HVDC musi posiadać zdolność do osiągnięcia 90% zmiany poziomu wymiany mocy biernej z siecią prądu przemiennego, w następstwie skokowej zmiany napięcia w punkcie przyłączenia, tak szybko, jak pozwalają na to możliwości techniczne, przy czym czas ten nie powinien przekraczać t1 = 5 s.

Artykuł 22 ust. 3 lit. c) pkt ii – dokładność i dynamika regulacji napięcia (czas t_2)

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

W trybie regulacji napięcia stacja przekształtnikowa HVDC musi posiadać zdolność do osiągnięcia ustalonej wymiany mocy biernej z siecią prądu przemiennego na poziomie wskazanym przez zbocze pracy, w następstwie skokowej zmiany napięcia w punkcie przyłączenia, tak szybko, jak pozwalają na to możliwości techniczne, przy czym czas ten nie powinien przekraczać t_2 = 6 s, z tolerancją utrzymywania stanu ustalonego nie większą niż 5% maksymalnej mocy biernej lub 5 Mvar (w zależności od tego, która z tych wartości jest mniejsza).

Artykuł 22 ust. 3 lit. d) – zakres i skok regulacji napięcia

- Podmiot odpowiedzialny: OSP

W trybie regulacji napięcia stacja przekształtnikowa HVDC musi posiadać zdolność do regulacji wartości napięcia w punkcie przyłączenia zgodnie z charakterystyką regulacji, której zbocze jest ustalane za pomocą zakresu regulowanego w przedziale 2 ÷ 7% i regulowanego skoku nieprzekraczającego 0,5%.

Artykuł 22 ust. 6 – zdalna regulacja mocy biernej

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

System HVDC musi posiadać zdolność do zapewnienia możliwości zdalnego wyboru trybów regulacji mocy biernej oraz stosownych nastawień. W ramach zdolności do pracy skoordynowanej z nadrzędnym układem regulacji napięcia i mocy biernej sieci prądu przemiennego należy zapewnić:

a) możliwość przyjmowania do realizacji przez układ regulacji napięcia i mocy biernej systemu HVDC informacji o zmianie trybu regulacji mocy biernej oraz zmianie nastawień aktywnego trybu regulacji;

b) zmianę trybu regulacji mocy biernej i zmianę nastawień aktywnego trybu regulacji przez system HVDC w czasie rzeczywistym (on-line);

c) odpowiedni kanał komunikacyjny dedykowany dla nadrzędnego układu regulacji napięcia i mocy biernej.

Urządzenia zapewniające zdalną współpracę z nadrzędnym układem regulacji napięcia i mocy biernej powinny spełniać wymogi dotyczące standardów łączności, protokołów i transmisji danych obowiązujące u właściwego operatora systemu.

Artykuł 24 – maksymalny dopuszczalny poziom zakłóceń i wahań napięcia w punkcie przyłączenia

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

Właściciel systemu HVDC gwarantuje, że przyłączenie jego systemu do sieci prądu przemiennego nie spowoduje zakłócenia ani wahania napięcia w tej sieci (wyznaczanych w punkcie przyłączenia):

1. system HVDC nie może powodować nagłych zmian i skoków wartości napięcia w punkcie przyłączenia przekraczających 3%. W przypadku, gdy zakłócenia te mają charakter powtarzający się, dopuszczalne poziomy i częstości nagłych zmian i skoków wartości napięcia wywołanych pracą systemu HVDC będą ustalane przez właściwego operatora systemu, indywidualnie dla każdego systemu HVDC;
2. udział systemu HVDC przyłączonego do sieci zamkniętej w całkowitych wahaniach napięcia, mierzony przyrostem wartości krótkookresowego (Pst) i długookresowego (Plt) współczynnika migotania światła ponad wartość tła, nie powinien przekroczyć:
    a. Pst < 0,35 dla sieci 110 kV i Pst < 0,30 dla sieci 220 kV i 400 kV;
    b. Plt < 0,25 dla sieci 110 kV i Plt < 0,20 dla sieci 220 kV i 400 kV;
3. system HVDC nie powinien powodować obecności harmonicznych napięcia o wartościach przekraczających dopuszczalne, o których mowa w PN-EN 50160 „Parametry napięcia zasilającego w publicznych sieciach elektroenergetycznych”;

Podane powyżej wartości współczynników jakości energii powinny być spełnione w okresie tygodnia z prawdopodobieństwem 99%.

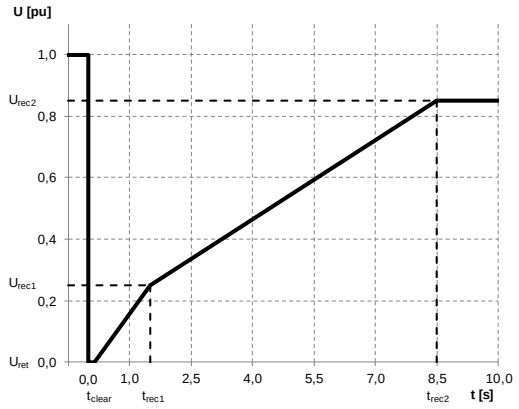
System HVDC powinien być wyposażony w system pomiaru i rejestracji parametrów jakości energii (pomiar wartości skutecznej napięcia i prądu, wskaźników wahań napięcia i harmonicznych napięcia i prądu w klasie pomiarowej A) oraz system teletransmisji danych do właściwego operatora systemu.

System HVDC w przypadku niedotrzymania powyższych standardów jakości energii może zostać wyłączony, na polecenie właściwego operatora systemu, do czasu usunięcia nieprawidłowości.

Artykuł 25 ust. 1 – profil napięciowy wymaganego obszaru pracy systemu HVDC podczas zwarcia symetrycznego w sieci prądu przemiennego

- Podmiot odpowiedzialny: OSP

Stacja przekształtnikowa HVDC musi posiadać zdolność do zachowania połączenia z siecią prądu przemiennego podczas zwarcia symetrycznego w tej sieci oraz kontynuacji stabilnej pracy po wyeliminowaniu tego zakłócenia i przywróceniu normalnych warunków pracy sieci. Zdolność ta dotyczy zwarć, dla których napięcia międzyfazowe w punkcie przyłączenia podczas zwarcia i po zwarciu są nie niższe niż przebieg czasowy napięcia określony poniżej:



Rysunek : Profil pozostania w pracy podczas zwarcia stacji przekształtnikowej HVDC. Uret – napięcie w punkcie przyłączenia w trakcie zwarcia; tclear – chwila czasowa eliminacji zwarcia w sieci prądu przemiennego; Urec1 i trec1 – parametry dolnych wartości granicznych powrotu napięcia po eliminacji zwarcia; Urec2 i trec2 – parametry górnych wartości granicznych powrotu napięcia po eliminacji zwarcia.

Parametry napięcia [pu]		Parametry czasu [s]	
Uret	0,00	tclear	0,15
Urec1	0,25	trec1	1,5
Urec2	0,85	trec2	8,5

Tabela: Parametry w zakresie zdolności stacji przekształtnikowej HVDC do pozostania w pracy podczas zwarcia w sieci prądu przemiennego.

Artykuł 25 ust. 6 – zdolność do pozostania w pracy podczas zwarcia niesymetrycznego w sieci prądu przemiennego

- Podmiot odpowiedzialny: OSP

Stacja przekształtnikowa HVDC musi posiadać zdolność do zachowania połączenia z siecią prądu przemiennego podczas zwarcia niesymetrycznego (jedno- lub dwufazowego) w tej sieci oraz kontynuacji stabilnej pracy po wyeliminowaniu tego zakłócenia i przywróceniu normalnych warunków pracy sieci. Zdolność ta dotyczy zwarć, dla których napięcia międzyfazowe w punkcie przyłączenia podczas zwarcia i po zwarciu są nie niższe niż przebieg czasowy napięcia określony

na podstawie art. 25 ust. 1 NC HVDC, przy czym system HVDC może odłączyć się od sieci podczas zwarcia, gdy choć jedno z napięć międzyfazowych obniży się poniżej tego profilu.

Artykuł 26 – pozakłóceniowe odtwarzanie poziomu przesyłanej mocy czynnej

- Podmiot odpowiedzialny: OSP

System HVDC musi posiadać zdolność do zapewnienia odtworzenia, po eliminacji zakłócenia zwarciowego w sieci prądu przemiennego, przesyłania mocy czynnej na poziomie co najmniej 90% wartości przedzakłóceniowej z gradientem określonym na podstawie art. 13 ust. 1 lit. b NC HVDC (o ile jest zachowane połączenie systemu HVDC z siecią prądu przemiennego i nie występują problemy komutacyjne w stacjach przekształtnikowych systemu HVDC). Pozakłóceniowe odtwarzanie mocy czynnej powinno się rozpocząć bezzwłocznie, gdy napięcie w punkcie przyłączenia powróci do 90% wartości przedzakłóceniowej.

Artykuł 28 – podawanie napięcia na stacje przekształtnikowe HVDC i ich synchronizowanie

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

Stacja przekształtnikowa HVDC musi posiadać zdolność do ograniczania wszelkich zmian napięcia w trakcie podawania napięcia na tę stację lub synchronizowania jej z siecią prądu przemiennego, lub w trakcie przyłączania stacji przekształtnikowej HVDC pod napięciem do systemu HVDC, do poziomu wynikającego ze strefy nieczułości regulacji napięcia określonej na podstawie art. 22 ust. 3 lit. b) NC HVDC, w czasie nie dłuższym niż wynikający z dynamiki regulacji napięcia określonej na podstawie art. 22 ust. 3 lit. c) pkt ii NC HVDC z oknem pomiaru napięcia nie krótszym niż czas t2 określony na podstawie art. 22 ust. 3 lit. c) pkt ii NC HVDC.

Artykuł 30 – zdolność tłumienia oscylacji mocy

- Podmiot odpowiedzialny: OSP

System HVDC musi posiadać zdolność do wspierania tłumienia oscylacji mocy w przyłączonych sieciach prądu przemiennego o częstotliwościach w zakresie do 5 Hz poprzez zarządzanie poziomem mocy przesyłanej przez system.

Artykuł 31 ust. 2 – badania dotyczące podsynchronicznych interakcji skrętnych

- Podmiot odpowiedzialny: OSP

Właściciel systemu HVDC musi przeprowadzić badania dotyczące SSTI w sieci prądu przemiennego, do której ma być przyłączony system HVDC określając:

a. urządzenia prądu przemiennego niezbędne do przeprowadzenia badania;

b. warunki występowania SSTI;

c. źródła SSTI (w szczególności udziału systemu HVDC w SSTI);

d. zasięg SSTI.

Szczegółowe warunki dla przeprowadzenia badania określane są przez właściciela systemu HVDC i uzgadniane z OSP.

Zakres badań powinien obejmować identyfikację i ocenę zagrożeń dla urządzeń przyłączonych do sieci oraz propozycję i ocenę skuteczności środków zaradczych.

Artykuł 32 ust. 1 – metoda wyliczania maksymalnej i minimalnej mocy zwarciowej w punkcie przyłączenia

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

Obliczenia zwarciowe należy wykonać z uwzględnieniem zapisów normy PN-EN 60909 „Parametry napięcia zasilającego w publicznych sieciach elektroenergetycznych". Dla celów wyliczenia maksymalnej mocy zwarciowej w punktach przyłączenia systemu HVDC należy przyjąć układ sieci prądu przemiennego z włączonymi wszystkimi instalacjami wytwórczymi (lub przynajmniej jednostkami wytwórczymi konwencjonalnymi przyłączonymi do sieci zamkniętej) oraz zamkniętymi podziałami/sprzęgłami w węzłach sieci (lub przynajmniej w najbliższym sąsiedztwie planowanego punktu przyłączenia systemu HVDC), przy zachowaniu bezpiecznych warunków pracy tej sieci. Natomiast dla celów wyliczenia minimalnej mocy zwarciowej w punktach przyłączenia systemu HVDC należy przyjąć układ sieci prądu przemiennego z jak najmniejszą liczbą włączonych instalacji wytwórczych oraz otwartymi podziałami/sprzęgłami w węzłach sieci, przy zachowaniu integralności tej sieci i pokryciu zapotrzebowania odbiorców na moc.

Artykuł 32 ust. 2 – charakterystyka sieci prądu przemiennego

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

Systemy HVDC przyłączane do sieci prądu przemiennego muszą posiadać zdolność do pracy:

a) przy zakresach częstotliwości i w okresach określonych na podstawie art. 11 ust. 1 lub 2 NC HVDC;

b) przy napięciu w punkcie przyłączenia w zakresie określonym na podstawie art. 18 ust. 1 lub 2 NC HVDC;

c) w przedziale mocy zwarciowej w miejscu ich przyłączenia ustalonym na podstawie art. 32 ust. 1 NC HVDC, z uwzględnieniem wymaganej wytrzymałości zwarciowej przy zwarciach trójfazowych i jednofazowych i dopuszczalnego współczynnika zwarcia doziemnego (określonego jako stosunek maksymalnej wartości napięcia fazowego podczas zwarcia z ziemią do wartości znamionowej napięcia fazowego w danym punkcie sieci) równego 1,3 (dla sieci 220 kV i 400 kV) i 1,4 (dla sieci 110 kV).

Dodatkowe wymagania określające zdolność systemów HVDC do pracy, charakterystyczne dla punktów ich przyłączenia do sieci prądu przemiennego, będą ustalane przez właściwego operatora systemu indywidualnie dla każdego systemu HVDC.

Artykuł 33 ust. 2 – zmiany napięcia w sieci prądu przemiennego podczas włączania lub wyłączania

- Podmiot odpowiedzialny: OSP

Ustala się dopuszczalny limit stanów nieustalonych napięć w punkcie przyłączenia, wywołanych przełączeniem lub odłączeniem stacji przekształtnikowej HVDC będącej częścią jakiegokolwiek

wieloterminalowego lub osadzonego systemu HVDC będzie ustalany przez właściwego OSP indywidualnie dla każdego systemu HVDC, przy czym wartość ta nie może przekroczyć 3% wartości napięcia występującej przed przełączeniem lub odłączeniem tej stacji przekształtnikowej HVDC, z uwzględnieniem wymogów określonych na podstawie art. 24 i art. 28.

Artykuł 35 ust. 2 – priorytetyzacja działania zabezpieczeń i regulacji

- Podmiot odpowiedzialny: OSP

Właściciel systemu HVDC organizuje funkcjonalność i nastawienia zabezpieczeń i układów regulacji tego systemu zgodnie z następującą kolejnością pierwszeństwa działań, podaną w malejącej kolejności ważności:

a) zabezpieczenie sieci prądu przemiennego i systemu HVDC;

b) regulacja mocy czynnej do celów pomocy w nadzwyczajnych sytuacjach;

c) inercja syntetyczna, w stosownych przypadkach;

d) automatyczne działania zaradcze określone w art. 13 ust. 3;

e) LFSM;

f) FSM i regulacja częstotliwości;

g) ograniczenia gradientu mocy.

Artykuł 36 ust. 1 – zmiany trybów i nastawień zabezpieczeń i regulacji

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

System HVDC musi posiadać zdolność do zmiany nastawień trybów regulacji i nastawień zabezpieczeń w stacji przekształtnikowej HVDC.

Artykuł 36 ust. 3 – zdalne zmiany trybów i nastawień regulacji

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

System HVDC musi zapewniać możliwości zmiany trybów regulacji i ich nastawień zdalnie z ośrodków dyspozycji mocy właściwego operatora systemu lub właściwego OSP.

Artykuł 39 ust. 1 lit. b) – skoordynowana regulacja częstotliwości

- Podmiot odpowiedzialny: OSP

Jeśli na podstawie przepisów art. 16 ust. 1 OSP zdecyduje o wyposażeniu systemu HVDC w niezależny tryb regulacji w celu regulowania generowanej mocy czynnej stacji przekształtnikowej HVDC w zależności od częstotliwości, moduły parku energii z podłączeniem prądu stałego przyłączone poprzez systemy HVDC, które łączą się z więcej niż jednym obszarem regulacyjnym, muszą posiadać zdolność do realizacji skoordynowanej regulacji częstotliwości.

Artykuł 40 ust. 1 lit. c) – automatyczne odłączenie przy zaburzeniach napięcia

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

Moduł parku energii z podłączeniem prądu stałego, który ma przyłącze HVDC do sieci stacji przekształtnikowej HVDC w oddalonej lokalizacji, musi posiadać zdolność do automatycznego odłączenia w przypadku wystąpienia napięcia w przyłączu HVDC wykraczającego poza zakresy wynikające z lit. a) i b) . Warunki i ustawienia dla automatycznego odłączenia będą uzgadnianie przez właściwego operatora systemu i właściciela systemu HVDC, właściwym OSP i właścicielem modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego indywidualnie dla każdego modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego.

Artykuł 40 ust. 2 lit. b) pkt i – zdolność do generacji mocy biernej

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

Moduły parku energii z podłączeniem prądu stałego muszą posiadać zdolność do generacji mocy biernej w funkcji zmieniającego się napięcia w punkcie przyłączenia, o kształcie profilu U-Q/Pmax, zgodnym z ustalonym na podstawie art. 21 ust. 3 lit. b) pkt i) NC RfG. Modyfikacje kształtu profilu U-Q/Pmax, z zachowaniem zakresów zgodnych z Tabelą 11 załącznika VII NC HVDC, będą ustalane indywidualnie dla każdej instalacji pomiędzy właściwym OSP, właściwym operatorem systemu i właścicielem modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego, jeśli będzie to konieczne w celu zachowania lub przywrócenia bezpieczeństwa pracy sieci prądu przemiennego. Jeżeli modyfikacja profilu U-Q/Pmax będzie możliwa pod względem ekonomicznym i technicznym, właściciel modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego nie może bez uzasadnienia odmówić zgody.

Artykuł 40 ust. 2 lit. b) pkt ii – uzupełniająca moc bierna

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

Dla modułów parku energii z podłączeniem prądu stałego, których punkt przyłączenia nie znajduje się na zaciskach wysokiego napięcia transformatora blokowego doprowadzającego do poziomu napięcia punktu przyłączenia, ani na zaciskach prądnicy, w przypadku gdy nie występuje transformator blokowy musi zostać zapewniona uzupełniająca moc bierna. Wartość tej mocy będzie ustalana przez właściwego operatora systemu indywidualnie dla każdego modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego.

Artykuł 41 ust. 1 – synchronizowanie z siecią prądu przemiennego

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

Moduł parku energii z podłączeniem prądu stałego musi posiadać zdolność do ograniczania wszelkich zmian napięcia podczas synchronizacji z siecią prądu przemiennego do poziomu nieprzekraczającego 5% poziomu napięcia przed synchronizacją, w czasie nie dłuższym niż wynikający z dynamiki regulacji napięcia, zgodnym z ustalonym na podstawie art. 21 ust. 3 lit. d) pkt iv) NC RfG z oknem pomiaru napięcia nie krótszym niż czas t2 określony na podstawie art. 21 ust. 3 lit. d) pkt iv) NC RfG.

Artykuł 41 ust. 2 – sygnały wyjściowe

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

Właściciel modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego przekazuje sygnały wyjściowe zgodne z ustalonymi na podstawie art. 14 ust. 5 lit. d) pkt ii) NC RfG.

Artykuł 42 lit. a) – metoda wyliczania maksymalnej i minimalnej mocy zwarciowej w punkcie przyłączenia

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

Obliczenia zwarciowe należy wykonać z uwzględnieniem normy PN-EN 60909 „Parametry napięcia zasilającego w publicznych sieciach elektroenergetycznych". Dla celów wyliczenia maksymalnej mocy zwarciowej na przyłączu HVDC należy przyjąć układ sieci prądu przemiennego z włączonymi wszystkimi instalacjami wytwórczymi (lub przynajmniej jednostkami wytwórczymi konwencjonalnymi przyłączonymi do sieci zamkniętej) oraz zamkniętymi podziałami/sprzęgłami w węzłach sieci (lub przynajmniej w najbliższym sąsiedztwie planowanego przyłącza HVDC modułu), przy zachowaniu bezpiecznych warunków pracy tej sieci. Natomiast dla celów wyliczenia minimalnej mocy zwarciowej na przyłączu HVDC należy przyjąć układ sieci prądu przemiennego z jak najmniejszą liczbą włączonych instalacji wytwórczych oraz otwartymi podziałami/sprzęgłami w węzłach sieci, przy zachowaniu integralności tej sieci i pokryciu zapotrzebowania odbiorców na moc.

Artykuł 42 lit. b) – charakterystyka sieci prądu przemiennego

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

Moduły parku energii z podłączeniem prądu stałego muszą posiadać zdolność do stabilnej pracy:

a) przy zakresach częstotliwości w sieci prądu przemiennego i w okresach ustalonych na podstawie art. 39 ust. 2 lit. a) lub b) NC HVDC;

b) przy napięciu na przyłączu HVDC w zakresie ustalonych na podstawie art. 40 ust. 1 lit. a) lub b) NC HVDC;

c) w przedziale mocy zwarciowej w miejscu ich przyłączenia ustalonych na podstawie art. 42 lit. a) NC HVDC, z uwzględnieniem wymaganej wytrzymałości zwarciowej przy zwarciach trójfazowych i jednofazowych i dopuszczalnego współczynnika zwarcia doziemnego (określonego jako stosunek maksymalnej wartości napięcia fazowego podczas zwarcia z ziemią do wartości znamionowej napięcia fazowego w danym punkcie sieci) równego 1,3 (dla sieci 220 kV i 400 kV) i 1,4 (dla sieci 110 kV).

Dodatkowe wymagania określające zdolność modułów parku energii z podłączeniem prądu stałego do pracy, charakterystyczne dla lokalizacji ich przyłącza HVDC, będą ustalane przez właściwego operatora systemu indywidualnie dla każdego modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego.

Artykuł 44 – zmiany napięcia w sieci podczas włączania

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

Właściciel modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego gwarantuje, że przyłączenie jego modułu do sieci prądu przemiennego nie spowoduje zakłócenia ani wahania napięcia w tej sieci (wyznaczanych w punkcie przyłączenia):

1. moduł parku energii z podłączeniem prądu stałego nie może powodować nagłych zmian i skoków wartości napięcia w punkcie przyłączenia przekraczających 3%. W przypadku, gdy zakłócenia te mają charakter powtarzający się, dopuszczalne poziomy i częstości nagłych zmian i skoków wartości napięcia wywołanych pracą modułu parku

energii z podłączeniem prądu stałego będą ustalane przez właściwego operatora systemu, indywidualnie dla każdego modułu;

2. udział modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego przyłączonego do sieci zamkniętej w całkowitych wahaniach napięcia, mierzony przyrostem wartości krótkookresowego (Pst) i długookresowego (Plt) współczynnika migotania światła ponad wartość tła, nie powinien przekroczyć:
    a. Pst < 0,35 dla sieci 110 kV i Pst < 0,30 dla sieci 220 kV i 400 kV;
    b. Plt < 0,25 dla sieci 110 kV i Plt < 0,20 dla sieci 220 kV i 400 kV;
3. moduł parku energii z podłączeniem prądu stałego nie powinien powodować obecności harmonicznych napięcia o wartościach przekraczających dopuszczalne, o których mowa w normie PN-EN 50160 „Parametry napięcia zasilającego w publicznych sieciach elektroenergetycznych”;

Podane powyżej wartości współczynników jakości energii powinny być spełnione w okresie tygodnia z prawdopodobieństwem 99%.

Moduł parku energii z podłączeniem prądu stałego powinny być wyposażone w system pomiaru i rejestracji parametrów jakości energii (pomiar wartości skutecznej napięcia i prądu, wskaźników wahań napięcia i harmonicznych napięcia i prądu w klasie pomiarowej A) oraz system teletransmisji danych do właściwego operatora systemu;

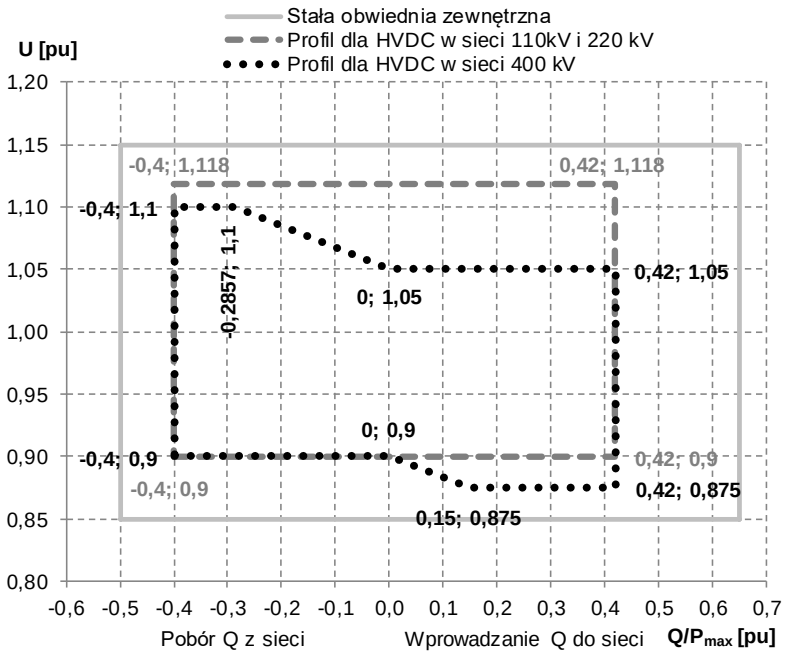
Moduł parku energii z podłączeniem prądu stałego w przypadku niedotrzymania powyższych standardów jakości energii może zostać wyłączony, na polecenie właściwego operatora systemu, do czasu usunięcia nieprawidłowości.

Artykuł 48 ust. 2 lit. a) i lit. b) – zdolność do zapewnienia wymiany mocy biernej z siecią prądu przemiennego

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

Stacja przekształtnikowa HVDC w oddalonej lokalizacji musi posiadać zdolności do zapewnienia wymiany mocy biernej z siecią prądu przemiennego przy maksymalnej zdolności przesyłowej mocy czynnej HVDC w granicach profilu U-Q/Pmax określonego na wykresie poniżej. Regulacja mocy biernej powinna być możliwa autonomicznie oraz w koordynacji z nadrzędnymi układami regulacji napięcia i mocy biernej w sieci prądu przemiennego. Operator systemu zastrzega sobie prawo do modyfikacji przedstawionego profilu U-Q/Pmax w ramach maksymalnych wartości oraz stałej obwiedni zewnętrznej przewidzianych w Tabeli 14 w Załączniku VIII do NC HVDC, w przypadku gdy potrzebę taką wykaże ekspertyza wpływu przyłączanej stacji przekształtnikowej HVDC w oddalonej lokalizacji na system elektroenergetyczny.

Profile U-Q/Pmax, o których mowa w art. 48.



Rysunek: Profil U-Q/Pmax stacji przekształtnikowej HVDC w oddalonej lokalizacji. U – napięcie w punkcie przyłączenia, Q/Pmax – stosunek mocy biernej zapewnianej przez tę stację dla sieci prądu przemiennego do jej maksymalnej zdolności przesyłowej mocy czynnej.

Maksymalny zakres Q/Pmax	Maksymalny zakres wartości napięcia (pu) w stanie ustalonym
0,82	0,225

Tabela: Maksymalny zakres zarówno Q/Pmax, jak i napięcia w stanie ustalonym dla stacji przekształtnikowej HVDC w oddalonej lokalizacji.

Artykuł 50 – zmiany napięcia w sieci podczas włączania

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

Właściciel stacji przekształtnikowej HVDC w oddalonej lokalizacji gwarantuje, że przyłączenie jego stacji do sieci prądu przemiennego nie spowoduje zakłócenia ani wahania napięcia w tej sieci (wyznaczanych w punkcie przyłączenia):

1. stacja przekształtnikowa HVDC w oddalonej lokalizacji nie może powodować nagłych zmian i skoków wartości napięcia w punkcie przyłączenia przekraczających 3%. W przypadku, gdy zakłócenia te mają charakter powtarzający się, dopuszczalne poziomy i częstości nagłych zmian i skoków wartości napięcia wywołanych pracą stacji przekształtnikowej HVDC w oddalonej lokalizacji będą ustalane przez właściwego operatora systemu w uzgodnieniu z właścicielem stacji przekształtnikowej HVDC w oddalonej lokalizacji, indywidualnie dla każdej stacji przekształtnikowej HVDC w oddalonej lokalizacji;
2. udział stacji przekształtnikowej HVDC w oddalonej lokalizacji przyłączonej do sieci zamkniętej w całkowitych wahaniach napięcia, mierzony przyrostem wartości

krótkookresowego (Pst) i długookresowego (Plt) współczynnika migotania światła ponad wartość tła, nie powinien przekroczyć:

a. Pst < 0,35 dla sieci 110 kV i Pst < 0,30 dla sieci 220 kV i 400 kV;

b. Plt < 0,25 dla sieci 110 kV i Plt < 0,20 dla sieci 220 kV i 400 kV;

3. stacja przekształtnikowa HVDC w oddalonej lokalizacji nie powinny powodować obecności harmonicznych napięcia o wartościach przekraczających dopuszczalne, o których mowa w PN-EN 50160 „Parametry napięcia zasilającego w publicznych sieciach elektroenergetycznych";

Podane powyżej wartości współczynników jakości energii powinny być spełnione w okresie tygodnia z prawdopodobieństwem 99%.

Stacja przekształtnikowe HVDC w oddalonej lokalizacji powinny być wyposażone w system pomiaru i rejestracji parametrów jakości energii (pomiar wartości skutecznej napięcia i prądu, wskaźników wahań napięcia i harmonicznych napięcia i prądu w klasie pomiarowej A) oraz system teletransmisji danych do właściwego operatora systemu;

Stacja przekształtnikowa HVDC w oddalonej lokalizacji w przypadku niedotrzymania powyższych standardów jakości energii może zostać wyłączona, na polecenie właściwego operatora systemu, do czasu usunięcia nieprawidłowości.

Artykuł 51 ust. 1 – priorytetyzacja działania systemu sterowania jednostki przekształtnikowej HVDC

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

Właściciel systemu HVDC organizuje funkcjonalność i nastawienia systemu sterowania zapewniające następującą hierarchię działań, podaną w malejącej kolejności ważności:

a) działania w celu pozostania systemu HVDC w pracy podczas zakłóceń w sieci prądu przemiennego, w tym szybki prąd zwarciowy;

b) działania w celu zachowania lub przywrócenia bezpieczeństwa pracy sieci prądu przemiennego, w tym regulacja mocy czynnej do celów pomocy w nadzwyczajnych sytuacjach (m.in. inercja syntetyczna, tłumienie oscylacji mocy, tłumienie podsynchronicznych interakcji skrętnych), wsparcie częstotliwości (FSM, LFSM-O, LFSM-U);

c) regulacja napięcia i mocy biernej w koordynacji z nadrzędnymi układami regulacji sieci prądu przemiennego, w tym ze zdalną zmianą trybów i parametrów regulacji;

d) regulacja mocy czynnej w koordynacji z nadrzędnymi układami regulacji sieci prądu przemiennego, w tym ze zdalną zmianą parametrów regulacji;

e) lokalna regulacja napięcia i mocy biernej oraz regulacja mocy czynnej;

f) działania poawaryjne w celu odbudowy sieci prądu przemiennego, w tym rozruch autonomiczny.

Artykuł 53 ust. 4 – alarm detekcji oscylacji

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

Urządzenia służące do rejestracji i monitorowania dynamicznego zachowania systemów HVDC muszą posiadać alarm oscylacji w celu detekcji słabo tłumionych oscylacji mocy czynnej o częstotliwościach w zakresie określonym na podstawie art. 30 NC HVDC. Pobudzenie alarmu następuje po przekroczeniu

ustawionego progu dopuszczalnego poziomu oscylacji mocy czynnej przesyłanej przez system HVDC, przy jednoczesnej kontroli wartości współczynnika tłumienia tych oscylacji. Ustawienia kryteriów aktywacji alarmu będą określane przez właściwego operatora systemu, w porozumieniu z właściwym OSP, indywidualnie dla każdego systemu HVDC.

Artykuł 54 ust. 1 – dostarczenie modeli symulacyjnych

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

Właściciel systemu HVDC musi dostarczyć właściwemu operatorowi systemu modele symulacyjne, które właściwie odzwierciedlają zachowanie systemu HVDC w stanach symetrycznych i niesymetrycznych zarówno dla symulacji w stanie ustalonym i symulacji dynamicznych (dla częstotliwości 50 Hz), jak i dla symulacji elektromagnetycznych stanów przejściowych. W przypadku zmiany parametrów systemu HVDC właściciel systemu musi dostarczyć właściwemu operatorowi systemu zaktualizowane modele symulacyjne. O ile OSP lub właściwy operator systemu nie postanowi inaczej, format przekazania modeli oraz dotyczącej ich dokumentacji powinny być zgodne ze standardem CGMES 2.4.15 lub nowszym. Dokumentacja powinna w sposób pełny określać strukturę i funkcjonalność elementów składowych modeli, z poszanowaniem przepisów ust. 2.

Artykuł 54 ust. 5 – równoważny model układu regulacji dla zidentyfikowanych interakcji regulacyjnych

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

Właściciel systemu HVDC dostarcza model układu regulacji, w przypadku gdy mogą występować niekorzystne interakcje regulacyjne ze stacjami przekształtnikowymi HVDC i innymi przyłączonymi instalacjami w bliskim sąsiedztwie elektrycznym. Model musi zawierać wszystkie niezbędne dane do celów realistycznej symulacji niekorzystnych interakcji regulacyjnych, z uwzględnieniem wymogów wynikających z art. 29 ust. 1 i art. 54 ust. 1 NC HVDC.

Załącznik I Tabela 1 – zakresy częstotliwości

- Podmiot odpowiedzialny: OSP

Zakresy częstotliwości, o których mowa w art. 11.

Zakres częstotliwości	Czas pracy
47,0 Hz ÷ 47,5 Hz	60 s
47,5 Hz ÷ 52,0 Hz	nieograniczony

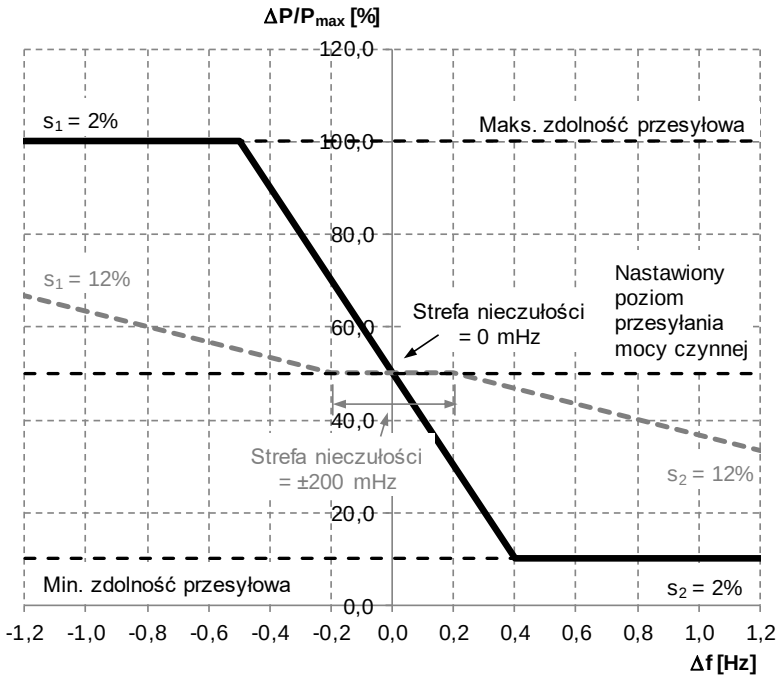
Tabela: Minimalne czasy, w których system HVDC musi być zdolny do pracy przy różnych częstotliwościach odbiegających od wartości znamionowej, bez odłączenia od sieci.

Załącznik II Obszar A ust. 1 lit. a) – parametry regulacyjne w trybie FSM

- Podmiot odpowiedzialny: OSP

System HVDC musi posiadać zdolność do reagowania na odchylenia częstotliwości w każdej przyłączonej sieci prądu przemiennego poprzez dostosowywanie poziomu przesyłanej mocy czynnej,

jak to przedstawiono na poniższym rysunku, oraz zgodnie z parametrami określonymi w poniższej tabeli.
W podanych zakresach należy zapewnić możliwość wyboru i ustawiania strefy nieczułości odpowiedzi częstotliwościowej oraz statyzmów s1 i s2.



Rysunek: Zdolność do odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej systemów HVDC w trybie FSM ilustrująca przypadki skrajnych, określonych w Tabeli poniżej, wartości strefy nieczułości i statyzmów s1 i s2 (poglądowo przyjęto minimalną zdolność przesyłową mocy czynnej tego systemu równą 10% i nastawiony poziom przesyłania mocy czynnej przez ten system równy 50%; ilustracja dotyczy zdolności do odpowiedzi częstotliwości mocy czynnej systemów HVDC w trybie FSM przy niewrażliwości dla dodatniej wartości nastawy mocy czynnej – tryb importu).

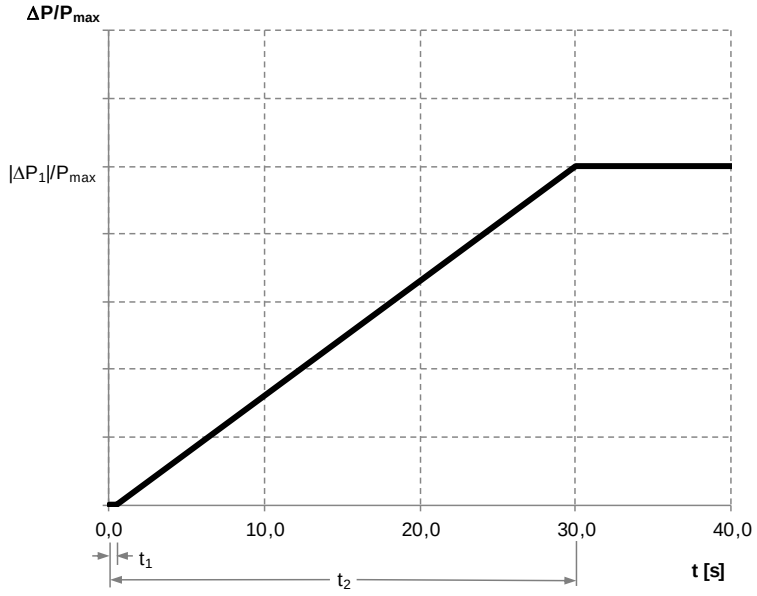
Parametry	Zakresy wartości
Strefa nieczułości odpowiedzi częstotliwościowej	0 ÷ ±200 mHz
Statyzm s1 (regulacja w górę)	2 ÷ 12%
Statyzm s2 (regulacja w dół)	2 ÷ 12%
Niewrażliwość odpowiedzi częstotliwościowej	±10 mHz

Tabela: Parametry dotyczące odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej w trybie FSM.

Załącznik II Obszar A ust. 1 lit. d) pkt ii – parametry regulacyjne w trybie FSM

- Podmiot odpowiedzialny: OSP

Zakresy czasów regulacji, o których mowa w obszarze A ust. 1 lit d) pkt ii.



Rysunek: Zdolność do odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej systemów HVDC w trybie FSM.

Parametry	Czas
Maksymalna dopuszczalna zwłoka początkowa t1	0,5 s
Maksymalny dopuszczalny czas pełnego uruchomienia t2	30 s

Tabela: Parametry pełnego uruchomienia odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej, wynikającego ze skokowej zmiany częstotliwości.

Załącznik II Obszar B ust. 1 lit. c) – parametry regulacyjne w trybie LFSM-O

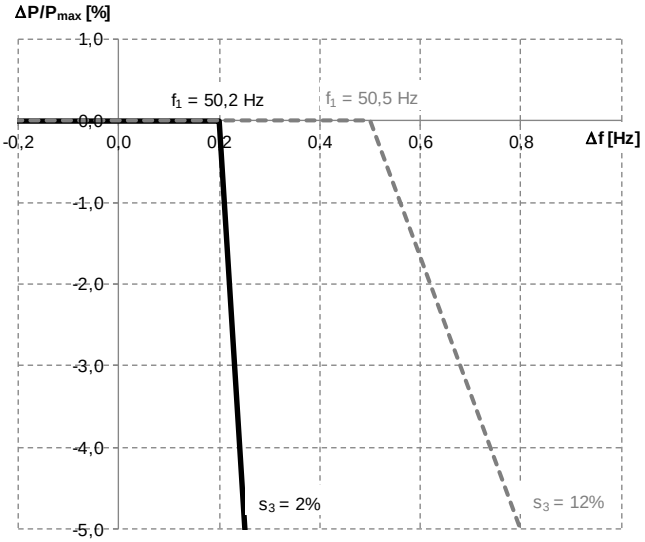
- Podmiot odpowiedzialny: OSP

Podczas działania w trybie LFSM-O system HVDC musi posiadać zdolność do regulacji odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej tak szybko, jak pozwalają na to możliwości techniczne, przy czym maksymalna dopuszczalna zwłoka początkowa wynosi 0,5 s, a maksymalny dopuszczalny czas pełnego uruchomienia 30 s.

Załącznik II Obszar B ust. 2 – parametry regulacyjne w trybie LFSM-O

- Podmiot odpowiedzialny: OSP

Podczas działania w trybie LFSM-O system HVDC musi mieć zdolność do regulacji odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej z siecią lub sieciami prądu przemiennego, zarówno w trakcie importu, jak i eksportu, zgodnie z poniższym rysunkiem przy progu częstotliwości f1 z zakresu 50,2 ÷ 50,5 Hz i statyzmie s3 z zakresu 2 ÷ 12%. W podanych zakresach należy zapewnić możliwość wyboru i ustawiania progu częstotliwości f1 i statyzmu s3.



Rysunek: Zdolność do odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej systemów HVDC w trybie LFSM-O ilustrująca przypadki skrajnych wartości częstotliwości f1 i statyzmu s3.

Załącznik II Obszar C ust. 1 lit. c) – parametry regulacyjne w trybie LFSM-U

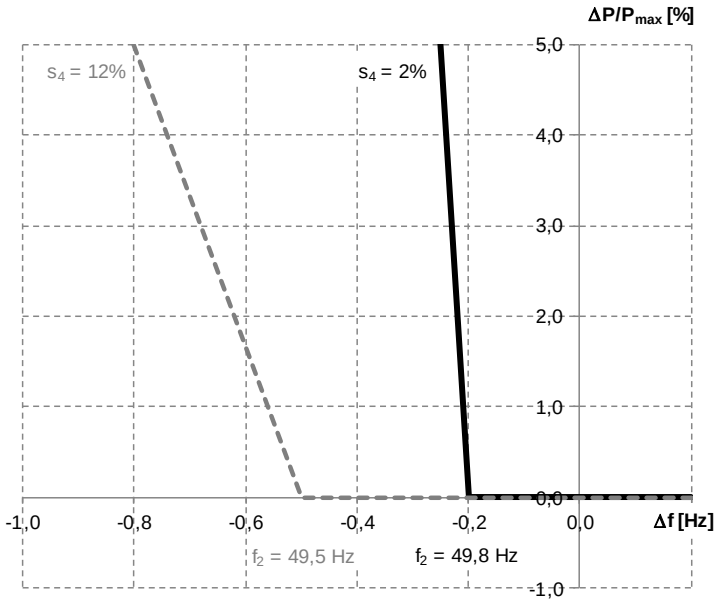
- Podmiot odpowiedzialny: OSP

Podczas działania w trybie LFSM-U system HVDC musi mieć zdolność do regulacji odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej tak szybko, jak pozwalają na to możliwości techniczne, przy czym maksymalna dopuszczalna zwłoka początkowa wynosi 0,5 s, a maksymalny dopuszczalny czas pełnego uruchomienia 30 s.

Załącznik II Obszar C ust. 2 – parametry regulacyjne w trybie LFSM-U

- Podmiot odpowiedzialny: OSP

Podczas działania w trybie LFSM-U system HVDC musi mieć zdolność do regulacji odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej z siecią lub sieciami prądu przemiennego, zarówno w trakcie importu, jak i eksportu, zgodnie z poniższym rysunkiem przy progu częstotliwości f2 z zakresu 49,8 ÷ 49,5 Hz i statyzmie s4 z zakresu 2 ÷ 12%. W podanych zakresach należy zapewnić możliwość wyboru i ustawiania progu częstotliwości f2 i statyzmu s4.



Rysunek: Zdolność do odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej systemów HVDC w trybie LFSM-U ilustrująca przypadki skrajnych wartości częstotliwości f2 i statyzmu s4.

Załącznik III Tabela 4 – zakresy napięcia dla systemów HVDC przyłączanych do sieci 110 kV i 220 kV

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

Zakresy napięcia, o których mowa w art. 18.

Zakres napięcia	Czas pracy
1,118 ÷ 1,15 pu	60 minut

Tabela: Minimalne czasy, w których system HVDC musi być zdolny do pracy przy wartościach napięcia odbiegających od referencyjnej wartości 1 pu w punktach przyłączenia, bez odłączenia od sieci prądu przemiennego, w ograniczeniu do systemów HVDC przyłączanych do sieci 110 kV i 220 kV.

Załącznik III Tabela 5 – zakresy napięcia dla systemów HVDC przyłączanych do sieci 400 kV

- Podmiot odpowiedzialny: OSP

Zakresy napięcia, o których mowa w art. 18.

Zakres napięcia	Czas pracy
1,05 pu ÷ 1,0875 pu	60 minut

Tabela: Minimalne czasy, w których system HVDC musi być zdolny do pracy przy wartościach napięcia odbiegających od referencyjnej wartości 1 pu w punktach przyłączenia, bez odłączenia od sieci prądu przemiennego, w ograniczeniu do systemów HVDC przyłączanych do sieci 400 kV.

Załącznik VII Tabela 9 – zakresy napięcia dla modułów parku energii z podłączeniem prądu stałego przyłączanych do sieci 110 kV i 220 kV

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

Zakresy napięcia, o których mowa w art. 40.

Zakres napięcia	Czas pracy
1,118 pu ÷ 1,15 pu	60 minut

Tabela: Minimalne czasy, w których moduł parku energii z podłączeniem prądu stałego musi być zdolny do pracy przy wartościach napięcia odbiegających od referencyjnej wartości 1 pu bez odłączenia od sieci prądu przemiennego, w ograniczeniu do modułów parku energii z podłączeniem prądu stałego przyłączanych do sieci 110 kV i 220 kV.

Załącznik VII Tabela 10 – zakresy napięcia dla modułów parku energii z podłączeniem prądu stałego przyłączanych do sieci 400 kV

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

Zakresy napięcia, o których mowa w art. 40.

Zakres napięcia	Czas pracy
1,05 pu ÷ 1,10 pu	60 minut
1,10 pu ÷ 1,15 pu	Nie definiuje się minimalnego czasu pracy

Tabela: Minimalne czasy, w których moduł parku energii z podłączeniem prądu stałego musi być zdolny do pracy przy wartościach napięcia odbiegających od referencyjnej wartości 1 pu bez odłączenia od sieci prądu przemiennego, w ograniczeniu do modułów parku energii z podłączeniem prądu stałego przyłączanych do sieci 400 kV.

Załącznik VIII Tabela 12 – zakresy napięcia dla stacji przekształtnikowych HVDC w oddalonej lokalizacji przyłączanych do sieci 110 kV i 220 kV

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

Zakresy napięcia, o których mowa w art. 40.

Zakres napięcia	Czas pracy
1,10 pu ÷ 1,12 pu	nieograniczony
1,12 pu ÷ 1,15 pu	60 minut

Tabela: Minimalne czasy, w których stacja przekształtnikowa HVDC w oddalonej lokalizacji musi być zdolna do pracy przy wartościach napięcia odbiegających od referencyjnej wartości 1 pu bez odłączenia od sieci prądu przemiennego, w ograniczeniu do stacji przekształtnikowych HVDC w oddalonej lokalizacji przyłączanych do sieci 110 kV i 220 kV.

Załącznik VIII Tabela 13 – zakresy napięcia stacji przekształtnikowych HVDC w oddalonej lokalizacji przyłączanych do sieci 400 kV

- Podmiot odpowiedzialny: właściwy operator systemu

Zakresy napięcia, o których mowa w art. 40.

Zakres napięcia	Czas pracy
1,05 pu ÷ 1,10 pu	60 minut
1,10 pu ÷ 1,15 pu	Nie definiuje się minimalnego czasu pracy

Tabela: Minimalne czasy, w których stacja przekształtnikowa HVDC w oddalonej lokalizacji musi być zdolna do pracy przy wartościach napięcia odbiegających od referencyjnej wartości 1 pu bez odłączenia od sieci prądu przemiennego, w ograniczeniu do stacji przekształtnikowych HVDC w oddalonej lokalizacji przyłączanych do sieci 400 kV.