

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

- Pracy w trybie regulacji napięcia

wydanie pierwsze  
z dnia 08.09.2019 roku

T +48 58 778 82 00  
F +48 58 347 60 69

Regon 190275904  
NIP 583-000-11-90

ENERGA-OPERATOR SA  
ul. Marynarki Polskiej 130  
80-557 Gdańsk

operator.centrala@energa.pl  
energa-operator.pl

Sąd Rejonowy Gdańsk-Północ  
VII Wydział Gospodarczy KRS  
KRS 0000033455

nr konta: 50 1050 0086 1000 0090 3005 4739  
Kapitał zakładowy/wpłacony 1 356 110 400 zł



## Spis treści

Spis treści.....	2
1. Cel i zakres opracowania .....	3
2. Definicje i skróty stosowane w dokumencie.....	3
3. Parametry techniczne testowanego modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego .....	4
4. Ogólne zasady przeprowadzenia testu.....	4
5. Wymagane warunki w czasie realizacji testu .....	4
6. Wielkości mierzone w czasie realizacji testu.....	5
7. Wielkości wejściowe (wymuszające) .....	5
8. Wielkości wyjściowe (odpowieź układu).....	5
9. Sposób i zakres przeprowadzenia testu .....	5
9.1. Określenie dokładności układu regulacji.....	6
9.2. Określenie niewrażliwości układu regulacji.....	6
9.3. Sprawdzenia możliwości wprowadzania zmian stosowanego zbocza i czasu uruchomienia mocy biernej .....	6
9.4. Sprawdzenie możliwości wprowadzania zmian strefy nieczułości i czasu uruchomienia mocy biernej .....	8
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 Procedurze testowania, symulacji i certyfikacji PPM DC, a niniejszy dokument jest ściśle z nim powiązany i stanowi jego uszczegółowienie w zakresie przeprowadzenia testów potwierdzających zdolność modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego do zapewnienia regulacji napięcia zgodnie z art. 72 ust. 4 w zw. z art. 21 NC HVDC

## 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** – 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;
- **$P_{min}$**  – minimalna zdolność generacji mocy czynnej modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego zgodna z definicją w NC HVDC;
- **$P_{max}$**  – maksymalna zdolność generacji mocy czynnej modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego zgodna z definicją w NC HVDC;
- **$Q_{maxg}$**  – moc maksymalna bierna generowana modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego zgodna z profilami P-Q/ $P_{max}$  z art. 40 NC HVDC;
- **$Q_{maxp}$**  – moc maksymalna bierna pobierana modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego zgodnie profilem P-Q/ $P_{max}$  z art. 40 NC HVDC;
- **$Q_{SP}$**  – wartość zadana mocy biernej w układach regulacji modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego;
- **$P_{SP}$**  – wartość zadana mocy czynnej w układach regulacji modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego;
- **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 systemu HVDC** – największy prąd fazowy skojarzony z punktem pracy wewnątrz profilu U-Q/ $P_{max}$  stacji przekształtnikowej HVDC przy maksymalnej zdolności przesyłowej mocy czynnej HVDC zgodnie z definicją z NC HVDC;

- **EAZ** – elektroenergetyczna automatyka zabezpieczeniowa;
- **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 modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego

Minimalne wymagania co do zakresu informacji technicznych o testowanym module parku energii z podłączeniem prądu stałego, które należy przedstawić w szczegółowym programie testu zdolności do pracy w trybie regulacji napięcia powinny obejmować ogólny opis techniczny obiektu zawierający m. in.:

- a) informacje na temat zastosowanej technologii wytwarzania modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego;
- b) lokalizację modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego;
- c) podstawowy opis układu elektroenergetycznego modułu parku energii
- d) z podłączeniem prądu stałego, układów sterowania i regulacji mocy biernej i napięcia, w tym schemat układu wraz z wyprowadzeniem mocy oraz nastaw zabezpieczeń;
- e) moc maksymalną –  $P_{max}$ ;
- f) moc minimalną –  $P_{min}$ ;
- g) moc maksymalna bierna w kierunku generacji –  $Q_{maxp}$ ;
- h) moc maksymalna bierna w kierunku poboru –  $Q_{maxz}$ ;
- i) informacje na temat punktu/punktów przyłączenia modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego do sieci.

### 4. Ogólne zasady przeprowadzenia testu

Podstawowym sposobem weryfikacji spełnienia wymagań w zakresie regulacji napięcia jest przeprowadzenie testu obiektowego modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego.

Warunki przeprowadzania testu powinny być zgodne z ogólnymi wymaganiami określonymi w ramach Procedury testowania, symulacji i certyfikacji PPM DC oraz uwzględniać technologię wytwarzania modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego. 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 jednostek wytwórczych wchodzących w skład badanego modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego,
- b) utrzymanie w punkcie przyłączenia do sieci poziomu napięcia w dopuszczalnych granicach
- c) praca modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego 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) mocy biernej netto w układzie 3-fazowym po stronie AC;
- b) mocy czynnej netto w układzie 3-fazowym po stronie AC;
- c) napięć fazowych i/lub międzyfazowych po stronie AC;
- d) prądów fazowych po stronie AC;
- e) prądu/prądów po stronie DC
- f) 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 modułu wytwarzania.

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 napięcia, punkty pracy modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego określane będą przez:

- a)  $U_{SP}$  – wartość zadana napięcia,

## 8. Wielkości wyjściowe (odpowieź układu)

Wynikiem testu są wartości zmierzone:

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

## 9. Sposób i zakres przeprowadzenia testu

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

- a) dokładności układu regulacji;
- b) niewrażliwość układu regulacji;
- c) stosowane zboczę i strefę nieczułości; oraz
- d) czas uruchomienia mocy biernej.

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

Próbe należy przeprowadzić dwukrotnie podczas pracy modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego z załączonym trybem regulacji napięcia z wyjściowymi wartościami zadanymi:

- a)  $U_{SP} = 0,99$  pu; oraz
- b)  $U_{SP} = 1,01$  pu.

Należy wprowadzić najmniejszą możliwą zmianę wartości zadanej  $U_{SP}$  przy której zostanie wykonana zauważalna zmiana wartości napięcia, tj. przy której zmiana napięcia będzie większa od wymaganej minimalnej dokładności.

**Uwaga:** kolejne zmiany wartości zadanej  $U_{SP}$  wprowadzać po ustabilizowaniu się wartości napięcia i wykonaniu pomiaru dokładności jego utrzymywania w zadanym punkcie pracy.

### 9.2. Określenie niewrażliwości układu regulacji

Próbe należy przeprowadzić dwukrotnie przy pracy modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego z załączonym trybem regulacji napięcia z wyjściowymi wartościami zadanymi:

Strefa martwa (nieczułości) =  $\pm 5\%$   $U_{SP}$

- a)  $U_{SP} = 1$  pu

wprowadzić najmniejszą możliwą zmianę wartości zadanej  $U_{SP}$  przy której zostanie wykonana zauważalna zmiana wartości mocy biernej, w celu określenia niewrażliwości układu regulacji.

**Uwaga:** kolejne zmiany wartości zadanej  $U_{SP}$  wprowadzać po ustabilizowaniu się wartości napięcia i wykonaniu pomiaru dokładności jego utrzymywania w zadanym punkcie pracy.

### 9.3. Sprawdzenia możliwości wprowadzania zmian stosowanego zbocza i czasu uruchomienia mocy biernej

Szczegółowy sposób sprawdzenia w zakresie trybu regulacji napięcia powinien zostać określony na poziomie programu szczegółowego i obejmować co najmniej, przy załączonym trybie regulacji napięcia, pracę modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego z kolejno zmienianą wartością zadaną stosowanego zbocza.

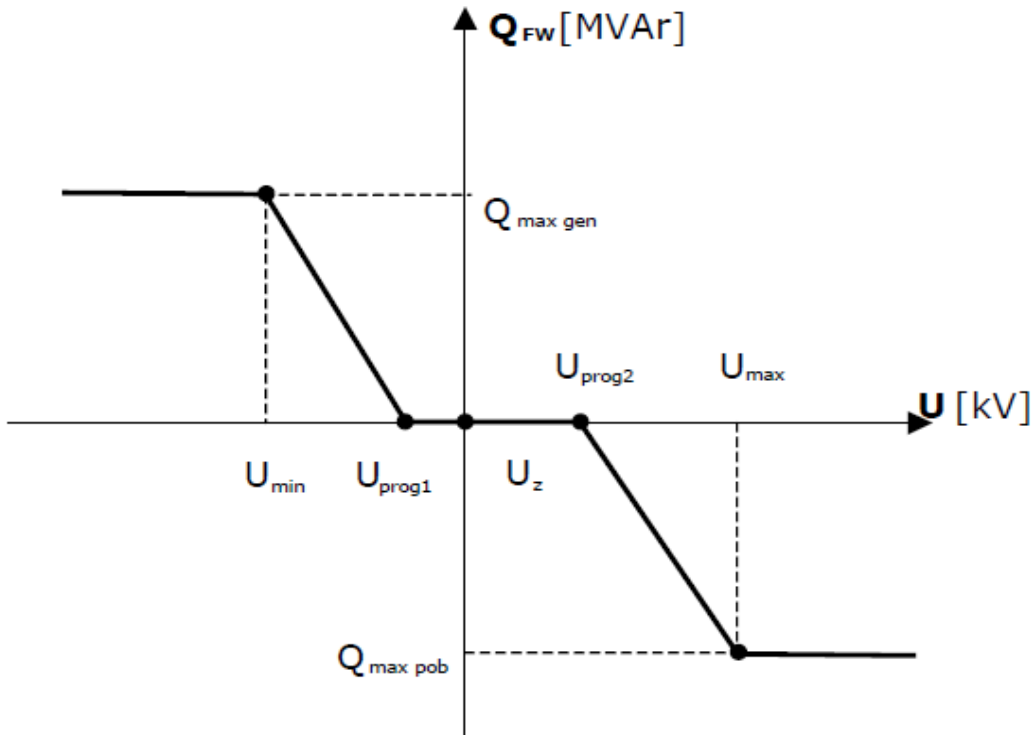
Warunki początkowe:

Strefa martwa (nieczułości) = 0

$U$  = odpowiadający  $Q_{maxp}$ ,

Trzy próby dla trzech wartości stosowanego zbocza (statyzmu):

1. 2%,
2. 2,5%,
3. 7%,



Rysunek 1 - Poglądowa charakterystyka statycznej regulacji

Przebieg próby:

Należy zmieniać wartość zadaną napięcia od odpowiadającego  $Q_{maxg}$  do odpowiadającego  $Q_{maxp}$ .

**Uwaga 1:** Moduł parku energii z podłączeniem prądu stałego pracuje stabilnie podczas całej próby, moc czynna mieści się dla danej wartości mocy bazowej, dla zadanej wartości napięcia  $U$  generacja mocy biernej jest zgodna z oczekiwaną charakterystyką statyczną. W czasie  $t_1 \leq 5s$  osiąga 90% zmiany generowanej mocy biernej, w czasie  $t_2 \leq 6s$  osiąga wartość docelową, przy tolerancji stanu ustalonego mocy biernej nie większej niż 5 MVar lub 5% maksymalnej mocy biernej w zależności, która z tych wielkości jest mniejsza..

**Uwaga 2:** W przypadku zastosowania statycznych środków do regulacji mocy biernej dopuszcza się dłuższy czas regulacji przejściu między skrajnymi wartościami mocy biernej (ale nie dłuższy niż 15 min).

**Uwaga 3:** Jeżeli przejście pomiędzy dwoma punktami pracy modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego wymaga zmiany położenia przekładni podobciążeniowego przełącznika zaczepek transformatora modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego to wskazany czas należy wydłużyć o czas regulacji położenia przełącznika zaczepek.

**Uwaga 4:** Na potrzeby trybu regulacji napięcia modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego musi mieć zdolność do wspierania regulacji napięcia w punkcie przyłączenia poprzez zapewnienie wymiany mocy biernej z siecią przy nastawie napięcia obejmującej 0,95–1,05 pu. Przebieg testu należy udokumentować i przedstawić w sprawozdaniu w postaci wykresów poszczególnych zmierzonych wielkości w czasie, a także na podstawie zarejestrowanych wartości netto mocy biernej wyznaczyć dokładność jej utrzymywania a wyniki przedstawić w postaci tabelarycznej.

## 9.4. Sprawdzenie możliwości wprowadzania zmian strefy nieczułości i czasu uruchomienia mocy biernej

Szczegółowy sposób sprawdzenia w zakresie trybu regulacji napięcia powinien zostać określony na poziomie programu szczegółowego i obejmować co najmniej, przy załączonym trybie regulacji napięcia, pracę modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego z kolejno zmienianą wartością zadaną strefę nieczułości.:

Warunki początkowe:

Stosowane zbocze równe 7%,  
U = odpowiadający  $Q_{maxp}$ ,

Trzy próby dla trzech stref martwych:

- 1) -2,5%,
- 2) +0,5%,
- 3) -5% +5%,

Przebieg próby:

Należy zmieniać wartość zadaną napięcia od odpowiadającego  $Q_{maxp}$  do odpowiadającego  $Q_{maxg}$ .

**Uwaga 1:** Moduł pracuje stabilnie podczas całej próby, moc czynna mieści się dla danej wartości mocy bazowej, dla zadanej wartości napięcia U generacja mocy biernej jest zgodna z oczekiwaną charakterystyką statyczną. W czasie  $t1 \leq 5s$  osiąga 90% zmiany generowanej mocy biernej, w czasie  $t2 \leq 6s$  osiąga wartość docelową, przy tolerancji stanu ustalonego mocy biernej nie większej niż 5 MVar lub 5% maksymalnej mocy biernej w zależności, która z tych wielkości jest mniejsza.

**Uwaga 3:** Jeżeli przejście pomiędzy dwoma punktami pracy modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego wymaga zmiany położenia przekładni podobciążeniowego przełącznika zaczepów transformatora modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego to wskazany czas należy wydłużyć o czas regulacji położenia przełącznika zaczepów.

**Uwaga 4:** Na potrzeby trybu regulacji napięcia system HVDC musi mieć zdolność do wspierania regulacji napięcia w punkcie przyłączenia poprzez zapewnienie wymiany mocy biernej z siecią przy nastawie napięcia obejmującej 0,95–1,05 pu.

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

**Uwaga 5:** 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 ramach zapisów NC HVDC w art. 72 ust. 4 lit. c):
  - a. Test uznaje się za zaliczony, jeżeli spełnione są następujące warunki:
    - i. zakres regulacji oraz zmienności statyzmu i strefy nieczułości jest zgodny z uzgodnionymi lub postanowionymi parametrami charakterystyki, określonymi w art. 22 ust. 3 lit. c) NC HVDC;
    - ii. niewrażliwość regulacji napięcia nie jest wyższa niż 0,01 pu
    - iii. w następstwie skokowej zmiany napięcia 90 % zmiany generowanej mocy biernej zostaje osiągnięte w granicach czasów i tolerancji określonych w art. 22 ust. 3 lit. d) NC HVDC.



2. Szczegółowymi kryteriami określonymi przez Właściwego OS w ramach programu szczegółowego
3. Wynik należy uznać za pozytywny jeśli jednostka wytwórcza pozytywnie przejdzie wszystkie próby realizowane po kolei, bez powtórzeń.