

**Zaktualizowane wymogi ogólnego stosowania
wynikające z Rozporządzenia Komisji (UE) 2016/631
z dnia 14 kwietnia 2016 r. ustanawiającego kodeks
sieci dotyczący wymogów w zakresie przyłączenia
jednostek wytwórczych do sieci (NC RfG)**

PSE S.A.

Konstancin - Jeziorna, dn. 01.02.2024

WSTĘP	4
WYMOGI OGÓLNEGO STOSOWANIA	5
ARTYKUŁ 13 UST. 1 LIT. A) PKT (I) - PARAMETRY CZĘSTOTLIWOŚCIOWE.....	5
ARTYKUŁ 13 UST. 1 LIT. B) - PRĘDKOŚĆ ZMIAN CZĘSTOTLIWOŚCI	5
ARTYKUŁ 13 UST. 2 LIT. A) - PARAMETRY STATYCZNE TRYBU LFSM-O.....	5
ARTYKUŁ 13 UST. 2 LIT. B) - ODSTAWIANIE PGM TYPU A ZAMIAST TRYBU LFSM-O	6
ARTYKUŁ 13 UST. 2 LIT. F) – MINIMUM REGULACYJNE TRYBU LFSM-O.....	6
ARTYKUŁ 13 UST. 4 – DOPUSZCZALNA REDUKCJA MOCY	6
ARTYKUŁ 13 UST. 6 – ZDALNE STEROWANIE PGM	8
ARTYKUŁ 13 UST. 7 – AUTOMATYCZNE PRZYŁĄCZANIE DO SIECI.....	8
ARTYKUŁ 14 UST. 2 LIT. B) – ZDALNE STEROWANIE PGM TYPU B.....	8
ARTYKUŁ 14 UST. 3 LIT. A) PKT (I) – FRT DLA ZWARĆ SYMETRYCZNYCH	8
ARTYKUŁ 14 UST. 3 LIT. B) - FRT DLA ZWARĆ NIESYMETRYCZNYCH	10
ARTYKUŁ 14 UST. 4 LIT. A) – PONOWNE PRZYŁĄCZANIE PGM DO SIECI	12
ARTYKUŁ 14 UST. 5 LIT. D) PKT (I) – WYMIANA DANYCH	13
ARTYKUŁ 14 UST. 5 LIT. D) PKT (II) – WYMIANA DANYCH CZASU RZECZYWISTEGO.....	13
ARTYKUŁ 15 UST. 2 LIT. A) – AUTOMATYCZNA REGULACJA MOCY	13
ARTYKUŁ 15 UST. 2 LIT. B) – MANUALNA REGULACJA MOCY	14
ARTYKUŁ 15 UST. 2 LIT. C) PKT (I) – PARAMETRY STATYCZNE TRYBU LFSM-U.....	14
ARTYKUŁ 15 UST. 2 LIT. D) PKT (I) – PARAMETRY STATYCZNE TRYBU FSM.....	14
ARTYKUŁ 15 UST. 2 LIT. D) PKT (III) - PARAMETRY DYNAMICZNE TRYBU FSM.....	15
ARTYKUŁ 15 UST. 2 LIT. D) PKT (IV) – ZWŁOKA POCZĄTKOWA TRYBU FSM	15
ARTYKUŁ 15 UST. 2 LIT. D) PKT (V) – CZAS DZIAŁANIA TRYBU FSM	15
ARTYKUŁ 15 UST. 2 LIT. G) PKT (I) – TRANSMISJA SYGNAŁÓW DO MONITORINGU TRYBU FSM	15
ARTYKUŁ 15 UST. 2 LIT. G) PKT (II) – SYGNAŁY DO MONITORINGU TRYBU FSM	16
ARTYKUŁ 15 UST. 5 LIT. C) PKT (III) – PRACA NA POTRZEBY WŁASNE	16
ARTYKUŁ 15 UST. 6 LIT. B) PKT (I) – REJESTRATOR ZWARĆ.....	16
ARTYKUŁ 15 UST. 6 LIT. B) PKT (II) – KRYTERIA WYZWALANIA I WIELKOŚCI PRÓBEK.....	17
ARTYKUŁ 15 UST. 6 LIT. B) PKT (III) – ALARM OSCYLACJI	17
ARTYKUŁ 15 UST. 6 LIT. C) PKT (III) – MODELE SYMULACYJNE	17
ARTYKUŁ 15 UST. 6 LIT. E) – PRĘDKOŚĆ ZMIAN MOCY	18
ARTYKUŁ 16 UST. 2 LIT. A) PKT (I) – WARUNKI NAPIĘCIOWE	19
ARTYKUŁ 16 UST. 2 LIT. A) PKT (II) – WARUNKI NAPIĘCIOWE I CZĘSTOTLIWOŚCIOWE	19

ARTYKUŁ 16 UST. 3 LIT. A) PKT (I) – FRT DLA ZWARĆ SYMETRYCZNYCH	19
ARTYKUŁ 16 UST. 3 LIT. C) – FRT DLA ZWARĆ NIESYMETRYCZNYCH	21
ARTYKUŁ 16 UST. 4 LIT. D) – WARUNKI SYNCHRONIZACJI	23
ARTYKUŁ 17 UST. 2 LIT. A) – MOC BIERNA	24
ARTYKUŁ 17 UST. 3 – ODBUDOWA MOCY CZYNNEJ PO ZWARCIU	24
ARTYKUŁ 18 UST. 2 LIT. B) PKT (I),(II),(III) – MOC BIERNA	24
ARTYKUŁ 18 UST. 2 LIT. B) PKT (IV) – PRĘDKOŚĆ ZMIAN MOCY BIERNEJ.....	26
ARTYKUŁ 19 UST. 2 LIT. B) PKT (V) – PSS.....	26
ARTYKUŁ 20 UST. 2 LIT. A) – MOC BIERNA	26
ARTYKUŁ 20 UST. 2 LIT. B) - SZYBKI PRĄD ZWARCIOWY (ZWARCIA SYMETRYCZNE).....	28
ARTYKUŁ 20 UST. 2 LIT. C) - SZYBKI PRĄD ZWARCIOWY (ZWARCIA NIESYMETRYCZNE).....	29
ARTYKUŁ 20 UST. 3 LIT. A) – ODBUDOWA MOCY CZYNNEJ PO ZWARCIU	30
ARTYKUŁ 21 UST. 3 LIT. B) PKT (I) – MOC BIERNA PRZY MOCY MAKSYMALNEJ	30
ARTYKUŁ 21 UST. 3 LIT. C) PKT (I) – MOC BIERNA PONIŻEJ MOCY MAKSYMALNEJ	32
ARTYKUŁ 21 UST. 3 LIT. C) PKT (IV) – PRĘDKOŚĆ REGULACJI MOCY BIERNEJ.....	33
ARTYKUŁ 21 UST. 3 LIT. D) PKT (IV) – DYNAMIKA AKTYWACJI MOCY BIERNEJ W FUNKCJI NAPIĘCIA	34
ARTYKUŁ 21 UST. 3 LIT. D) PKT (VI) – DYNAMIKA REGULACJI WSPÓŁCZYNNIKA MOCY.....	34
ARTYKUŁ 21 UST. 3 LIT. D) PKT (VII) – TRYBY PRACY UKŁADÓW REGULACJI MOCY BIERNEJ	34
ARTYKUŁ 21 UST. 3 LIT. E) – PRIORYTET WKŁADU MOCY CZYNNEJ LUB BIERNEJ	34
ARTYKUŁ 25 UST. 1 – WARUNKI NAPIĘCIOWE.....	34

Wstęp

Niniejsze wymogi ogólnego stosowania wynikające z Rozporządzenia Komisji (UE) 2016/631 z dnia 14 kwietnia 2016 r. ustanawiającego kodeks sieci dotyczący wymogów w zakresie przyłączenia jednostek wytwórczych do sieci (dalej: Wymogi), to dokument zawierający rozstrzygnięcia merytoryczne dotyczące wymogów technicznych, wynikających z NC RfG¹, podlegających zatwierdzeniu przez właściwy organ regulacyjny, do których opracowania PSE S.A. zostały zobowiązane na podstawie NC RfG oraz art. 9 ga ust. 1 Ustawy - Prawo energetyczne². Wymogi ogólnego stosowania, zgodnie z NC RfG zobowiązany jest opracować właściwy dla miejsca przyłączenia operator systemu tj. OSP lub OSD, jak i wyznaczony operator systemu przesyłowego. Rzeczpospolita Polska wykorzystata możliwość przeniesienia obowiązku ustanowienia wymogów ogólnego stosowania z właściwych operatorów systemu na PSE S.A. jako operatora systemu przesyłowego, o której mowa w art. 7 ust. 9 NC RfG,. Opracowane przez PSE S.A. Wymogi podlegały procesowi konsultacji z OSD i opiniowania z uczestnikami rynku.

Dokument podzielony został zgodnie z systematyką zawartą w NC RfG i odnosi się kolejno do PGM typu A, B C i D, zgodnie z zakwalifikowaniem, dokonany przez OSP na podstawie art. 5 ust. 3 NC RfG.

Zgodnie z art. 14 ust. 1 , art. 15 ust. 1 i art. 16 ust. 1 NC RfG moduły wyższego typu muszą spełniać także, co do zasady, wymogi dla modułów niższego typu (A<B<C<D).

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

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

FRT	Zdolność do pozostania w pracy podczas zwarcia (Fault Ride Through)
KSE	Krajowy System Elektroenergetyczny
PGM	Moduł Wytwarzania Energii (ang. PGM - Power Generating Module; oznacza synchroniczny moduł wytwarzania energii albo moduł parku energii)
PPM	Moduł Parku Energii (ang. PPM - Power Park Module)
PPW	Praca modułu wytwarzania energii na potrzeby własne
RMS	Zjawiska przejściowe elektromechaniczne mierzone zmianami wartości skutecznej (ang. RMS - Root Mean Square) określonych wielkości fizycznych
EMT	Zjawiska przejściowe elektromechaniczne mierzone zmianami wartości chwilowej określonych wielkości fizycznych (ang. EMT - Electromagnetic Transients)

¹ 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 (NC RfG).

² Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. - Prawo energetyczne (Dz. U. z 2022 r. poz. 1385, z późn. zm.)

Wymogi ogólnego stosowania

Artykuł 13 ust. 1 lit. a) pkt (i) - parametry częstotliwościowe

Minimalne czasy pracy modułu wytwarzania energii przy częstotliwościach, odbiegających od wartości znamionowej:

Tabela 1: Minimalne czasy pracy modułu wytwarzania energii przy częstotliwościach, odbiegających od wartości znamionowej

Zakres częstotliwości	Czas pracy
47,5 Hz–48,5 Hz	30 minut
48,5 Hz–49,0 Hz	30 minut

Artykuł 13 ust. 1 lit. b) - prędkość zmian częstotliwości

Wymagana jest zdolność PGM do pozostania w pracy przy prędkościach zmian częstotliwości nie większych niż:

- dla PPM

$$\left| \frac{df_{max}}{dt} \right| = 2,5 \left[\frac{Hz}{s} \right].$$

- dla synchronicznych MWE

$$\left| \frac{df_{max}}{dt} \right| = 2,0 \left[\frac{Hz}{s} \right].$$

gdzie wartość ta mierzona byłaby jako wartość średnia w przesuwym oknie pomiarowym o długości 500 ms.

Wymóg określony powyżej jest wymaganiem minimalnym. W przypadku, gdy wykorzystywana technologia umożliwia połączenie z siecią oraz pracę przy większych wartościach prędkości zmian częstotliwości, nie jest dopuszczalne ograniczanie pracy modułu PGM do wielkości zdefiniowanej powyżej, o ile nie wynika to z uzgodnionej nastawy zabezpieczenia od utraty sieci (ang Lost of Mains – LOM).

Artykuł 13 ust. 2 lit. a) - parametry statyczne trybu LFSM-O

- Zdolność do ustawienia progu częstotliwości trybu LFSM-O w zakresie: 50,2 Hz–50,5 Hz, wartość domyślna 50,2 Hz.
- Zdolność do ustawienia statyzmu trybu LFSM–O w zakresie: 2–12%, wartość domyślna 5%.
- Dla modułów parków energii wartość P_{ref} oznacza rzeczywistą moc wyjściową czynną.

Należy zapewnić możliwość wyboru ustawienia na polecenie OSP:

- progu częstotliwości aktywacji trybu LFSM-O
- statyzmu w wymaganym zakresie.

- możliwość blokowania trybu LFSM-O oraz zdolność do realizacji pracy interwencyjnej z wartościami zadanymi wskazanymi przez właściwego OS, niezależnie od nadrzędności wartości zadanej mocy trybu LFSM-O.

Artykuł 13 ust. 2 lit. b) - odstawianie PGM typu A zamiast trybu LFSM-O

Nie dopuszcza się wyłączenia PGM typu A zamiast zapewniania zdolności do trybu LFSM-O.

Powyższe rozstrzygnięcie nie wyklucza przystosowania PGM typu A do trybu LFSM-O poprzez stopniowe wyłączenie poszczególnych źródeł wytwórczych wchodzących w skład PGM, w szczególności PPM.

Artykuł 13 ust. 2 lit. f) – minimum regulacyjne trybu LFSM-O

Wymaga się, aby po osiągnięciu minimalnego poziomu regulacji w trybie LFSM-O, moduł wytwarzania energii miał zdolność do stabilnej pracy na tym poziomie, o ile wymóg pracy poniżej minimalnego poziomu regulacji nie został określony przez właściwego OS w ramach przystosowania PGM do pracy wyspowej.

P_{ref} oznacza rzeczywistą moc wyjściową czynną w momencie osiągnięcia progu aktywacji trybu LFSM-O. Redukcja mocy czynnej PPM wynikająca z pracy w trybie LFSM-O jest realizowana od wartości rzeczywistej wyjściowej mocy czynnej w momencie osiągnięcia progu aktywacji trybu LFSM-O do wartości mocy wynikającej z charakterystyki statycznej trybu LFSM-O, o ile nie nastąpiło zmniejszenie mocy nośnika energii pierwotnej poniżej poziomu umożliwiającego uzyskanie wymaganego poziomu mocy.

Artykuł 13 ust. 4 – dopuszczalna redukcja mocy

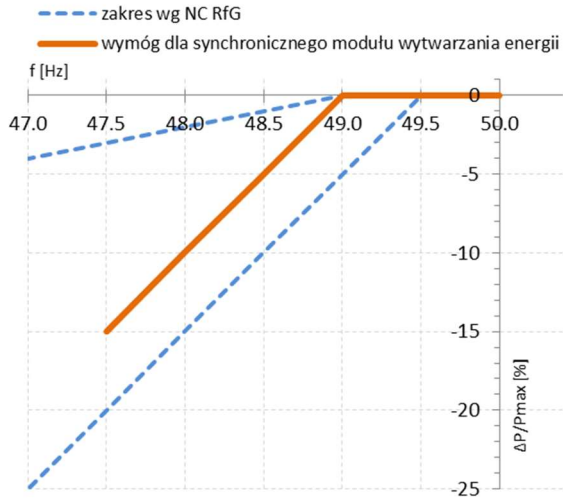
Dopuszczalna redukcja mocy czynnej w stosunku do maksymalnej generowanej mocy (zdefiniowanej przy częstotliwości 50 Hz), przy zmniejszającej się częstotliwości wynosi:

- a. dla synchronicznych modułów wytwarzania energii z wyłączeniem synchronicznych modułów wytwarzania energii, o których mowa w punkcie b): 10% mocy maksymalnej na 1 Hz, przy spadku częstotliwości poniżej częstotliwości 49 Hz (rys. a);
- b. dla synchronicznych modułów wytwarzania energii typu blok gazowy lub gazowo-parowy: 4% mocy maksymalnej na 1 Hz, przy spadku częstotliwości poniżej częstotliwości 49,5 Hz (rys. b);
- c. dla modułów parku energii: 2% mocy maksymalnej na 1 Hz przy spadku częstotliwości poniżej częstotliwości 49 Hz (rys. c).

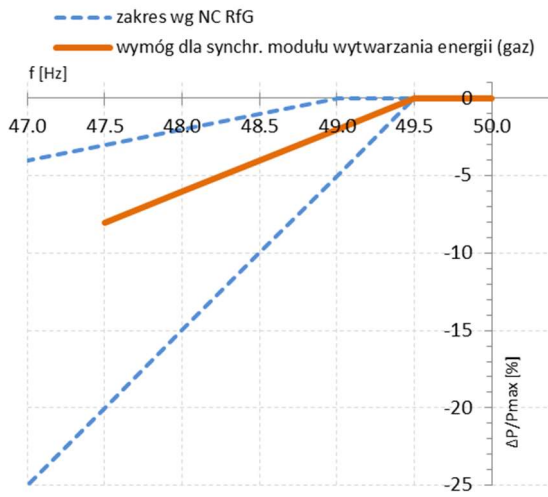
W przypadku, gdy dany PGM może pracować z mniejszą redukcją mocy powinien taką pracę zapewnić (dotyczy w szczególności PPM).

Rysunek 1: Maksymalny spadek zdolności do generacji mocy przy spadku częstotliwości

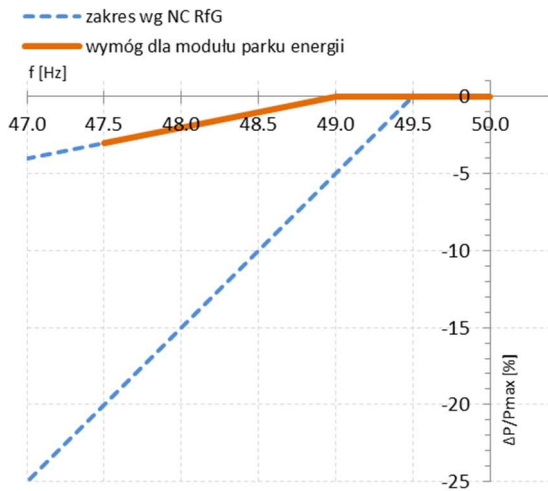
a)



b)



c)



Zgodnie z art. 13 ust. 5 wymóg dopuszczalnej redukcji mocy czynnej jest określony dla nominalnych warunków otoczenia, które obejmują w szczególności następujące parametry:

- ciśnienie,
- temperaturę,
- wilgotność względną.

W przypadku, gdy parametry otoczenia mają znaczący wpływ na zdolność do generacji mocy maksymalnej, właściciel zakładu wytwarzania energii dostarczy właściwemu OS odpowiednie charakterystyki, identyfikujące te ograniczenia.

Artykuł 13 ust. 6 – zdalne sterowanie PGM

Wymaga się od PGM przystosowania do zdalnego sterowania obiektem przez właściwego OS w zakresie zaprzestania (ograniczenia lub wyłączenia) generacji mocy czynnej. PGM mają być wyposażone w port wejściowy RS 485 obsługujący protokół komunikacji SUNSPEC, o ile właściwy OS nie określił innego standardu.

Artykuł 13 ust. 7 – automatyczne przyłączanie do sieci

Warunki automatycznego przyłączania PGM do sieci (muszą być spełnione łącznie):

- częstotliwość napięcia w sieci mieści się w przedziale od 49,00 Hz do 50,050 Hz, oraz
- zwłoka czasowa (rozumiana jako czas pomiędzy chwilą, w której wartość częstotliwości powraca do przedziału zdefiniowanego powyżej, a momentem załączenia modułu wytwarzania energii do sieci) - co najmniej 60 sek., oraz
- maksymalny dopuszczalny gradient wzrostu generowanej mocy czynnej wynosi 10% mocy maksymalnej na minutę.

Artykuł 14 ust. 2 lit. b) – zdalne sterowanie PGM typu B

Wymaga się zdolności PGM do zdalnego sterowania obiektem w zakresie redukcji mocy czynnej na polecenie właściwego OS. Wymóg redukcji pozostaje aktywny również w przypadku, gdy źródło energii pierwotnej jest niewystarczające do osiągnięcia zadanej wartości ograniczenia.

W celu umożliwienia zdalnego sterowania generowaną mocą czynną należy wyposażyć PGM w port wejściowy RS 485 obsługujący protokół komunikacji SUNSPEC, o ile właściwy OS nie określił innego standardu.

Artykuł 14 ust. 3 lit. a) pkt (i) – FRT dla zwarć symetrycznych

Wymaganie odnośnie pozostawania w pracy podczas zwarcia ma być spełnione w całym wymaganym obszarze pracy PGM określonym niniejszymi wymogami, to jest gdy w warunkach

przedzakłóceńowych pracował w dowolnym punkcie z wymaganego zakresu mocy czynnej i biernej oraz napięcia.

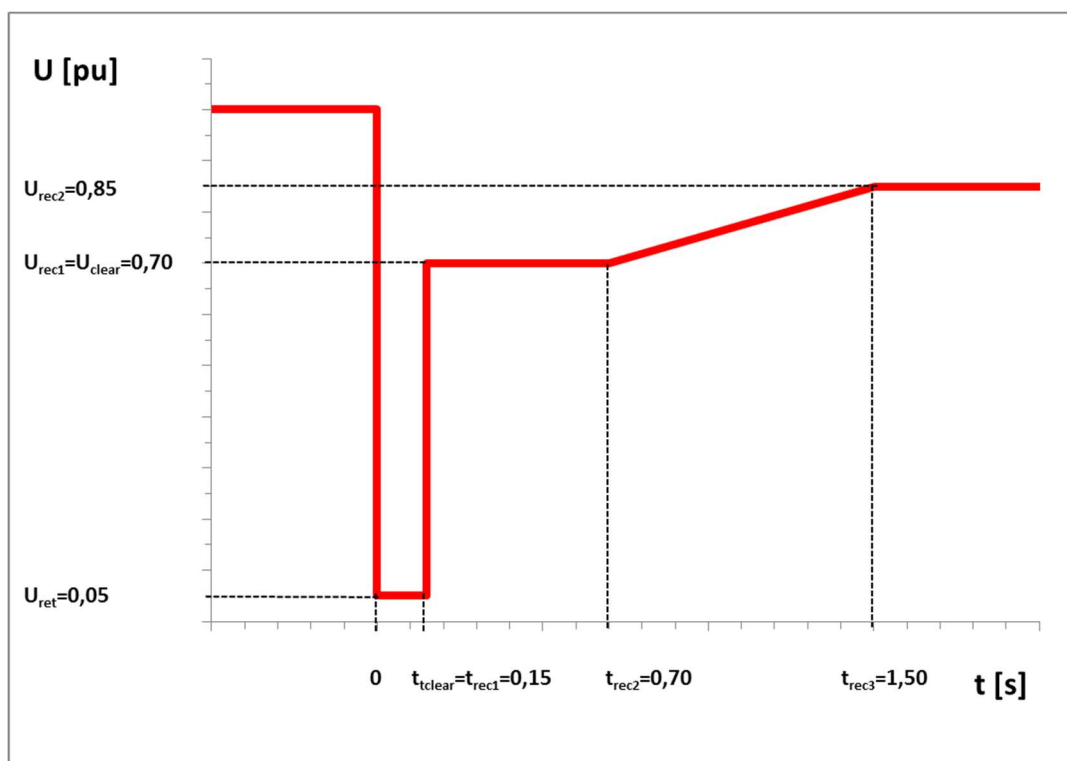
PGM może odłączyć się od sieci podczas zwarcia w przypadku, gdy napięcie międzyfazowe w punkcie przyłączenia obniży się poniżej wymaganego profilu pozostawania w pracy podczas zwarcia, a wartości napięcia w punkcie przyłączenia bezpośrednio przed zwarcie przekroczy wartość dopuszczalną określoną we właściwych regulacjach prawnych.

- **Synchroniczne moduły wytwarzania energii** muszą spełniać wymogi dotyczące zdolności do pozostania w pracy podczas zwarcia opisane w poniższej tabeli oraz na poniższym rysunku.

Tabela 2: Parametry w zakresie zdolności synchronicznych modułów wytwarzania energii do pozostania podczas zwarcia

Parametry napięcia [pu]		Parametry czasu [s]	
U _{ret} :	0,05	t _{clear} :	0,15
U _{clear} :	0,70	t _{rec1} :	0,15
U _{rec1} :	0,70	t _{rec2} :	0,70
U _{rec2} :	0,85	t _{rec3} :	1,50

Rysunek 2: Wymagany profil pozostawania podczas zwarcia dla synchronicznego modułu wytwarzania energii

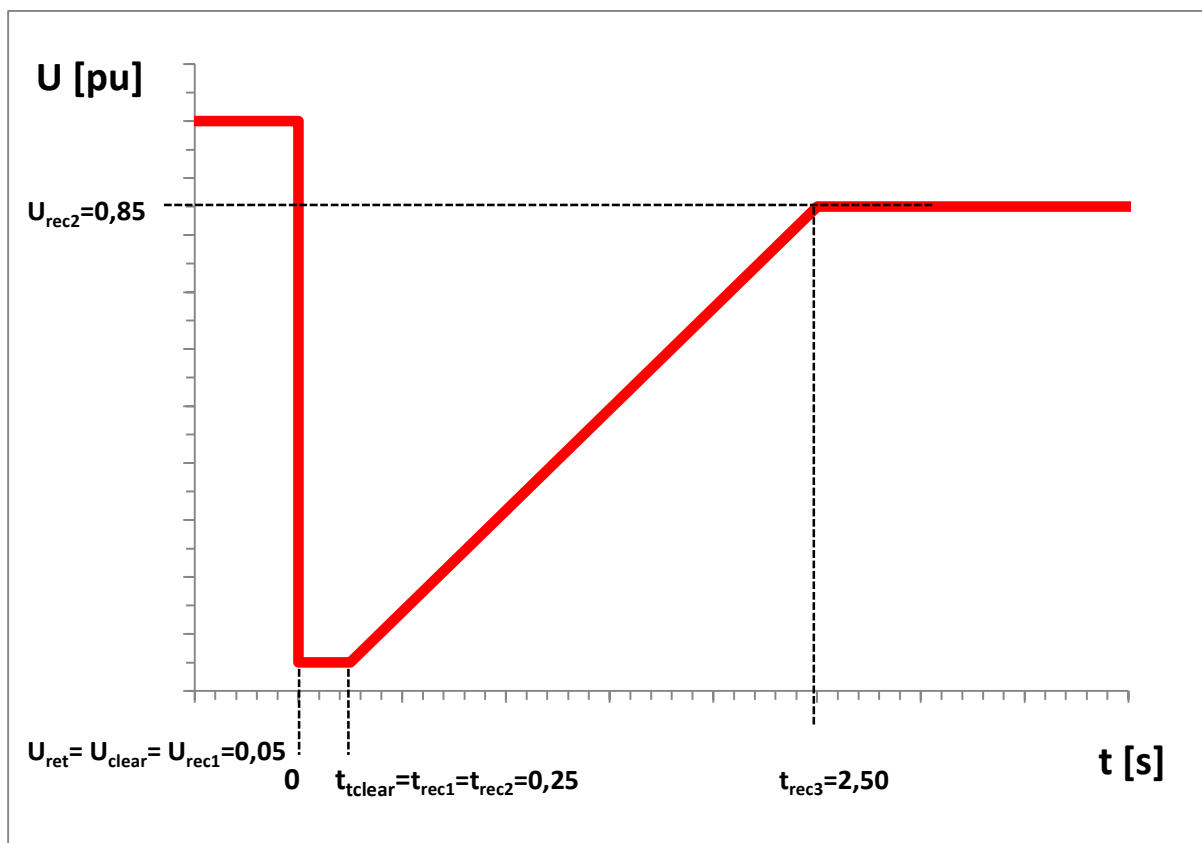


- **Moduły parku energii** muszą spełniać wymogi dotyczące zdolności do pozostania w pracy podczas zwarcia opisane w poniższej tabeli oraz na poniższym rysunku:

Tabela 3: Parametry w zakresie zdolności modułów parku energii do pozostania w pracy podczas zwarcia

Parametry napięcia [pu]		Parametry czasu [s]	
U _{ret} :	0,05	t _{clear} :	0,25
U _{clear} :	0,05	t _{rec1} :	0,25
U _{rec1} :	0,05	t _{rec2} :	0,25
U _{rec2} :	0,85	t _{rec3} :	2,50

Rysunek 3: Wymagany profil pozostawania w pracy podczas zwarcia dla modułu parku energii:



Artykuł 14 ust. 3 lit. b) - FRT dla zwarcń niesymetrycznych

Wymaganie odnośnie pozostawania w pracy podczas zwarcia ma być spełnione w całym wymaganym obszarze pracy PGM określonym niniejszymi wymogami, to jest gdy w warunkach przedzakłóceńowych pracował w dowolnym punkcie z wymaganego zakresu mocy czynnej i biernej oraz napięcia.

Wymagane zdolności PGM do utrzymywania się w pracy podczas zwarcń w przypadku wystąpienia zwarcń niesymetrycznych dotyczą przebiegu napięcia międzyfazowego o najmniejszej amplitudzie.

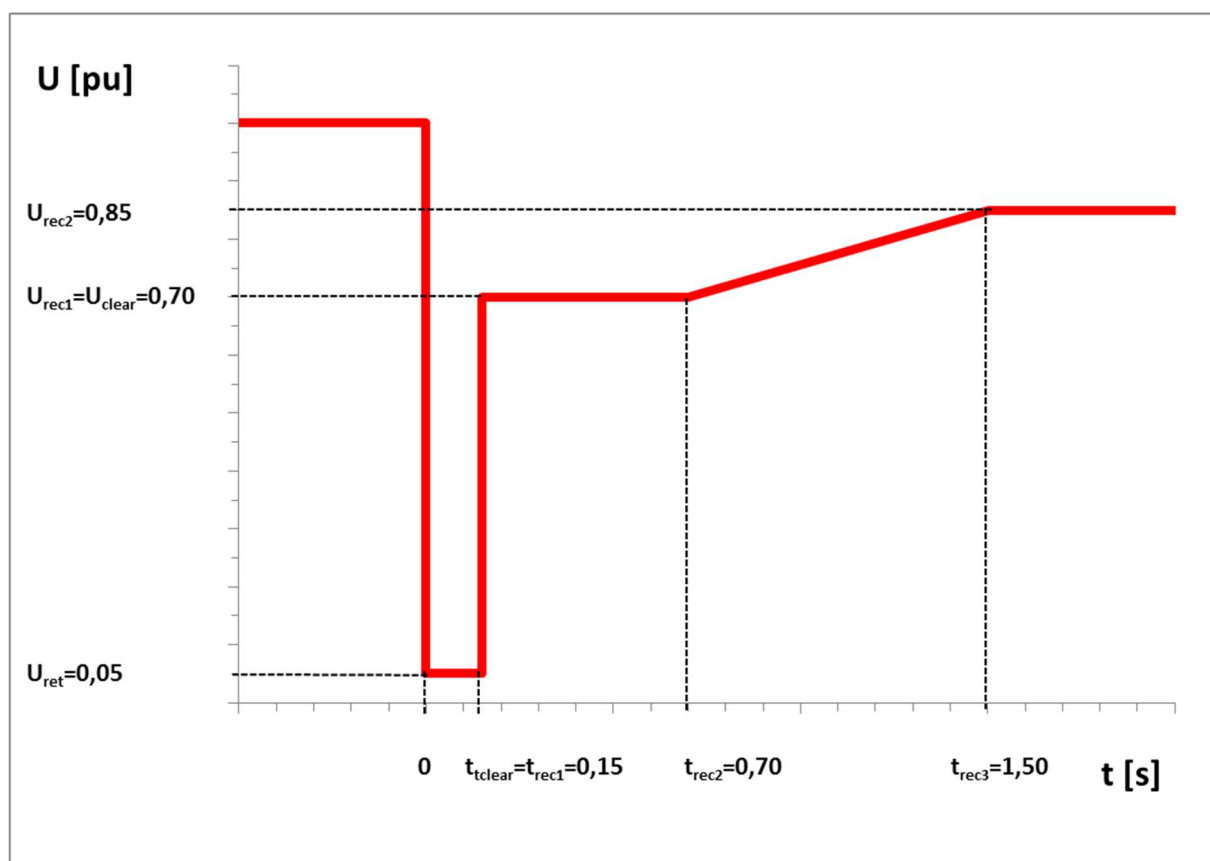
PGM może odłączyć się od sieci podczas zwarcia niesymetrycznego w przypadku, gdy co najmniej jedno z napięć międzyfazowych w punkcie przyłączenia obniży się poniżej wymaganego profilu pozostawania w pracy podczas zwarcia, a wartości napięcia w punkcie przyłączenia bezpośrednio przed zwarciem przekroczy wartość dopuszczalną określoną we właściwych regulacjach prawnych.

- **Synchroniczne moduły wytwarzania energii** muszą spełniać wymogi dotyczące zdolności do pozostania w pracy podczas zwarcia opisane w poniższej tabeli oraz na poniższym rysunku.

Tabela 4: Parametry w zakresie zdolności synchronicznych modułów wytwarzania energii do pozostania

Parametry napięcia [pu]		Parametry czasu [s]	
U _{ret} :	0,05	t _{clear} :	0,15
U _{clear} :	0,70	t _{rec1} :	0,15
U _{rec1} :	0,70	t _{rec2} :	0,70
U _{rec2} :	0,85	t _{rec3} :	1,50

Rysunek 4: Wymagany profil pozostawania podczas zwarcia dla synchronicznego modułu wytwarzania energii

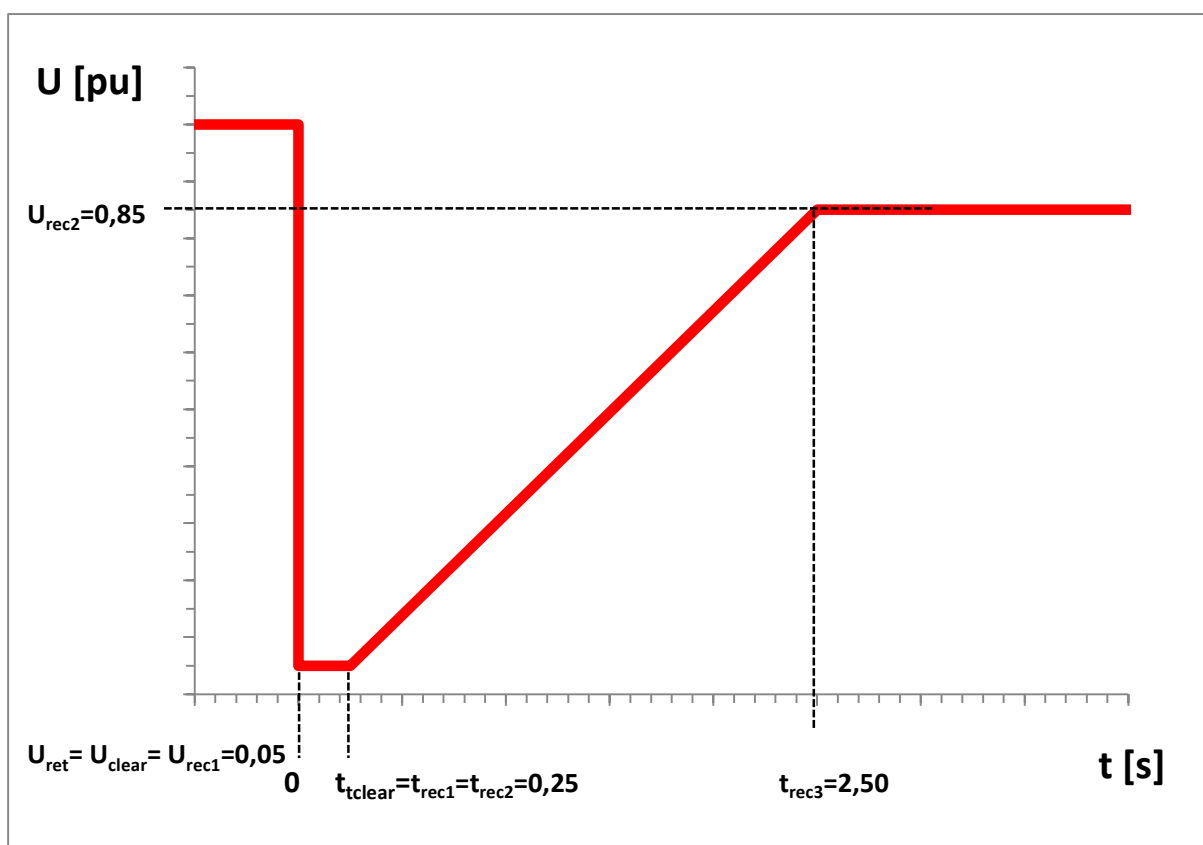


- **Moduły parku energii** muszą spełniać wymogi dotyczące zdolności do pozostania w pracy podczas zwarcia opisane w poniższej tabeli oraz na poniższym rysunku:

Tabela 5: Parametry w zakresie zdolności modułów parku energii do pozostania w pracy podczas zwarcia

Parametry napięcia [pu]		Parametry czasu [s]	
U _{ret} :	0,05	t _{clear} :	0,25
U _{clear} :	0,05	t _{rec1} :	0,25
U _{rec1} :	0,05	t _{rec2} :	0,25
U _{rec2} :	0,85	t _{rec3} :	2,50

Rysunek 5: Wymagany profil pozostawania w pracy podczas zwarcia dla modułu parku energii



Artykuł 14 ust. 4 lit. a) – ponowne przyłączenie PGM do sieci

Warunki do ponownego przyłączenia PGM do sieci po jego przypadkowym odłączeniu spowodowanym zakłóceniem w sieci (muszą być spełnione łącznie):

- częstotliwość napięcia w sieci mieści się w przedziale od 49,00 Hz do 50,050 Hz, oraz
- wartość napięcia w punkcie przyłączenia mieści się w przedziale napięć dopuszczalnych określonych we właściwych regulacjach prawnych, oraz

- zwłoka czasowa (rozumiana jako czas pomiędzy chwilą, w której wartość ww. parametrów powraca do przedziału zdefiniowanego powyżej, a momentem załączenia modułu wytwarzania energii do sieci) - co najmniej 60 sek
- spełnione są warunki synchronizacji z siecią w zakresie:
 - (i) Różnicy napięć – nie większej niż 5%
 - (ii) Różnicy kąta fazowego – nie większej niż 10°
 - (iii) Różnicy częstotliwości – nie większej niż 0,067 Hz w przypadku synchronicznych modułów wytwarzania energii oraz 0,2 Hz w przypadku modułów parku energii

Jeżeli właściwy operator nie postanowi inaczej, wówczas w odniesieniu do PGM przyłączonych do sieci o napięciu 110 kV i wyższym ma zastosowanie wymóg jak następuje: jeżeli odłączenie PGM od sieci nastąpiło w wyniku otwarcia wyłącznika w torze wyprowadzenia mocy, jego ponowne załączenie dla PGM typu C i D może odbyć się wyłącznie za zgodą lub na polecenie właściwego OS. Dopuszcza się wykorzystanie przez właściwego OS czasu opóźnienia w celu blokowania automatycznego ponownego przyłączania w zależności od lokalizacji stacji elektroenergetycznej i konfiguracji sieci, do której jest przyłączony moduł wytwarzania energii.

Artykuł 14 ust. 5 lit. d) pkt (i) – wymiana danych

Wymagane jest, aby moduły wytwarzania energii zapewniły zdolność zakładu wytwarzania energii do wymiany informacji w czasie rzeczywistym zgodnie z dokumentem „Zakres wymienianych danych dla potrzeb planowania pracy i prowadzenia ruchu KSE” opracowanym na podstawie art. 40 ust. 5 Rozporządzenia Komisji (UE) 2017/1485 z dnia 2 sierpnia 2017 r. ustanawiającego wytyczne dotyczące pracy systemu przesyłowego energii elektrycznej. Dokument jest publikowany na stronie PSE w zakładce „Dokumenty”

Artykuł 14 ust. 5 lit. d) pkt (ii) – wymiana danych czasu rzeczywistego

Zakres wymiany danych czasu rzeczywistego powinien być zgodny z dokumentem „Zakres wymienianych danych dla potrzeb planowania pracy i prowadzenia ruchu KSE” opracowanym na podstawie art. 40 ust. 5 Rozporządzenia Komisji (UE) 2017/1485 z dnia 2 sierpnia 2017 r. ustanawiającego wytyczne dotyczące pracy systemu przesyłowego energii elektrycznej. Dokument jest publikowany na stronie PSE w zakładce „Dokumenty”

Artykuł 15 ust. 2 lit. a) – automatyczna regulacja mocy

Okres, w ciągu którego musi zostać osiągnięta zmodyfikowana wartość nastawy mocy czynnej nie może być dłuższy niż 5 min.

Dokładność regulacji powinna być:

- dla synchronicznych modułów wytwarzania energii: nie mniejsza niż 1% wartości mocy maksymalnej
- dla modułów parku energii: nie mniejsza niż 1% mocy maksymalnej, w odniesieniu do jej średniej wartości 1-minutowej.

Artykuł 15 ust. 2 lit. b) – manualna regulacja mocy

W przypadku awarii systemu zdalnego sterowania, wartość nastawy mocy czynnej PGM ma być osiągnięta w czasie nie dłuższym niż 15 min od momentu wydania polecenia przez właściwego OS, niezależnie od tego, czy układ regulacji mocy czynnej PGM działa w sposób automatyczny.

W przypadku niesprawności układu automatycznej regulacji mocy czynnej na poziomie PGM, dokładność regulacji powinna być nie mniejsza niż 5% wartości mocy maksymalnej dla synchronicznych modułów wytwarzania energii oraz nie mniejsza niż 5% w odniesieniu do jej średniej wartości minutowej mocy maksymalnej dla modułów parku energii.

Artykuł 15 ust. 2 lit. c) pkt (i) – parametry statyczne trybu LFSM-U

- Zdolność do ustawienia progu częstotliwości trybu LFSM-U w zakresie: 49,5Hz – 49,8Hz, wartość domyślna 49,8 Hz
- Zdolność do ustawienia statyzmu trybu LFSM-U w zakresie: 2–12%, wartość domyślna 5%
- Dla modułów parków energii PPM wartość P_{ref} oznacza moc czynną maksymalną.

Należy zapewnić możliwość wyboru ustawienia w wymaganym zakresie, na polecenie OSP:

- progu częstotliwości aktywacji trybu LFSM-U,
- statyzmu.
- możliwość blokowania przez właściwego OS funkcji trybu LFSM-U w przypadku wystąpienia ograniczeń sieciowych obserwowanych w czasie rzeczywistym (a nie zidentyfikowanych w oparciu o prognozy). Stosowanie blokady trybu LFSM-U ograniczone być powinno do obszaru systemu, w którym wystąpiły ograniczenia sieciowe. Właściwy OS powinien przekazać do OSP informację o aktywnych blokadach trybu LFSM-U. Warunki sieciowe umożliwiające blokowanie trybu LFSM-U powinny zostać uzgodnione pomiędzy właściwym OS i OSP.

Artykuł 15 ust. 2 lit. d) pkt (i) – parametry statyczne trybu FSM

Wymagane parametry dotyczące odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej w trybie FSM:

Tabela 6: Wymagane parametry dotyczące odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej w trybie FSM

Parametry		Zakresy lub wartości
Zakres mocy czynnej związany z mocą maksymalną $\frac{ \Delta P_i }{P_{max}}$		nie mniej niż 5%
Niewrażliwość odpowiedzi częstotliwościowej	$ \Delta f_i $	10 mHz
	$\frac{ \Delta f_i }{f_n}$	0,02%
Strefa nieczułości odpowiedzi częstotliwościowej		0–500 mHz
Statyzm s_1		2–12%

Artykuł 15 ust. 2 lit. d) pkt (iii) - parametry dynamiczne trybu FSM

Parametry pełnej aktywacji mocy czynnej w odpowiedzi na zmianę częstotliwości wynikające ze zmiany skokowej częstotliwości:

Tabela 7: Parametry pełnej aktywacji mocy czynnej w odpowiedzi na zmianę częstotliwości wynikające ze zmiany skokowej częstotliwości

Parametry	Zakresy lub wartości
Zakres mocy czynnej związany z mocą maksymalną (zakres odpowiedzi częstotliwościowej) $\frac{ \Delta P_i }{P_{ref}}$	nie mniej niż 5%
W przypadku modułów wytwarzania energii z inercją maksymalna dopuszczalna zwłoka początkowa t_1 , o ile nie uzasadniono inaczej zgodnie z art. 15 ust. 2 lit. d) pkt (iv)	2 s
W przypadku modułów wytwarzania energii bez inercji maksymalna dopuszczalna zwłoka początkowa t_1 , o ile nie uzasadniono inaczej zgodnie z art. 15 ust. 2 lit. d) pkt (iv)	0,5 s
Maksymalny dopuszczalny wybór czasu pełnego uruchomienia t_2	30 s

Artykuł 15 ust. 2 lit. d) pkt (iv) – zwłoka początkowa trybu FSM

Dla modułów wytwarzania energii bez inercji, maksymalna dopuszczalna zwłoka początkowa t_1 powinna wynosić 0,5 s. zgodnie z Tabelą 5 z NC RfG.

Artykuł 15 ust. 2 lit. d) pkt (v) – czas działania trybu FSM

Moduł wytwarzania energii musi mieć zdolność do zapewnienia pełnej odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej przez co najmniej 30 minut, pod warunkiem dostępności źródła energii pierwotnej.

Sygnał korekcji mocy od częstotliwości musi pozostać aktywny dopóki występują warunki częstotliwościowe dla działania automatyki FSM. Nie dopuszcza się wycofania sygnału korekcji mocy od częstotliwości w przypadku chwilowej utraty źródła energii pierwotnej.

Artykuł 15 ust. 2 lit. g) pkt (i) – transmisja sygnałów do monitoringu trybu FSM

Sygnały do monitorowania działania odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej FSM mają być przesyłane do OSP, jedynie w przypadku uczestniczenia danego modułu PGM w procesie regulacji częstotliwości trybu FSM.

Artykuł 15 ust. 2 lit. g) pkt (ii) – sygnały do monitoringu trybu FSM

W przypadku uczestniczenia danego modułu PGM w procesie regulacji częstotliwości FSM dodatkowe sygnały, które mają być przekazywane przez moduł wytwarzania energii za pomocą urządzeń monitorowania i urządzeń rejestrujących, w celu weryfikacji działania rezerwy odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej obejmują co najmniej:

- lokalną częstotliwość lub prędkość obrotową;
- tryb pracy PGM (tj. tryb LFSM-U/LFSM-O, PPW oraz praca wyspowa – jeżeli PGM jest do niej przystosowany),

przy czym na etapie przyłączania obiektu do sieci lub rozpoczęcia wykorzystania przez OSP zdolności PGM do regulacji częstotliwości w systemie, właściwy OS w porozumieniu z OSP określa dodatkowe sygnały niezbędne dla monitorowania, przy uwzględnieniu technologii wytwarzania oraz standardów systemu LFC w tym zakresie.

Artykuł 15 ust. 5 lit. c) pkt (iii) – praca na potrzeby własne

Minimalny wymagany czas pracy na potrzeby własne modułów wytwarzania energii niezdolnych do szybkiej resynchronizacji będzie ustalany indywidualnie uwzględniając technologię wykonania, przy czym czas ten nie może być krótszy niż 2 godziny.

Praca na potrzeby własne nie może być przerwana po przekroczeniu określonego powyżej minimalnego 2 godzinnego limitu czasowego, o ile dalsza jego praca nie zagraża bezpieczeństwu pracy ludzi i urządzeń.

Dłuższy czas pracy na potrzeby własne będzie wymagany, w ramach odrębnych ustaleń, od modułów PGM przewidzianych do wykorzystania w procesie obrony i odbudowy KSE, w szczególności przystosowanych do pracy wyspowej.

Artykuł 15 ust. 6 lit. b) pkt (i) – rejestrator zwarć

O ile właściwy OS nie postanowi inaczej zakłady wytwarzania energii muszą być wyposażone w instalację zapewniającą rejestrację kształtu fali napięcia i prądu podczas usterek/zwarć i monitorowanie zachowania dynamicznego systemu z dokładnością (dla wartości nominalnych w stanie ustalonym):

- napięcie – dokładność 0,5%,
- prąd – dokładność 0,5%,
- moc czynna – dokładność 1,0%,
- moc bierna – dokładność 1,0%,
- częstotliwość – dokładność 0,02%.

Rejestrować należy wartości chwilowe prądu i napięcia z częstością zapisu i z synchronizacją czasu wymaganą przez właściwego OS.

Artykuł 15 ust. 6 lit. b) pkt (ii) – kryteria wyzwalania i wielkości próbek

O ile nie zostanie określone inaczej, należy przyjąć do ustaleń z właścicielem zakładu wytwarzania następujące wartości progów wyzwalających rejestrację:

- dla napięcia (wartość skuteczna jednoczesowa aktualizowana co 10 ms w pomiarowym oknie przesuwym):
 - a) dla sieci o napięciu 400 kV i wyższym: $U_{RMS} < 0,9$ pu lub $U_{RMS} > 1,05$ pu,
 - b) dla sieci o napięciu 220 kV i 110 kV: $U_{RMS} < 0,9$ pu lub $U_{RMS} > 1,118$ pu,
 - c) dla sieci o napięciu poniżej 110 kV: $U_{RMS} < 0,9$ pu lub $U_{RMS} > 1,1$ pu
- dla częstotliwości:
 $f < 49,8$ Hz lub $f > 50,2$ Hz.

Artykuł 15 ust. 6 lit. b) pkt (iii) – alarm oscylacji

W ramach wykrywania słabo tłumionych oscylacji mocy wymaga się monitorowania oscylacji o częstotliwości od 0,1 Hz do 5 Hz, i równocześnie zastosowanie następujących progów wyzwalających rejestrację oscylacji (zakłada się jednoczesne przekroczenie progów 2 wartości):

- amplitudy oscylacji - $A_{wzgl} > 2\%$
gdzie $A_{wzgl} = A/P$, A – amplituda oscylacji [MW], P – moc czynna generatora [MW]
- współczynnika tłumienia - $\xi < 5\%$
gdzie: $\xi = (A_1 - A_2)/A_1$, A1, A2 – kolejne amplitudy oscylacji

Powyższe podejście nie wyklucza stosowania rejestracji ciągłej, poddanej obróbce, w trakcie której zostaną zidentyfikowane przekroczenia ustalonych progów.

Artykuł 15 ust. 6 lit. d) pkt (iv)

Wymagane jest zastosowanie protokołu COMTRADE, jako protokół komunikacyjny dla zarejestrowanych danych.

Artykuł 15 ust. 6 lit. c) pkt (iii) – modele symulacyjne

Modele symulacyjne, które odpowiednio odzwierciedlają zachowanie modułu wytwarzania energii powinny być przekazywane:

- a) modele generyczne, zgodne z obowiązującym standardem CGMES (2.4.15 lub nowszym) lub w formacie GE PSLF pozwalające na odwzorowanie zachowania modułu wytwarzania energii:
 - w obliczeniach rozptywu mocy w stanach ustalonych
 - w obliczeniach zwarciovych
 - w symulacjach dynamicznych RMS
- b) dane techniczne i parametry modeli, zgodnie z formatem określonym przez OSP,
- c) modele szczegółowe dla PGM o mocy maksymalnej 75 MW i powyżej, przyłączone do sieci 110 kV i powyżej:

- w formacie PowerFactory (2023 lub nowszym) pozwalające na odwzorowanie zachowania modułu wytwarzania energii:
 - w obliczeniach rozptywu mocy w stanach ustalonych
 - w obliczeniach zwarciowych wg IEC 60909
 - w symulacjach dynamicznych RMS w zakresie modeli szczegółowych (z uwzględnieniem reprezentacji dla składowej przeciwnej i zgodnej)
 - w obliczeniach harmonicznych
- w formacie PSCAD (V5 lub nowszym) pozwalające w odwzorowanie zachowania modułu wytwarzania energii w symulacjach EMT, w przypadku PGM przyłączonych do sieci OSP, o ile OSP nie określi inaczej.

OSP ma prawo wymagać modeli szczegółowych dla innych MWE niż określonych w pkt. c). Dopuszcza się, w uzgodnieniu z Właściwym OS, dostarczenie modeli symulacyjnych w standardzie innym niż określono w pkt. a) i c).

Artykuł 15 ust. 6 lit. e) – prędkość zmian mocy

Jeżeli właściwy OS i właściciel modułu wytwarzania energii w porozumieniu z OSP nie uzgodnią inaczej, to minimalne i maksymalne wartości graniczne prędkości zmiany generowanej mocy czynnej (wartości graniczne zmian) zarówno w zakresie dodatniej, jak i ujemnej zmiany generowanej mocy czynnej modułu wytwarzania energii, z uwzględnieniem specyfiki technologii napędu podstawowego, mieszczą się w zakresach podanych w poniższej tabeli.

Tabela 8: Graniczne prędkości zmiany generowanej mocy czynnej w kierunku ujemnym i dodatnim

Rodzaj modułu wytwarzania energii	Graniczne prędkości zmiany generowanej mocy czynnej w kierunku ujemnym i dodatnim [% mocy maksymalnej / minutę]
jednostki cieplne (węgiel kamienny)	4 ÷ 6*
jednostki cieplne (węgiel brunatny)	3 ÷ 4*
jednostki cieplne gazowe (obieg zamknięty)	5 ÷ 8*
jednostki cieplne gazowe (obieg otwarty)	12 ÷ 20*
jednostki cieplne napędzane silnikiem spalinowym	80 ÷ 100*
jednostki wodne	40 ÷ 50*
jednostki wiatrowe	90 ÷ 100*
jednostki fotowoltaiczne	90 ÷ 100*

*wskazane w tabeli wynoszą najniższą maksymalną wartość prędkości zmiany generowanej mocy czynnej

Podane w tabeli wartości granicznych prędkości zmian mocy czynnej oznaczają wartości średnie prędkości zmiany obciążenia bazowego w zakresie od minimum technicznego do mocy maksymalnej

PGM. W uzasadnionych technicznie przypadkach, dla jednostek cieplnych w zakresie od 0,9 mocy maksymalnej do 1,0 mocy maksymalnej dopuszcza się mniejsze graniczne prędkości zmian mocy czynnej, które muszą być uzgodnione z właściwym OS w porozumieniu z OSP.

Artykuł 16 ust. 2 lit. a) pkt (i) – warunki napięciowe

Minimalny czas, w trakcie którego moduł wytwarzania energii musi mieć zdolność do pracy przy napięciach odbiegających od napięcia referencyjnego 1 pu w punkcie przyłączenia bez odłączenia od sieci wynoszą:

- dla napięcia bazowego od 110 kV do 300 kV:

Tabela 9: Minimalny czas, w trakcie którego moduł wytwarzania energii musi mieć zdolność do pracy przy napięciach odbiegających od napięcia referencyjnego

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

- dla napięcia bazowego od 300 kV do 400 kV:

Tabela 10: Minimalny czas, w trakcie którego moduł wytwarzania energii musi mieć zdolność do pracy przy napięciach odbiegających od napięcia referencyjnego

Zakres napięcia	Czas pracy
1,05pu – 1,10 pu	60 minut

Artykuł 16 ust. 2 lit. a) pkt (ii) – warunki napięciowe i częstotliwościowe

W przypadku wystąpienia jednoczesnego przepięcia i spadku częstotliwości lub jednoczesnego przepięcia i wzrostu częstotliwości wymagany czas pracy będzie czasem krótszym, wynikającym rozdzielnie z wymagań częstotliwościowych i napięciowych.

Artykuł 16 ust. 3 lit. a) pkt (i) – FRT dla zwarć symetrycznych

Wymaganie odnośnie pozostawania w pracy podczas zwarcia ma być spełnione w całym wymaganym obszarze pracy PGM określonym niniejszymi wymogami, to jest gdy w warunkach przedzakłóceniovych pracował w dowolnym punkcie z wymaganego zakresu mocy czynnej i biernej oraz napięcia.

PGM może odłączyć się od sieci podczas zwarcia w przypadku, gdy napięcie międzyfazowe w punkcie przyłączenia obniży się poniżej wymaganego profilu pozostawania w pracy podczas zwarcia, a wartość napięcia w punkcie przyłączenia bezpośrednio przed zwarcie przekroczy:

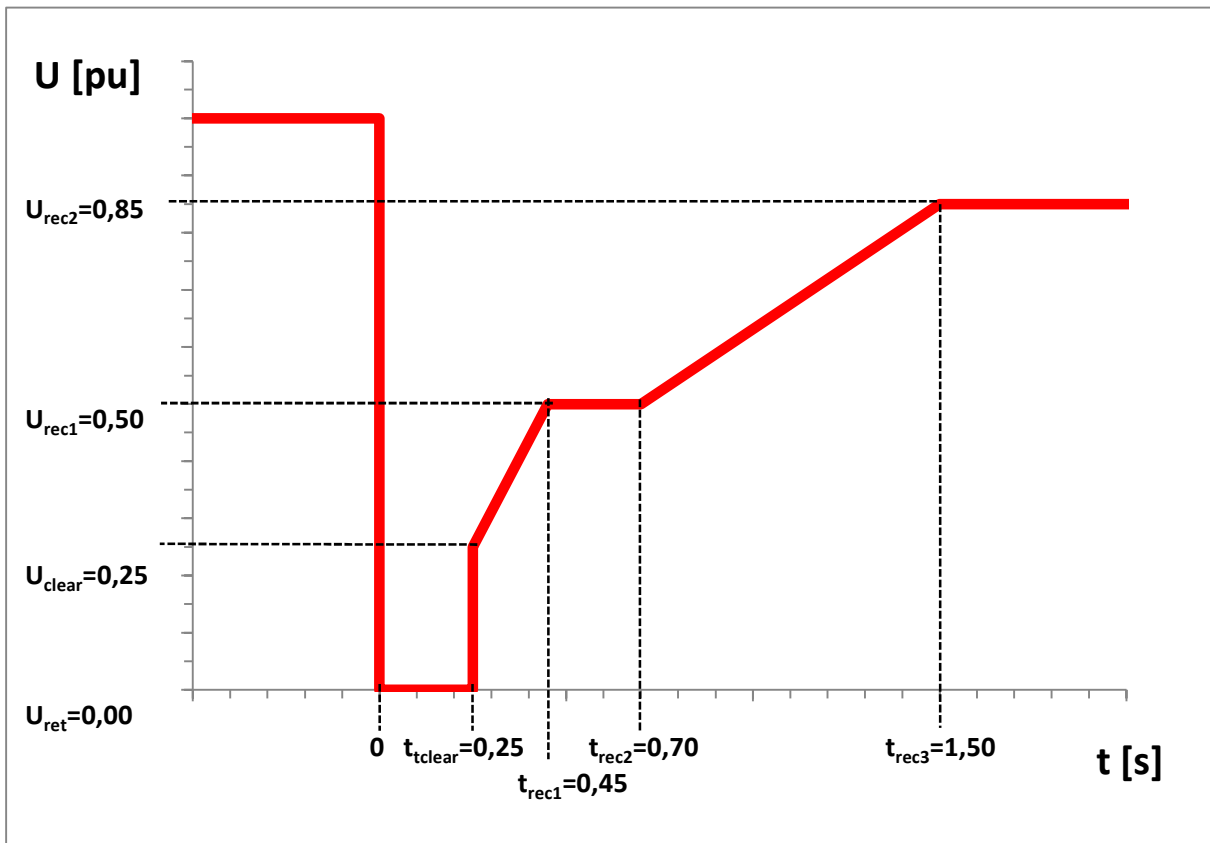
- wartość określoną w art. 16 ust. 2 lit. a) (dla sieci 110 kV i powyżej);
- wartość dopuszczalną określoną we właściwych regulacjach prawnych (dla sieci poniżej 110 kV);

- **Synchroniczne PGM** typu D muszą spełniać wymogi dotyczące zdolności do pozostania w pracy podczas zwarcia opisane w poniższej tabeli oraz na poniższym rysunku.

Tabela 11: Parametry w zakresie zdolności synchronicznych modułów wytwarzania energii do pozostania w pracy podczas zwarcia

Parametry napięcia [pu]		Parametry czasu [s]	
U _{ret} :	0,00	t _{clear} :	0,25
U _{clear} :	0,25	t _{rec1} :	0,45
U _{rec1} :	0,50	t _{rec2} :	0,70
U _{rec2} :	0,85	t _{rec3} :	1,50

Rysunek 6: Wymagany profil pozostawania w pracy podczas zwarcia dla synchronicznego modułu wytwarzania energii

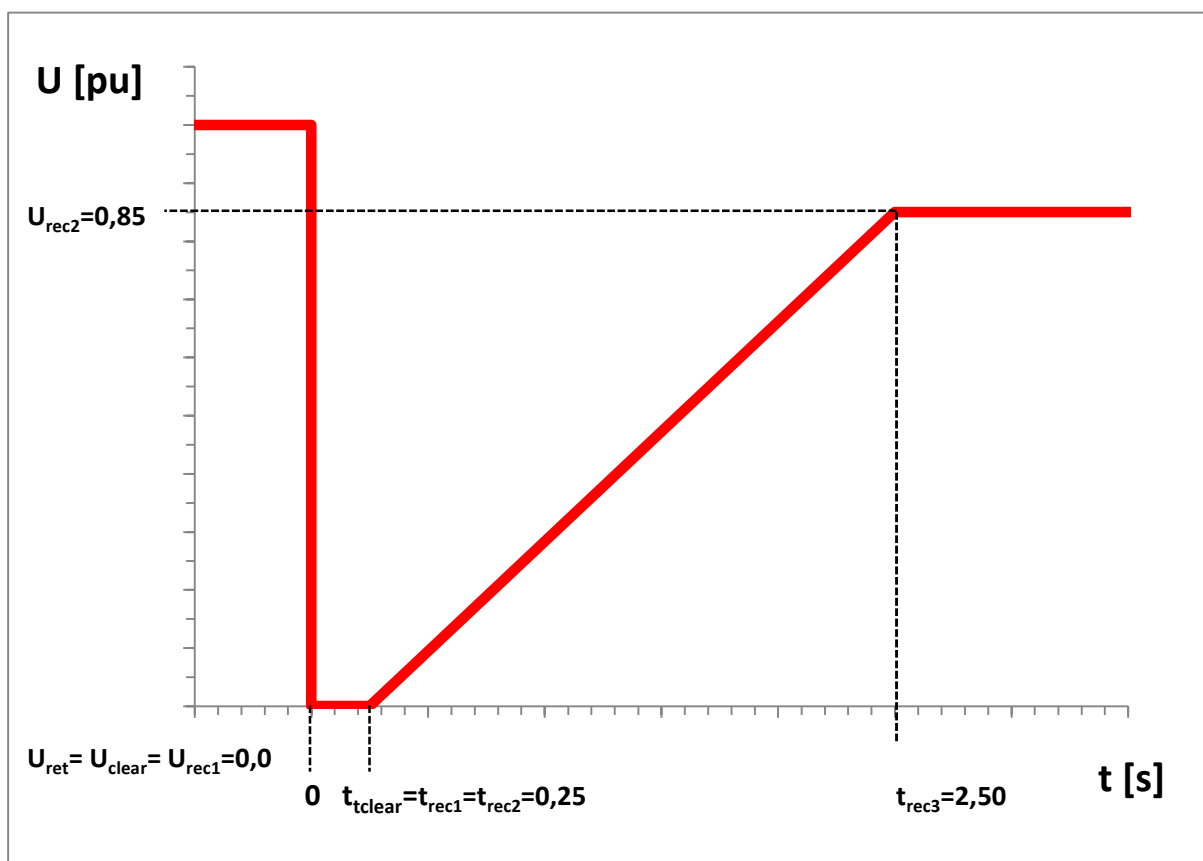


- **PPM typu D** muszą spełniać wymogi dotyczące zdolności do pozostania w pracy podczas zwarcia opisane w poniższej tabeli oraz na poniższym rysunku:

Tabela 12: Parametry w zakresie zdolności modułów parku energii do pozostania w pracy podczas zwarcia

Parametry napięcia [pu]		Parametry czasu [s]	
U _{ret} :	0,00	t _{clear} :	0,25
U _{clear} :	0,00	t _{rec1} :	0,25
U _{rec1} :	0,00	t _{rec2} :	0,25
U _{rec2} :	0,85	t _{rec3} :	2,5

Rysunek 7: Wymagany profil pozostawania w pracy podczas zwarcia dla modułów parku energii



Artykuł 16 ust. 3 lit. c) – FRT dla zwarcń niesymetrycznych

Wymaganie odnośnie pozostawania podczas zwarcia ma być spełnione w całym wymaganym obszarze pracy PGM określonym niniejszymi wymogami, to jest gdy w warunkach przedzakłóceńowych pracował w dowolnym punkcie z wymaganego zakresu mocy czynnej i biernej oraz napięcia

Wymogi dla pozostawania w pracy podczas zwarcń niesymetrycznych odnoszą się do przebiegu napięcia międzyfazowego o najmniejszej amplitudzie.

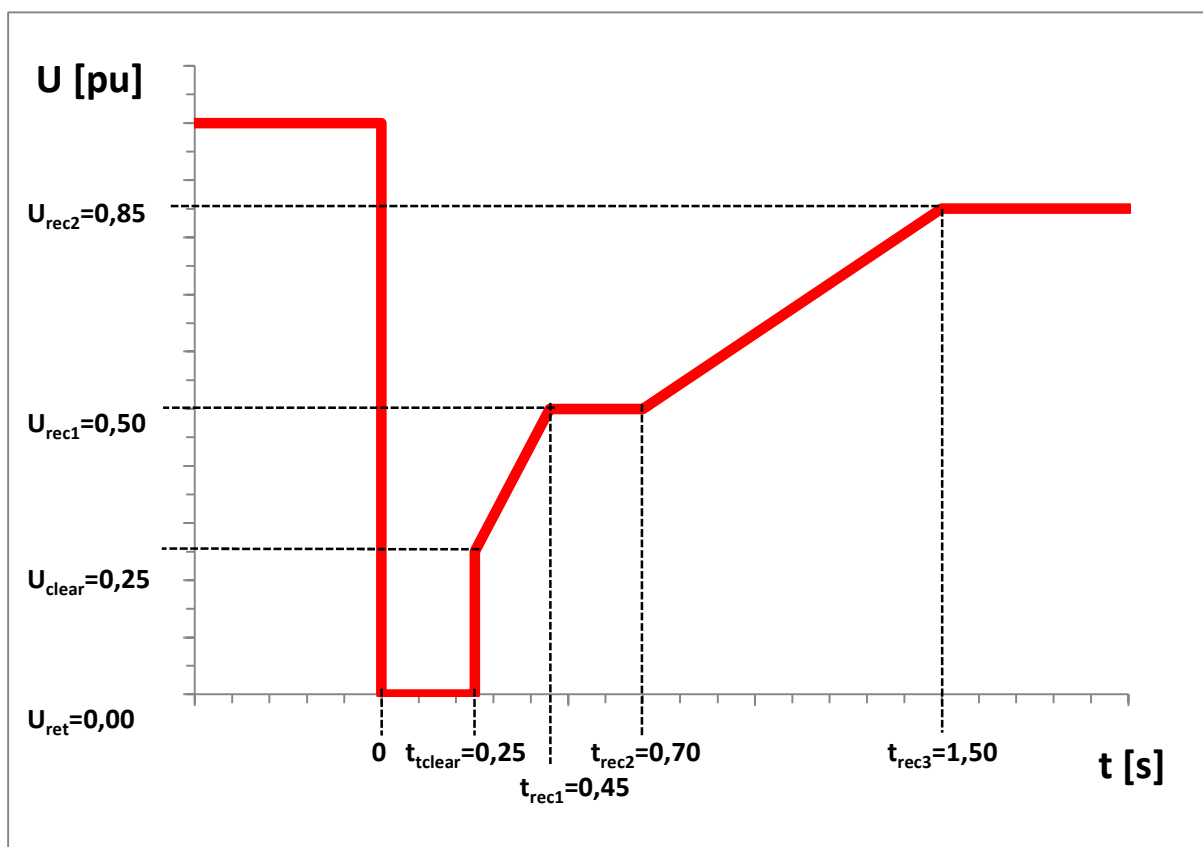
PGM może odłączyć się od sieci podczas zwarcia niesymetrycznego w przypadku, gdy co najmniej jedno z napięć międzyfazowych w punkcie przyłączenia obniży się poniżej wymaganego profilu pozostawania w pracy podczas zwarcia:

- **Synchroniczne PGM** typu D muszą spełniać wymogi dotyczące zdolności do pozostania w pracy podczas zwarcia opisane w poniższej tabeli oraz na poniższym rysunku.

Tabela 13: Parametry w zakresie zdolności synchronicznych modułów wytwarzania energii do pozostania w pracy podczas zwarcia

Parametry napięcia [pu]		Parametry czasu [s]	
U _{ret} :	0,00	t _{clear} :	0,25
U _{clear} :	0,25	t _{rec1} :	0,45
U _{rec1} :	0,50	t _{rec2} :	0,70
U _{rec2} :	0,85	t _{rec3} :	1,50

Rysunek 8: Wymagany profil pozostawania w pracy podczas zwarcia dla synchronicznego modułu wytwarzania energii

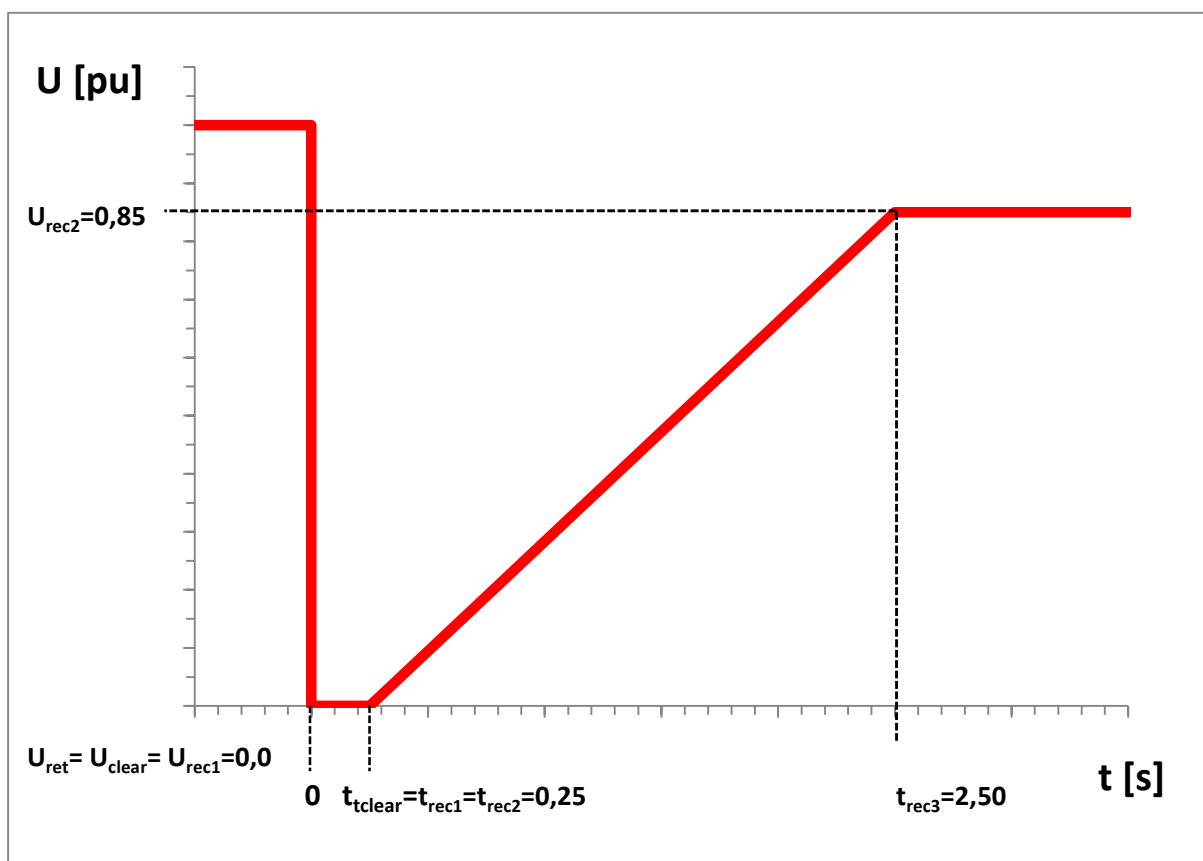


- **PPM typu D** muszą spełniać wymogi dotyczące zdolności do pozostania w pracy podczas zwarcia opisane w poniższej tabeli oraz na poniższym rysunku:

Tabela 14: Parametry w zakresie zdolności modułów parku energii do pozostania w pracy podczas zwarcia

Parametry napięcia [pu]		Parametry czasu [s]	
U _{ret} :	0,00	t _{clear} :	0,25
U _{clear} :	0,00	t _{rec1} :	0,25
U _{rec1} :	0,00	t _{rec2} :	0,25
U _{rec2} :	0,85	t _{rec3} :	2,5

Rysunek 9: Wymagany profil pozostawania w pracy podczas zwarcia dla modułów parku energii



Artykuł 16 ust. 4 lit. d) – warunki synchronizacji

O ile właściwy OS z właścicielem zakładu wytwarzania nie uzgodnili inaczej, określa się następujące wymogi dotyczące synchronizacji z siecią:

- (i) napięcie, przy czym uzgodniona różnica napięć powinna być w zakresie od 0% do +5% napięcia sieci;

- (ii) częstotliwość, przy czym uzgodniona różnica częstotliwości nie powinna być większa niż 0,067 Hz;
- (iii) zakres kąta fazowego, przy czym uzgodniona różnica kąta fazowego powinna być w zakresie od 0° do +10°, przy czym znak „+” oznacza wyprzedzenie fazy generatora względem sieci;
- (iv) kolejność faz (sprawdzenie kolejności faz przed synchronizacją);
- (v) odchylenia napięcia i częstotliwości – synchronizacja powinna być możliwa w zakresie częstotliwości sieci wynikających z zapisów Art. 13 ust. 1 lit. a) oraz w zakresie napięć:
 - zdefiniowanych w art. 16.2.a.(i) (dla PGM przyłączonych do sieci 110 kV i wyżej),
 - określonych przez właściwego OS (dla PGM przyłączonych do sieci o napięciu niższym niż 110 kV).

Artykuł 17 ust. 2 lit. a) – moc bierna

Synchroniczny moduł wytwarzania energii, przy generowanej maksymalnej mocy czynnej musi mieć zdolność do zapewnienia (na zaciskach urządzenia) mocy biernej ze współczynnikiem mocy w zakresie $\cos\varphi=0,85$ w kierunku produkcji mocy biernej i $\cos\varphi=0,95$ w kierunku poboru mocy biernej, w zakresie napięć 0,95-1,05 pu na zaciskach urządzenia.

Przy generowanej maksymalnej mocy czynnej oraz napięciach spoza zakresu 0,95-1,05 pu na zaciskach urządzenia, synchroniczny moduł wytwarzania energii musi mieć zdolność do generacji mocy biernej (Mvar) wynikającej z jego technicznych możliwości wynikających z charakterystyki P-Q (tj. wykresu kołowego).

Przy generowanej mocy czynnej poniżej mocy maksymalnej ($P < P_{max}$), synchroniczny moduł wytwarzania energii musi mieć zdolność do generacji mocy biernej (Mvar) w zakresie wynikającym z wykresu kołowego zdolności P-Q synchronicznego modułu wytwarzania energii.

Przedstawione wymagania mogą zostać rozszerzone, gdy właściwy OS uzna, iż wymagają tego warunki napięciowe w punkcie przyłączenia.

Artykuł 17 ust. 3 – odbudowa mocy czynnej po zwarciu

Pozakłóceniowe odtworzenie mocy czynnej przez synchroniczny moduł PGM powinno nastąpić bez zbędnej zwłoki, zgodnie z naturalnymi właściwościami maszyny synchronicznej.

W przypadku stosowania automatyki szybkiego zaworowania (z ang. *fast valving*), pozakłóceniowe odtworzenie mocy czynnej może odbywać się z inną charakterystyką niż wynikająca z naturalnych właściwości synchronicznego modułu PGM, uzgodnioną z właściwym OS w porozumieniu z OSP.

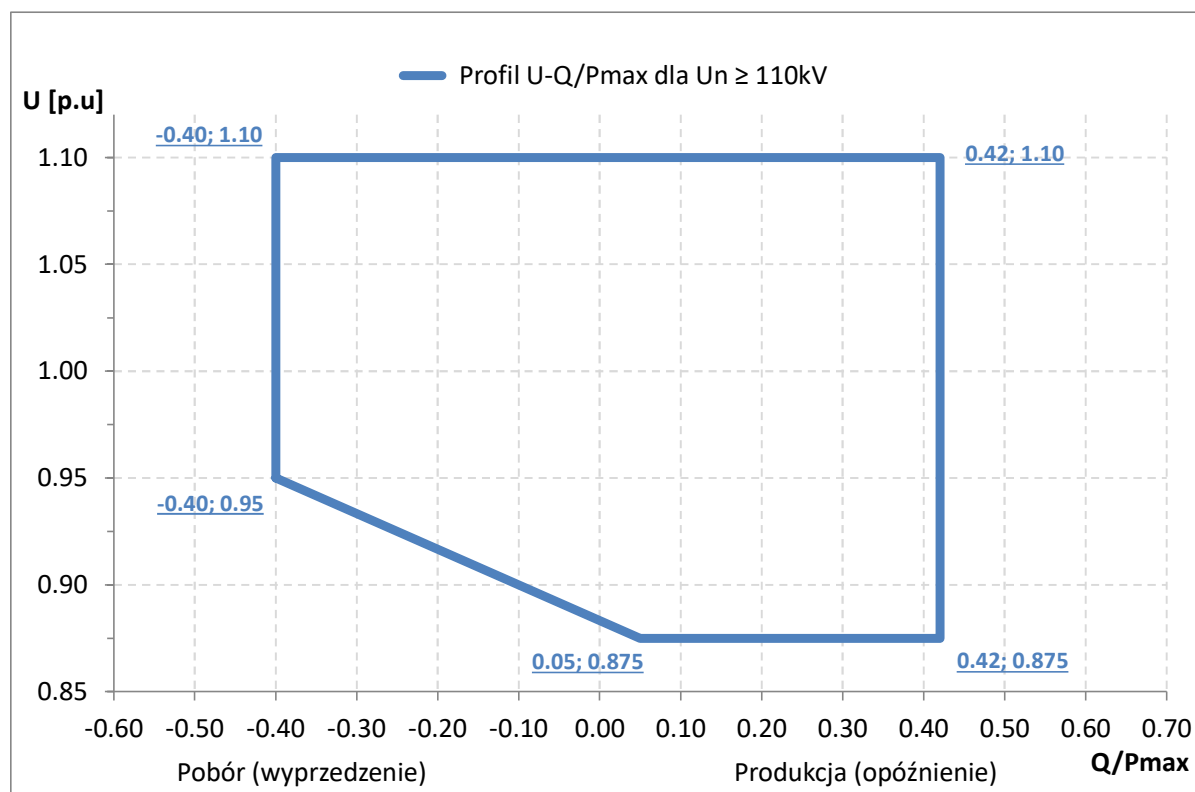
Artykuł 18 ust. 2 lit. b) pkt (i),(ii),(iii) – moc bierna

Zdolność synchronicznego modułu wytwarzania energii typu D przyłączonego do sieci 110 kV i powyżej, do generacji mocy biernej, przy mocy maksymalnej zdefiniowano w poniższej tabeli oraz na poniższym rysunku. Przedstawione wymagania stanowią wymagania minimalne, należy udostępnić całą dostępną moc bierną, zgodnie z możliwościami technicznymi synchronicznego modułu wytwarzania energii.

Tabela 15: Parametry obwiedni wewnętrznej

Napięcie znamionowe sieci	Maksymalny zakres Q/Pmax	Maksymalny zakres poziomu napięcia w stanie ustalonym w jednostkach względnych
400 kV	0,82	0,225
220 kV i 110 kV	0,82	0,225

Rysunek 10: Profil U-Q/Pmax synchronicznego modułu wytwarzania energii



Na wykresach przedstawiono granice profilu U-Q/Pmax, wyrażane jako stosunek jego rzeczywistej wartości i napięcia referencyjnego 1 pu, w porównaniu ze stosunkiem mocy biernej (Q) do mocy maksymalnej (Pmax). Właściwy OS ma prawo do modyfikacji przedstawionego zakresu profilu U-Q/Pmax (w ramach maksymalnych wartości oraz stałej obwiedni zewnętrznej przewidzianych w Rozporządzeniu) w przypadku, gdy potrzebę taką wykaże ekspertyza przyłączeniowa.

Synchroniczny moduł wytwarzania energii typu C lub D przyłączony do sieci o napięciu poniżej 110 kV, przy generowanej maksymalnej mocy czynnej musi mieć zdolność do zapewnienia (na zaciskach urządzenia) mocy biernej ze współczynnikiem mocy w zakresie $\cos\varphi=0,85$ w kierunku produkcji mocy biernej i $\cos\varphi=0,95$ w kierunku poboru mocy biernej w zakresie napięć 0,95-1,05 pu na zaciskach urządzenia.

Przy generowanej maksymalnej mocy czynnej oraz napięciach spoza zakresu 0,95-1,05 pu na zaciskach urządzenia, synchroniczny moduł wytwarzania energii musi mieć zdolność do generacji mocy biernej (Mvar) wynikającej z jego technicznych możliwości wynikających z charakterystyki P-Q (tj. wykresu kołowego).

Właściwy OS ma prawo rozszerzyć wymagania dotyczące zakresu generacji/poboru mocy biernej w punkcie przyłączenia, ze względu na warunki napięciowe w punkcie przyłączenia.

Artykuł 18 ust. 2 lit. b) pkt (iv) – prędkość zmian mocy biernej

Synchroniczny moduł wytwarzania energii musi mieć zdolność do przechodzenia do dowolnego punktu pracy zadanego przez właściwego OS w granicach profilu U-Q/Pmax w czasie do 150 sekund.

Czas regulacji jest ustalany indywidualnie w przypadku, gdy zmiana punktu pracy wymusza zmianę stanu pracy statycznych środków do kompensacji mocy biernej lub zmianę przekładni transformatora sieciowego synchronicznego modułu wytwarzania, jeśli takowy występuje.

Powyzszy wymóg określa maksymalną zdolność i nie wyklucza wolniejszej aktywacji mocy biernej, jeśli wynika to z właściwości nadrzędnego układu regulacji napięcia lub innych uwarunkowań sieciowych.

Artykuł 19 ust. 2 lit. b) pkt (v) – PSS

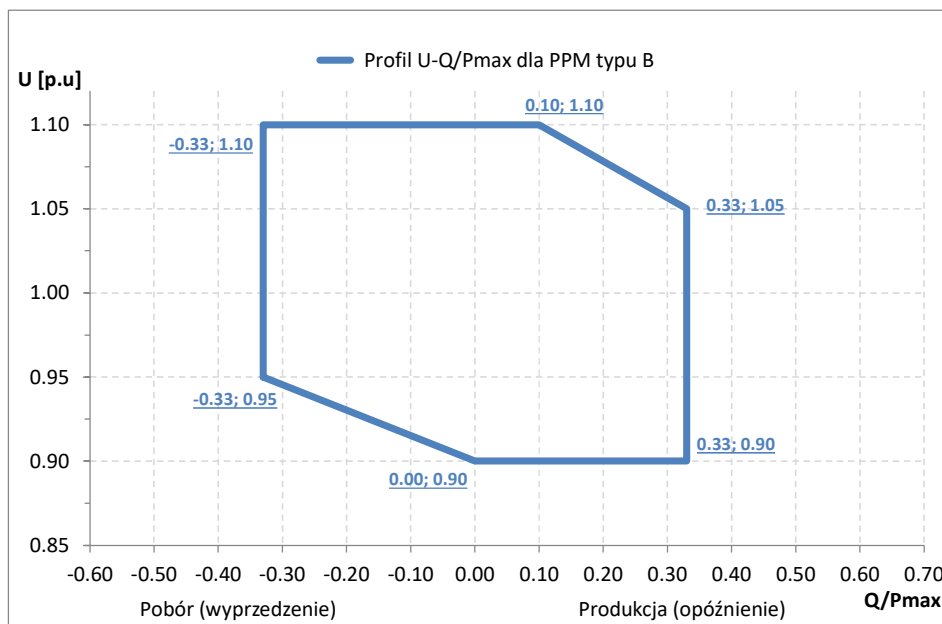
Celem zapewnienia stabilnej pracy systemu wszystkie synchroniczne moduły PGM typu D o mocy maksymalnej równej i powyżej 20 MW muszą być wyposażone w funkcję PSS (tłumienia oscylacji mocy).

Artykuł 20 ust. 2 lit. a) – moc bierna

PPM typu B musi mieć zdolność do zapewnienia w punkcie przyłączenia, przy mocy maksymalnej, mocy biernej opisanej na wykresie Profil U-Q/Pmax modułu parku energii typu B. Na wykresie tym przedstawiono granice profilu

U-Q/Pmax, wyrażane jako stosunek rzeczywistej wartości napięcia i napięcia referencyjnego 1 pu, w porównaniu ze stosunkiem mocy biernej (Q) do mocy maksymalnej (Pmax). Przedstawione wymagania stanowią wymagania minimalne, należy udostępnić całą dostępną moc bierną, zgodnie z możliwościami technicznymi danego PPM.

Rysunek 11: Profil U-Q/Pmax modułu parku energii typu B



Przy obciążeniu PPM mocą czynną poniżej mocy maksymalnej, wymaganą zdolność do zapewnienia mocy biernej w punkcie przyłączenia przedstawiono na rysunku powyżej profil P-Q/Pmax modułu parku energii typu B. Na wykresie tym przedstawiono granice profilu P-Q/Pmax w punkcie przyłączenia, wyrażone jako stosunek jego rzeczywistej mocy czynnej do mocy maksymalnej w jednostkach względnych (pu), względem stosunku mocy biernej (Q) do mocy maksymalnej (Pmax).

Przy napięciu powyżej 1,05 pu w punkcie przyłączenia, analogicznie jak przy pracy z mocą maksymalną, wymagana wartość produkcji mocy biernej wynika z Profilu U-Q/Pmax modułu parku energii typu B.

Przy napięciu poniżej 0,95 pu w punkcie przyłączenia, analogicznie jak przy pracy z mocą maksymalną, wymagana wartość poboru mocy biernej wynika z Profilu U-Q/Pmax modułu parku energii typu B.

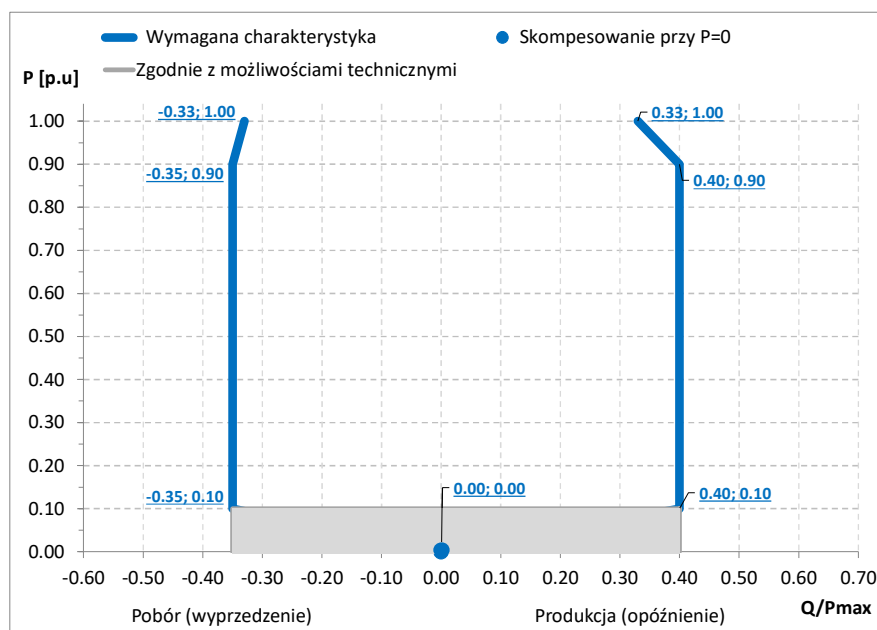
Przy obciążeniu PPM mocą czynną poniżej 0,1 mocy maksymalnej (obszar na rysunku Profil P-Q/Pmax modułu parku energii typu B zaznaczony kolorem szarym) należy udostępnić całą dostępną moc bierną, zgodnie z możliwościami technicznymi.

PPM musi posiadać zdolności techniczne do skompensowania mocy biernej w punkcie przyłączenia przy braku generacji mocy czynnej.

Jeżeli wymagana jest praca przy napięciu poniżej 0,9 pu w punkcie przyłączenia, wówczas PPM powinien udostępnić całą dostępną moc bierną, zgodnie ze swymi możliwościami technicznymi.

Właściwy OS ma prawo rozszerzyć wymagania dotyczące zakresu generacji/poboru mocy biernej w punkcie przyłączenia, ze względu na warunki napięciowe w punkcie przyłączenia.

Rysunek 12: Profil P-Q/Pmax modułu parku energii typu B



Artykuł 20 ust. 2 lit. b) - szybki prąd zwarcowy (zwarcia symetryczne)

O ile właściwy OS w porozumieniu z OSP nie postanowi inaczej, w przypadku wystąpienia zwarć poza instalacją wewnętrzną PPM, moduł wytwarzania energii powinien posiadać zdolność do generacji dodatkowego prądu biernego. Wsparcie prądem biernym na zakłócenia symetryczne powinno być:

- proporcjonalne do zmiany składowej zgodnej napięcia w punkcie przyłączenia ΔU_1 spowodowanej zakłóceniem; wartością odniesienia jest wartość średnia składowej zgodnej napięcia za okres 1 minuty sprzed zakłócenia \bar{U}_1 ,
- proporcjonalne do wartości współczynnika wzmocnienia K_1 ,
- blokowane, gdy wartość składowej zgodnej napięcie jest większa niż wartość wyzwalania U_{trig}

$$\Delta I_{Q1} = K_1 \cdot \Delta U_1, \text{ gdzie: } \Delta U_1 = \begin{cases} 0; & U_1 \geq U_{trig} \\ \frac{U_1 - \bar{U}_1}{U_n}; & U_1 < U_{trig} \end{cases}$$

Dodatkowo:

- a) należy zachować możliwość zmiany wartości współczynnika wzmocnienia K_1 w zakresie od 2 do 6 z krokiem 0,5; domyślna wartości $K_1 = 2$.
- b) należy zachować możliwość zmiany wartości U_{trig} w zakresie od 0,8 do 1,0 U_n ; domyślna wartość $U_{trig} = 0,85 U_n$, gdzie U_n jest wartością napięcia znamionowego PPM.
- c) należy zapewnić możliwość zablokowania wsparcia odpowiedzi prądowej z PPM.
- d) o ile właściwy OS nie postanowi inaczej, obowiązuje rozstrzygnięcie do Art. 21 ust. 3 lit. e): w przypadku zwarć przy których jest wymagana zdolność do pozostania w pracy, pierwszeństwo w generacji ma prąd bierny.
- e) zdolność do generacji dodatkowego prądu biernego powinna być możliwa do osiągnięcia przez podstawową jednostkę wytwórczą dopuszczalnego prądu fazowego.

Definiuje się następujące właściwości dynamiczne dla układu regulacji dodatkowym prądem biernym:

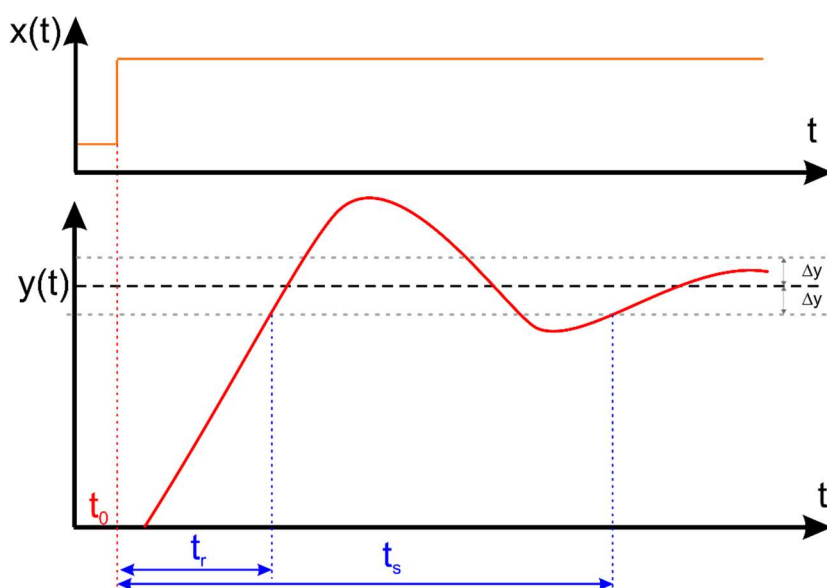
- i. czas odpowiedzi prądowej t_r na spadek napięcia rozumiany jako czas od momentu wystąpienia zakłócenia do osiągnięcia wartości ΔI_{Q1} z zakładaną tolerancją: $\leq 30 \text{ ms}$,
- ii. czas ustalania odpowiedzi prądowej t_s , rozumiany jako czas, w którym dodatkowy prąd bierny osiągnie pożądaną wartość ΔI_{Q1} z zakładaną tolerancją: $\leq 60 \text{ ms}$,
- iii. dopuszczalna jest tolerancja odpowiedzi prądowej w zakresie od -10 % do +20%.

Nie definiuje się wymogów odnośnie wsparcia prądem biernym w przypadku wystąpienia napięć na podstawowych jednostkach wytwórczych niższych niż $0,15 U_n$,

Interpretacja graficzna parametrów t_r i t_s w odpowiedzi $y(t)$ układu regulacji na skok jednostkowy wartości zadanej $x(t)$ została zamieszczona na rysunku poniżej;

Δy –dokładność układu regulacji.

Rysunek 13: Interpretacja graficzna parametrów t_r i t_s w odpowiedzi $y(t)$ układu regulacji na skok jednostkowy wartości zadanej $x(t)$



Artykuł 20 ust. 2 lit. c) - szybki prąd zwarciovowy (zwarcia niesymetryczne)

O ile właściwy OS w porozumieniu z OSP nie postanowi inaczej, PPM powinien być zdolny do generacji dodatkowego, szybkiego prądu zwarciovowego, zgodnie z poniższymi zasadami.

W przypadku zakłóceń niesymetrycznych PPM powinien być zdolny do generacji dodatkowego szybkiego prądu biernego zgodnie z zasadą superpozycji:

- składowej zgodnej dodatkowego prądu biernego, zgodnie z zasadami zdefiniowanymi dla Art. 20.2.b,
- składowej przeciwnej dodatkowego prądu biernego, którego wartość jest proporcjonalna do zmiany składowej przeciwnej napięcia ΔU_2 (wartością odniesienia jest wartość średnia składowej przeciwnej napięcia za okres 1 minuty sprzed zakłócenia $\overline{U_2}$) i współczynnika wzmocnienia K_2 .

$$\Delta I_{Q2} = K_2 \cdot \Delta U_2, \text{ gdzie } \Delta U_2 = \frac{(U_2 - \overline{U_2})}{U_n}$$

Dodatkowo:

- a) W przypadku wykorzystania technologii DFIG, akceptowalna jest naturalna (fizyczna) odpowiedź generatora (dla składowej przeciwnej) na zakłócenia powodujące zmiany składowej przeciwnej napięcia.
- b) W przypadku wyprowadzenia całej generowanej mocy przez przekształtnik, należy zachować możliwość zmiany wartości współczynnika wzmocnienia K_2 w zakresie od 2 do 6 z krokiem 0,5 w całym okresie eksploatacji PPM.
- c) Dodatkowy prąd bierny ΔI_Q , będący sumą wektorów odpowiedzi składowej zgodnej i przeciwnej ($\Delta I_{Q1} + \Delta I_{Q2}$), nie powinien powodować przekroczenia dopuszczalnej wartości prądu fazowego w żadnej z faz.
- d) Pożądane właściwości dynamiczne odpowiedzi prądowej zostały wskazane w rozstrzygnięciu do Art. 20 ust. 2 lit. b.

Artykuł 20 ust. 3 lit. a) – odbudowa mocy czynnej po zwarciu

W odniesieniu do pozakłóceniewego odtwarzania mocy czynnej, PPM mają spełniać następujące wymogi:

- (i) Pozakłóceniewe odtwarzanie mocy czynnej rozpoczyna się, gdy napięcie pozakłóceniewe zostanie odtworzone do wartości nie mniejszej niż 90% U_n na podstawowej instalacji wytwórczej wchodzącej w skład PPM.
- (ii) Maksymalny czas na pozakłóceniewe odtwarzanie mocy czynnej (czasy liczone od usunięcia zwarcia): 5 sekund.
- (iii) Wielkość odtworzonej mocy czynnej: 90% mocy przedzakłóceniewej, o ile dostępne jest źródło energii pierwotnej.
- (iv) Dokładność odtworzenia mocy czynnej, rozumiana jako uchyb ustalony: 10%

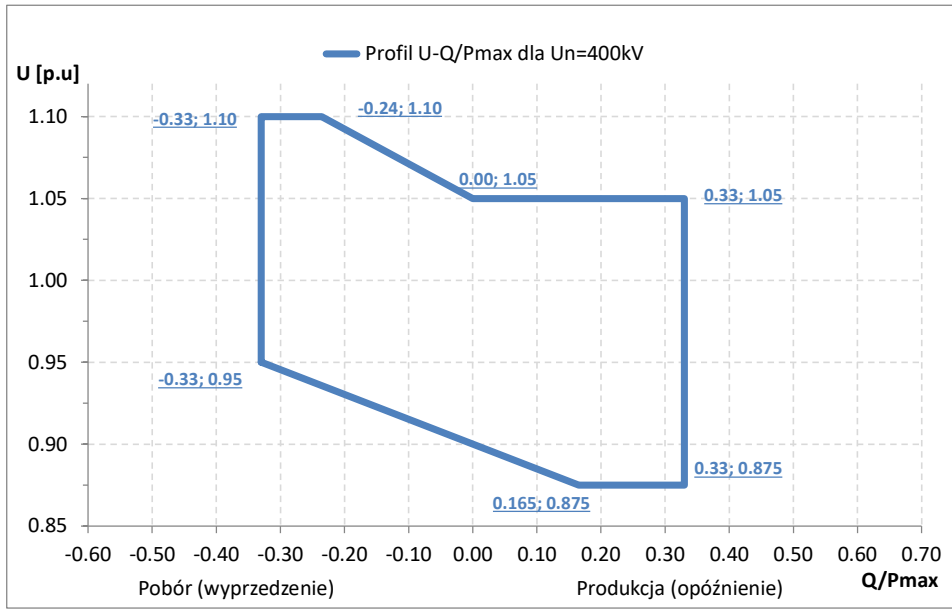
Artykuł 21 ust. 3 lit. b) pkt (i) – moc bierna przy mocy maksymalnej

Zdolność PPM typu D przyłączonego do sieci 110 kV i powyżej, do generacji mocy biernej, przy mocy maksymalnej zdefiniowano w poniższej tabeli oraz na poniższym rysunku. Przedstawione wymogi stanowią wymagania minimalne, należy udostępnić całą dostępną moc bierną, zgodnie z możliwościami technicznymi danego PPM.

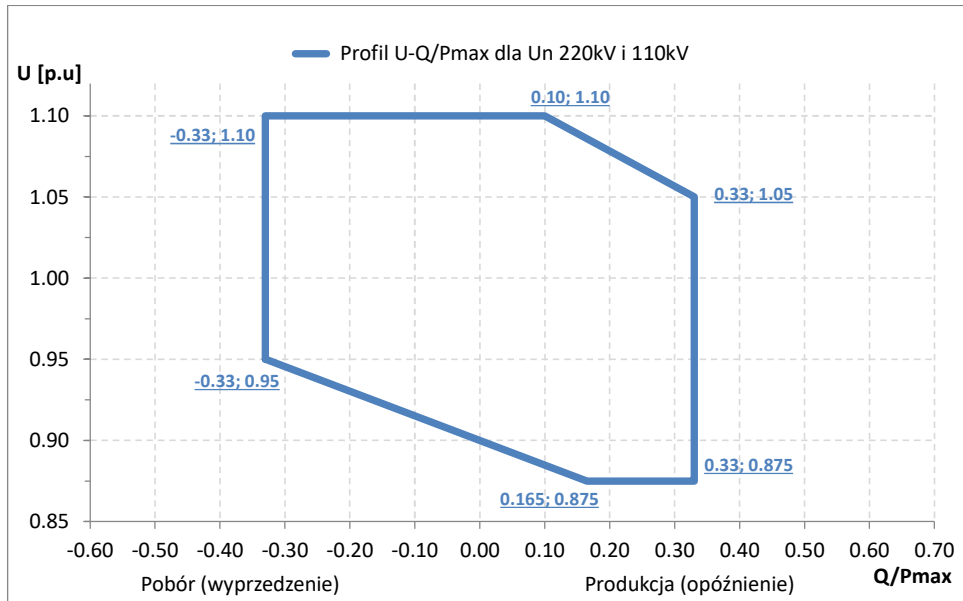
Tabela 16: Parametry obwiedni wewnętrznej

Napięcie znamionowe sieci	Maksymalny zakres Q/Pmax	Maksymalny zakres poziomu napięcia w stanie ustalonym w jednostkach względnych
400 kV	0,66	0,225
220 kV i 110 kV	0,66	0,225
Poniżej 110 kV	0,66	0,200

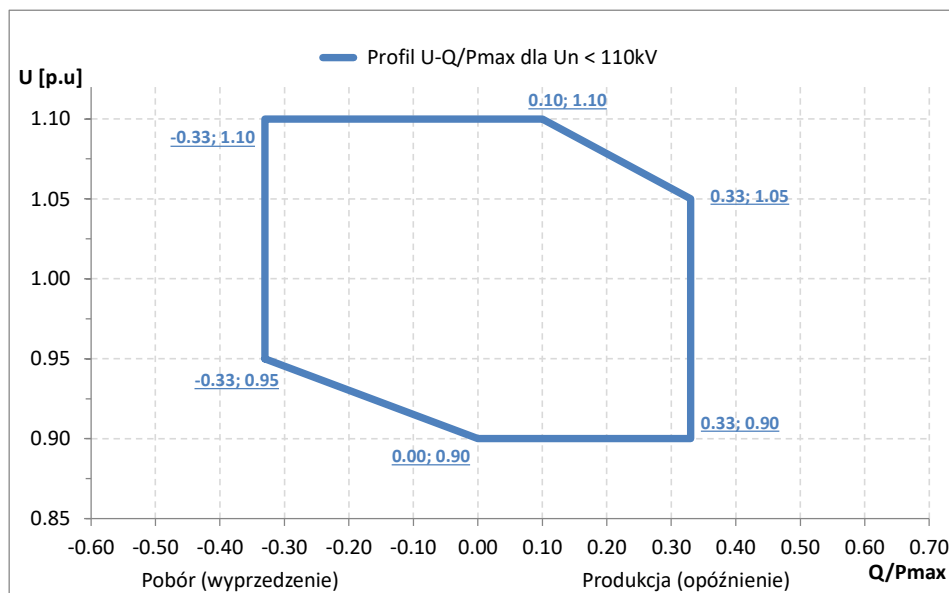
Rysunek 14: Profil U-Q/Pmax modułu parku energii dla Un=400 kV



Rysunek 15: Profil U-Q/Pmax modułu parku energii dla Un=220 kV i 110 kV



Rysunek 16: Profil U-Q/Pmax modułu parku energii dla Un<110 kV



Na wykresach przedstawiono granice profilu U-Q/Pmax z podziałem na wartości napięcia w punkcie przyłączenia, wyrażane jako stosunek jego rzeczywistej wartości i napięcia referencyjnego 1 pu, w porównaniu ze stosunkiem mocy biernej (Q) do mocy maksymalnej (Pmax).

Właściwy OS ma prawo rozszerzyć wymagania dotyczące zakresu generacji/poboru mocy biernej w punkcie przyłączenia, ze względu na warunki napięciowe w punkcie przyłączenia

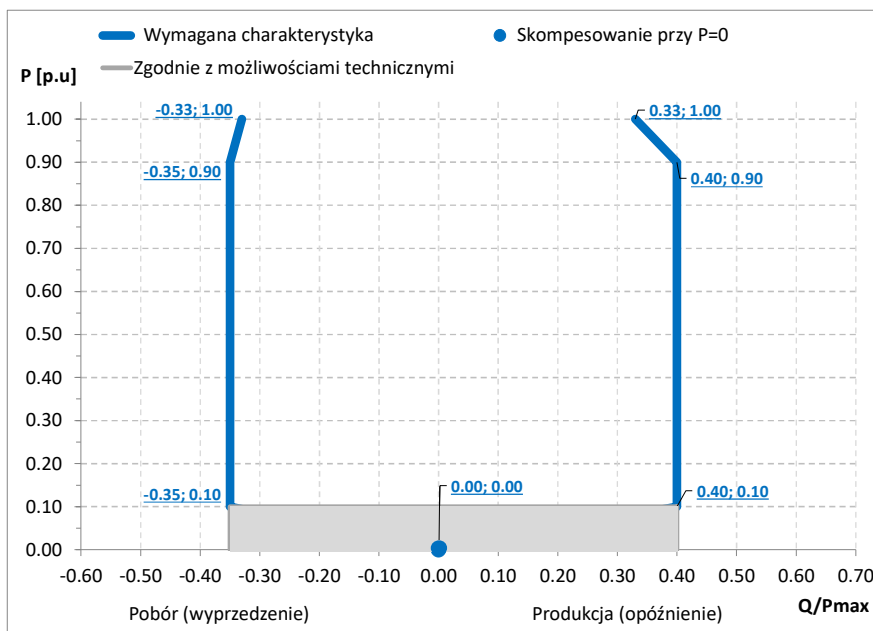
Artykuł 21 ust. 3 lit. c) pkt (i) – moc bierna poniżej mocy maksymalnej

Wymagana zdolność PPM do generacji mocy biernej poniżej mocy maksymalnej została zdefiniowana poniżej:

Tabela 17: Wymagana zdolność PPM do generacji mocy biernej poniżej mocy maksymalnej

Napięcie znamionowe sieci	Maksymalny zakres Q/Pmax
400 kV	0,75
220 kV i 110 kV	0,75
Poniżej 110 kV	0,75

Rysunek 17: Profil P-Q/Pmax modułu parku energii



Na wykresie przedstawiono granice profilu P-Q/Pmax w punkcie przyłączenia, wyrażone jako stosunek jego rzeczywistej mocy czynnej do mocy maksymalnej w jednostkach względnych (pu), względem stosunku mocy biernej (Q) do mocy maksymalnej (Pmax).

Przy napięciu powyżej 1,05 pu w punkcie przyłączenia, analogicznie jak przy pracy z mocą maksymalną, wymagana wartość produkcji mocy biernej wynika z Profilu U-Q/Pmax modułu parku energii.

Przy napięciu poniżej 0,95 pu w punkcie przyłączenia, analogicznie jak przy pracy z mocą maksymalną, wymagana wartość poboru mocy biernej wynika z Profilu U-Q/Pmax modułu parku energii.

Przy obciążeniu PPM mocą czynną poniżej 0,1 mocy maksymalnej (obszar na rysunku Profil P-Q/Pmax modułu parku energii zaznaczony kolorem szarym) należy udostępnić całą dostępną moc bierną, zgodnie z możliwościami technicznymi.

PPM musi posiadać zdolności techniczne do skompensowania mocy biernej w punkcie przyłączenia przy braku generacji mocy czynnej.

Właściwy OS ma prawo rozszerzyć wymagania dotyczące zakresu generacji/poboru mocy biernej w punkcie przyłączenia, ze względu na warunki napięciowe w punkcie przyłączenia.

Artykuł 21 ust. 3 lit. c) pkt (iv) – prędkość regulacji mocy biernej

Moduł parku energii musi mieć zdolność do przechodzenia do dowolnego punktu pracy w granicach profilu P- Q/Pmax, zdefiniowanego na podstawie art. 21 ust. 3 lit. c) pkt (i) w czasie do 150 s., o ile dla danego trybu regulacji, zgodnie z wymogami określonymi na podstawie art. 21 ust. 3 lit. d) nie określono inaczej.

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). Dłuższy czas regulacji zostanie ustalony pomiędzy właściwym OS a właścicielem zakładu wytwarzania.

Jeżeli przejście pomiędzy dwoma punktami pracy PGM wymaga zmiany położenia przekładni podobciążeniowego przełącznika zaczeptów transformatora PGM to wskazany czas należy wydłużyć o czas regulacji położenia przełącznika zaczeptów.

Artykuł 21 ust. 3 lit. d) pkt (iv) – dynamika aktywacji mocy biernej w funkcji napięcia

PPM muszą spełniać następujące dodatkowe wymogi dotyczące stabilnego poziomu napięcia:

Przy pracy w trybie regulacji napięcia (zgodnie z ustawioną charakterystyką statyczną, parametryzowaną indywidualnie w zakresie wynikającym z art. 21 ust. 3 lit. d) pkt (ii), (iii)), w następstwie skokowej zmiany napięcia moduł parku energii musi mieć zdolność do osiągnięcia 90% zmiany generowanej mocy biernej w czasie nie dłuższym niż $t_1=5$ sekund, i musi osiągnąć wartość określoną przez zbocze w czasie nie dłuższym niż $t_2=60$ sekund.

Artykuł 21 ust. 3 lit. d) pkt (vi) – dynamika regulacji współczynnika mocy

Przy pracy w trybie regulacji współczynnika mocy, dokładność osiągnięcia docelowej wartości współczynnika mocy w następstwie nagłej zmiany generowanej mocy czynnej jest wyrażona za pomocą tolerancji dotyczącej odpowiadającej tej zmianie mocy biernej i powinna być nie większa niż 5% maksymalnej mocy biernej lub 5 MVar (w zależności od tego, która z tych wartości jest mniejsza) i osiągnięta w czasie nie dłuższym niż 150 sekund.

Artykuł 21 ust. 3 lit. d) pkt (vii) – tryby pracy układów regulacji mocy biernej

Celem wyboru trybu regulacji mocy biernej oraz określenia związanych z nimi nastaw należy zapewnić właściwemu OS możliwość zdalnego wyboru trzech trybów regulacji oraz zadawanie punktu pracy, o ile właściwy OS nie postanowi inaczej w porozumieniu z właścicielem modułu parku energii.

Artykuł 21 ust. 3 lit. e) – priorytet wkładu mocy czynnej lub biernej

W trakcie zwarć, przy których wymagana jest zdolność do pozostania w pracy, pierwszeństwo w generacji ma moc bierna.

Artykuł 25 ust. 1 – warunki napięciowe

Morski moduł parku energii musi mieć zdolność do zachowania połączenia z siecią i pracy w zakresach napięcia sieciowego w punkcie przyłączenia, wyrażanego za pomocą stosunku napięcia w punkcie przyłączenia do napięcia referencyjnego 1 pu i w okresach określonych w poniższej tabeli:

Tabela 18: Warunki napięciowe do zachowania połączenia z siecią i pracy

Zakres napięcia	Czas pracy
1,118 pu – 1,15 pu (*)	60 minut
1,05 pu – 1,10 pu (**)	60 minut

(*) Dotyczy sieci o napięciu bazowym poniżej 300 kV.

(**) Dotyczy sieci o napięciu bazowym od 300 kV do 400 kV.