

WYMAGANIA DLA MODUŁÓW WYTWARZANIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ TYPU A, W TYM MIKROINSTALACJI

Niniejszy dokument stanowi zbiorcze zestawienie wymagań dla modułów wytwarzania energii elektrycznej typu A (o mocy: 0,8 kW – 200 kW), w tym mikroinstalacji, określonych w niżej wymienionych dokumentach:

1. Kodeks sieci dotyczący wymogów w zakresie przyłączenia jednostek wytwórczych do sieci, wprowadzony Rozporządzeniem Komisji (UE) 2016/631 z dnia 14.04.2016 roku (Kodeks sieci RfG);
2. wymogi ogólnego stosowania opracowane na podstawie Kodeksu Sieci RfG;
3. Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej (IRiESD) Operatora Systemu Dystrybucyjnego (OSD).

§1

Definicje

1. *Moc maksymalna*: maksymalna wartość mocy czynnej, która moduł wytwarzania energii jest w stanie generować w sposób ciągły, pomniejszona o każde zapotrzebowanie związane wyłącznie z pracą tego modułu wytwarzania energii i niewprowadzane do sieci, jak określono w umowie przyłączeniowej lub jak uzgodnili właściwy operator systemu i właściciel zakładu wytwarzania energii;
2. *Moduł parku energii*: jednostka lub zestaw jednostek wytwarzających energię elektryczną, która/ły jest przyłączona/ły do sieci w sposób niesynchroniczny lub poprzez układy energoelektroniki, i która/ły ma również jeden punkt przyłączenia do systemu przesyłowego, systemu dystrybucyjnego, w tym zamkniętego systemu dystrybucyjnego lub systemu HVDC;
3. *Moduł wytwarzania energii*: synchroniczny moduł wytwarzania energii albo moduł parku energii;
4. *Statyzm*: wyrażany w procentach współczynnik quasi-stacjonarnego odchylenia częstotliwości do wynikającej z tego odchylenia zmiany generowanej mocy czynnej w stanie ustalonym. Zmianę częstotliwości wyraża się jako stosunek do częstotliwości znamionowej, a zmianę mocy czynnej jako stosunek do mocy maksymalnej lub rzeczywistej mocy czynnej w momencie wystąpienia tego odchylenia;
5. *Synchroniczny moduł wytwarzania energii*: niepodzielny zestaw instalacji, który może wytwarzać energię elektryczną w taki sposób, że częstotliwość generowanego napięcia, prędkość wirowania generatora oraz częstotliwość napięcia sieciowego pozostają w stałej proporcji i są tym samym zsynchronizowane;
6. *Tryb LFSM-O*: tryb pracy modułu wytwarzania energii lub systemu HVDC, w którym generowana moc czynna zmniejsza się w odpowiedzi na wzrost częstotliwości systemu powyżej określonej wartości;

7. *Właściciel zakładu wytwarzania*: osoba fizyczna lub osoba prawna będąca właścicielem zakładu wytwarzania energii;
8. *Zakład wytwarzania energii*: zakład, który przekształca energię pierwotną w energię elektryczną i który składa się z jednego modułu wytwarzania energii przyłączonych do sieci w co najmniej jednym punkcie przyłączenia.

§2

Wymagania

1. Moduły wytwarzania energii typu A muszą spełniać następujące wymogi stabilności częstotliwościowej:

- a) w odniesieniu do zakresów częstotliwości moduł wytwarzania energii musi mieć zdolność do zachowania połączenia z siecią oraz pracy w zakresach częstotliwości i okresach określonych w poniższej tabeli:

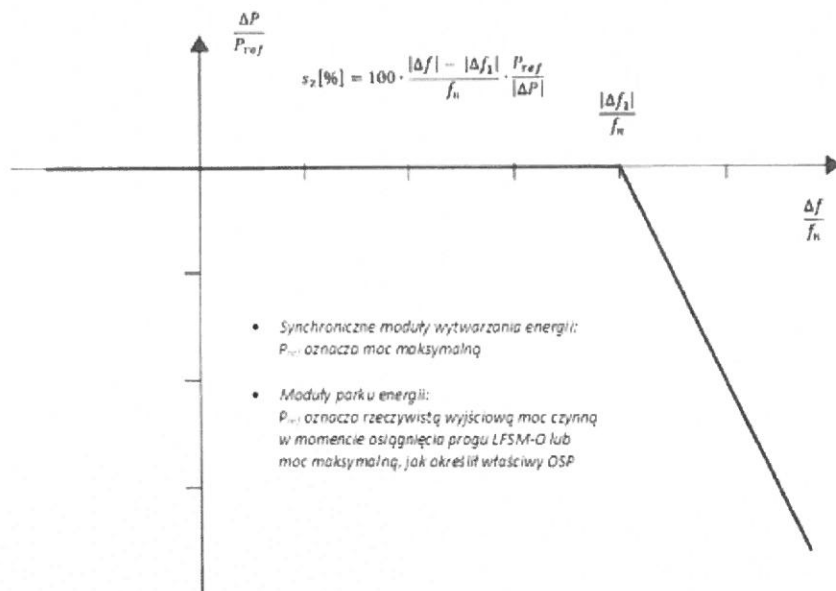
Zakres częstotliwości	Czas pracy
47,5 Hz – 48,5 Hz	30 minut
48,5 Hz – 49,0 Hz	30 minut
49,0 Hz – 51,0 Hz	nieograniczony
51,0 Hz – 51,5 Hz	30 minut

- b) w odniesieniu do zdolności wytrzymania prędkości zmiany częstotliwości, moduł wytwarzania energii musi mieć zdolność do zachowania połączenia z siecią oraz do pracy przy prędkościach zmiany częstotliwości nie większych niż 2,0 Hz/s (gdzie wartość ta mierzona jest jako wartość średnia w przewusnym oknie pomiarowym o długości 500ms), chyba, że odłączenie zostało spowodowane zadziałaniem zabezpieczenia dedykowanego do identyfikacji, poprzez analizę prędkości zmian częstotliwości pracy wyspowej. Wymóg 2,0 Hz/s jest wymaganiem minimalnym. W przypadku, gdy wykorzystywana technologia umożliwia połączenie z siecią oraz pracę przy większych wartościach prędkości zmian częstotliwości nie jest dopuszczalne ograniczenie pracy modułu wytwarzania energii do wielkości zdefiniowanej w §2, pkt 1, lit a), o ile nie wynika to uzgodnionej nastawy zabezpieczenia od pracy wyspowej LoM (lost of mains).

2. W odniesieniu do trybu LFSM-O zastosowanie mają następujące zasady:

- a) moduł wytwarzania energii musi mieć zdolność do aktywowania rezerwy mocy czynnej w odpowiedzi na wzrost częstotliwości zgodnie z rysunkiem nr 1, przy następujących parametrach progu częstotliwości i ustawieniach statyzmu:
 - 1) zdolność do ustawienia progu częstotliwości trybu LFSM-O w zakresie: 50,2 Hz – 50,56 Hz, wartość domyślna 50,2 Hz;
 - 2) zdolność do ustawienia statyzmu trybu LFSM-O w zakresie 2-12%, wartość domyślna 5%;

3) dla modułów parków energii wartość P_{ref} oznacza moc czynną maksymalną. Należy zapewnić możliwość wyboru ustawienia na polecenie Operatora Systemu Przesyłowego (OSP) możliwość blokowania trybu LFSM-O oraz zdolność do realizacji pracy interwencyjnej z wartościami zadanymi wskazanymi przez właściwego operatora systemu.



Rysunek 1 Zdolność modułów wytwarzania energii do odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej w trybie LFSM-O

Gdzie:

P_{ref} – moc czynna maksymalna, z którą związane jest ΔP

ΔP – zmiana generowanej mocy czynnej modułu wytwarzania energii

f_n – częstotliwość znamionowa (50 Hz) sieci

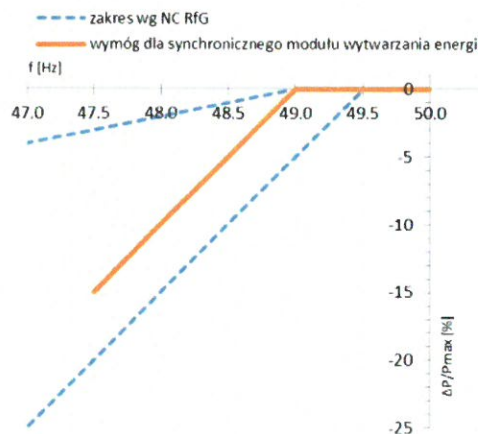
Δf – odchylenie częstotliwości sieci

Przy wzrostach częstotliwości, gdy wartość Δf jest powyżej wartości Δf_1 , moduł wytwarzania energii musi zapewniać redukcję generowanej mocy czynnej zgodnie z wartością statyzmu S_2 .

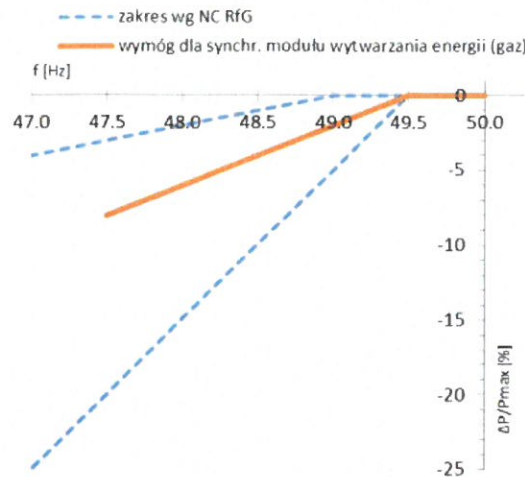
- b) nie dopuszcza się wyłączenia modułów wytwarzania energii typu A zamiast zapewniania zdolności do trybu LFSM-O. nie wyklucza to przystosowania modułów wytwarzania energii typu A do trybu LFSM-O poprzez stopniowe wyłączenie poszczególnych źródeł wytwórczych wchodzących w skład modułu wytwarzania energii, w szczególności modułu parku energii;
- c) moduł wytwarzania energii musi mieć zdolność do aktywowania mocy w odpowiedzi na zmianę częstotliwości przy jak najkrótszej zwłoce początkowej. Jeżeli wspomniana zwłoka wynosi więcej niż dwie sekundy, właściciel zakładu wytwarzania energii musi ją uzasadnić przedstawiając właściwemu OSP uzasadnienie techniczne;
- d) wymaga się, aby po osiągnięciu minimalnego poziomu regulacji w trybie LFSM-O, moduł wytwarzania energii miał zdolność do stabilnej pracy na tym poziomie. Nie

- wymaga się pracy poniżej minimalnego poziomu regulacji, o ile taki wymóg nie został określony indywidualnie w ramach przystosowania modułu wytwarzania energii do pracy wyspowej. Redukcja mocy czynnej modułu parku energii wynikająca z pracy w trybie LFSM-O jest realizowana od wartości 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;
- e) moduł wytwarzania energii musi mieć zdolność do stabilnej pracy podczas pracy w trybie LFSM-O. Kiedy tryb LFSM-O jest aktywny, nastawa LFSM-O jest nadrzędna w stosunku do wszystkich innych aktywowanych nastaw mocy czynnej.
3. Moduł wytwarzania energii musi mieć zdolność do utrzymania stałej generowanej mocy na poziomie docelowej zadanej wartości mocy czynnej bez względu na zmiany w częstotliwości, z wyjątkiem przypadku, gdy generowana moc podlega zmianom określonym w kontekście §2, pkt 2 i 4.
4. 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 §4, pkt 4, lit b): 10% mocy maksymalnej na 1 Hz, przy spadku częstotliwości poniżej częstotliwości 49 Hz (rysunek nr 2);
- 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 (rysunek nr 3);
- c) dla modułów parku energii: 2% mocy maksymalnej na 1 Hz przy spadku częstotliwości poniżej częstotliwości 49 Hz (rysunek nr 4).

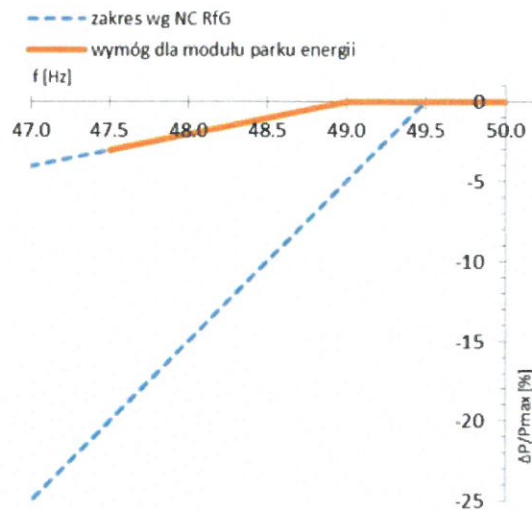
W przypadku, gdy dany moduł wytwarzania energii może pracować z mniejszą redukcją mocy, powinien taką pracę zapewnić (szczególnie w przypadku parków energii).



Rysunek 2 Maksymalny spadek zdolności do generacji mocy przy spadku częstotliwości dla synchronicznych modułów wytwarzania energii z wyłączeniem bloku gazowego lub gazowo-parowego



Rysunek 3 Maksymalny spadek zdolności do generacji mocy przy spadku częstotliwości dla synchronicznych modułów wytwarzania energii typu blok gazowy lub gazowo-parowy



Rysunek 4 Maksymalny spadek zdolności do generacji mocy przy spadku częstotliwości dla modułów parku energii

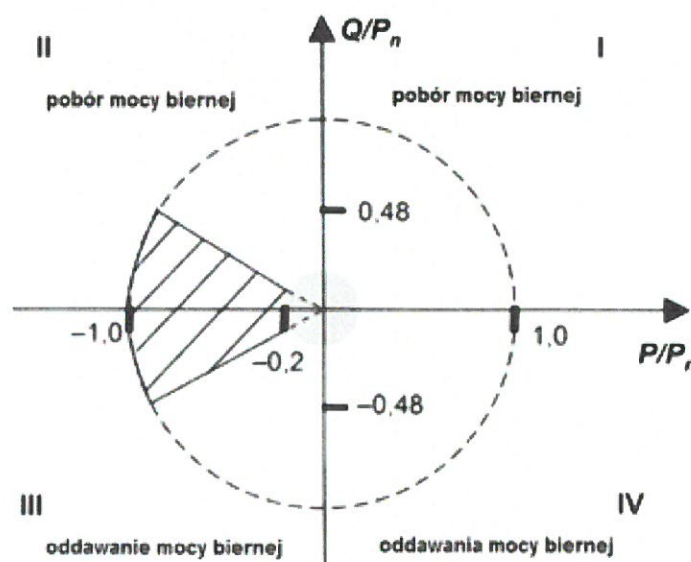
Zgodnie z art. 13 ust. 5 Kodeksu sieci RfG wymóg dopuszczalnej redukcji mocy czynnej jest określony dla nominalnych warunków otoczenia, które obejmują w szczególności następujące parametry:

- a) ciśnienie;
- b) temperaturę;
- c) wilgotność względną.

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

5. Moduł wytwarzania energii musi być wyposażony w interfejs logiczny (port wejściowy), który umożliwi zaprzestanie generacji mocy czynnej w ciągu pięciu sekund od przyjęcia polecenia w porcie wejściowym.

6. Warunki automatycznego przyłączenia modułu wytwarzania energii do sieci (muszą być spełnione łącznie):
- częstotliwość napięcia w sieci mieści się w przedziale od 49,00 Hz do 50,05 Hz;
 - 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 s;
 - maksymalny dopuszczalny gradient wzrostu generowanej mocy czynnej wynosi 10% mocy maksymalnej na minutę.
7. Jednostki wytwórcze o mocy zainstalowanej większej niż 3,68 kW przyłączane są do sieci dystrybucyjnej w sposób trójfazowy, z zastrzeżeniem dodatkowych wymagań zawartych w §2, pkt 14 odnośnie sposobu przyłączenia.
8. Wymagania w zakresie regulacji mocy biernej:
- Wymagania ogólne:
Mikroinstalacja przyłączona przez falownik musi być zdolna do pracy w normalnych warunkach eksploatacji w paśmie tolerancji napięcia od $0,85 U_n$ do $1,1 U_n$ z następującą mocą bierną:
 - zgodnie z krzywa charakterystyki zadanej przez OSD w obrębie współczynników przesunięcia fazowego podstawowych harmonicznym napięcia i prądu od $\cos \varphi = 0,9$ poj, gdzie moc czynna wyjściowa mikroinstalacji jest równa 20% znamionowej mocy czynnej lub większa;
 - bez zmian mocy biernej więcej niż 10% znamionowej mocy czynnej mikroinstalacji przy mocy czynnej niższej niż 20% znamionowej mocy czynnej.
- Wymaganie to obrazuje rynek nr 5.



Rysunek 5 Zdolność do generacji mocy biernej w obciążeniowym układzie odniesienia

- Wymagane tryby regulacji mocy biernej:

Mikroinstalacja powinna być zdolna do działania w następujących trybach sterowania:

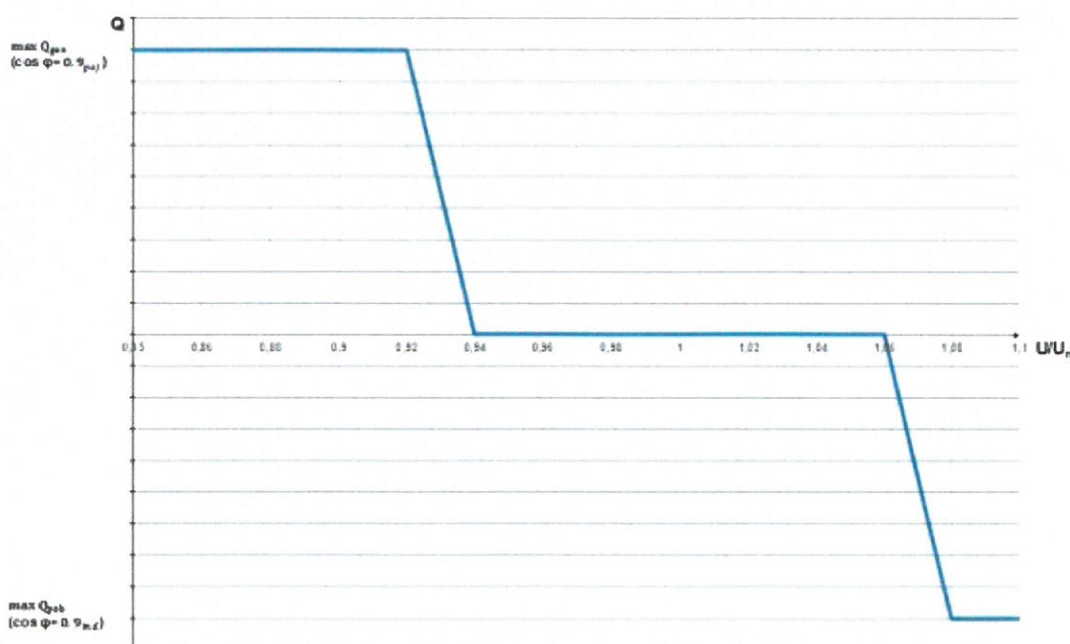
- 1) sterowanie mocą bierną w funkcji napięcia na zaciskach generatora (tryb Q(U)) jako tryb podstawowy;
- 2) sterowanie współczynnikiem mocy w funkcji generacji mocy czynnej (tryb $\cos \varphi$ (P)), jako tryb alternatywny;
- 3) $\cos \varphi$ stałe, nastawienie w granicach od $\cos \varphi_{0,9_{ind}}$ do $\cos \varphi_{poj}$, jako tryb dodatkowy.

Konfiguracja trybów sterowania i dezaktywacja powinna być możliwa do ustawienia w miejscu zainstalowania falownika. Wymagane jest zapewnienie ochrony przed nieuprawnioną ingerencją w ustawienia trybów pracy – zmiana trybów pracy nie może być dokonana samodzielnie przez właściciela mikroinstalacji.

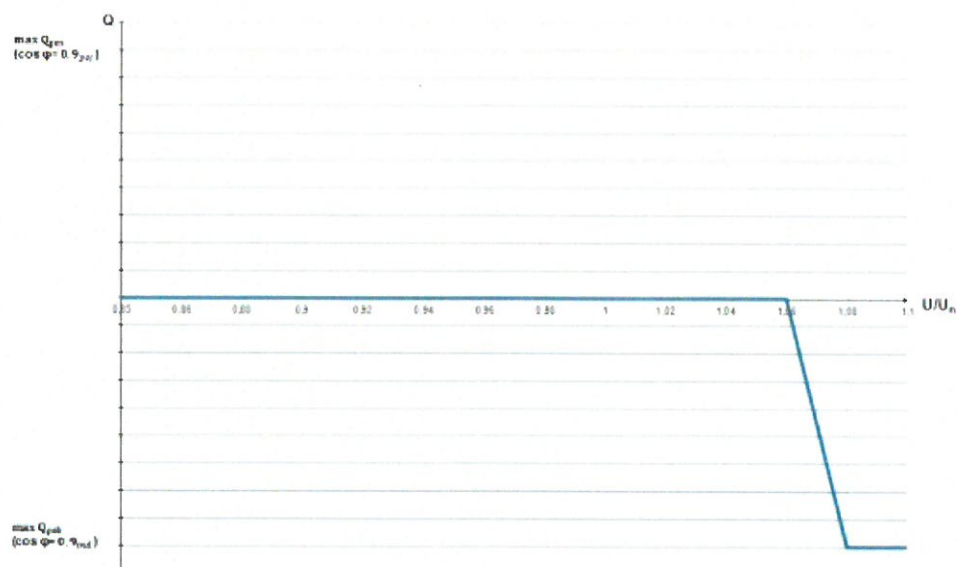
- c) Wymagania w zakresie trybu sterowania wyjściowa mocą bierną w funkcji napięcia – Q(U):

W trybie Q(U) sterowanie odbywa się według krzywych zobrazowanych na rysunkach nr 6 i nr 7.

Charakterystyka Q(U) powinna być konfigurowana w celu ewentualnego dostosowania pracy mikroinstalacji do warunków napięciowych w miejscu przyłączenia mikroinstalacji. Zmiana charakterystyki wymaga uzgodnienia pomiędzy OSD, a właścicielem mikroinstalacji. Dodatkowo, konfigurowalna ma być dynamiczna odpowiedź sterowania, filtr pierwszego rzędu powinien mieć nastawioną stałą czasowa na 5s, a czas do osiągnięcia 95% nowej nastawy w wyniku zmiany napięcia ma wynosić 3 stałe czasowe.



Rysunek 6 Charakterystyka sterowania mocą bierną w funkcji napięcia wymagana przez OSD

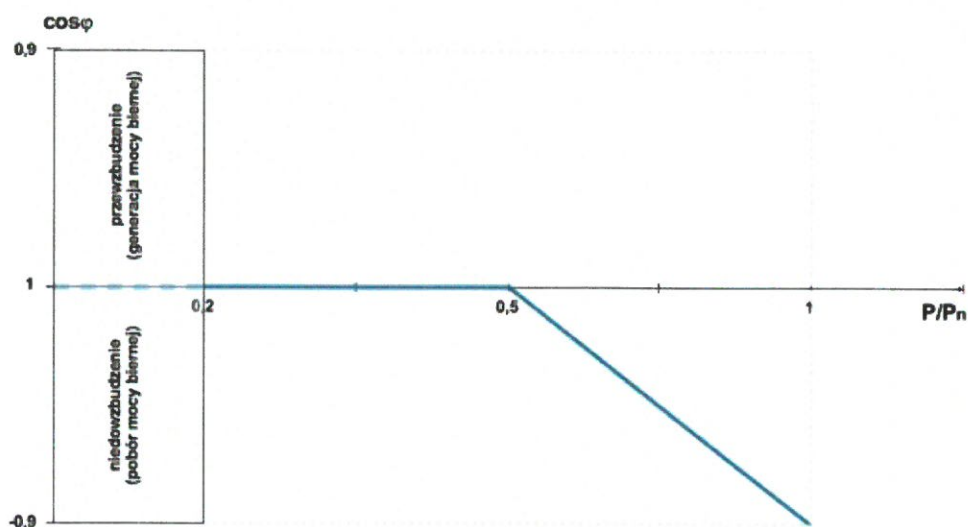


Rysunek 7 Charakterystyka sterowania mocą bierną w funkcji napięcia dla falowników podłączonych jednofazowo, wymagana przez OSD

- d) Wymagania w zakresie trybu sterowania współczynnikiem przesunięcia fazowego podstawowych harmonicznym napięcia i prądu w funkcji mocy czynnej generowanej – $\cos \varphi$ (P):

W trybie $\cos \varphi$ (P) sterowanie odbywa się według krzywej przedstawionej na rynku nr 8.

Nastawione nowe wartości wynikające ze zmiany mocy czynnej generowanej muszą być nastawione w ciągu 10 s. Zalecane jest, aby szybkość zmiany mocy biernej następowała w takim samym czasie jak szybkość zmiany mocy czynnej i była zsynchronizowana z szybkością zmiany mocy czynnej.



Rysunek 8 Charakterystyka sterowania współczynnikiem mocy $\cos \varphi$ w funkcji generowanej mocy czynnej wymagana przez OSD

9. Wymagania w zakresie wyposażenia mikroinstalacji w regulację mocy czynnej

- a) mikroinstalacje o mocy zainstalowanej większej niż 10 kW powinny zostać wyposażone w port wejściowy, który umożliwia przejście od OSD polecenia ograniczenia generacji mocy czynnej do sieci elektroenergetycznej oraz polecenia zaprzestania generacji mocy czynnej do sieci elektroenergetycznej.
- b) w celu uniknięcia całkowitego wyłączenia mikroinstalacji spowodowanego zadziałaniem zabezpieczenia nadnapięciowego mikroinstalacji, zaleca się, aby mikroinstalacja posiadała funkcję zmniejszenia mocy czynnej generowanej funkcji wzrostu napięcia. Istotne jest, aby funkcja ta działała dopiero po wyczerpaniu możliwości regulacji napięcia poborem mocy biernej w trybie Q(U) – tj. powyżej $1,08 U_n$. Funkcja ta nie może powodować skokowych zmian mocy generowanej.
10. W celu spełnienia wymagań określonych w §2, pkt 5 oraz §2, pkt 9, lit. a), mikroinstalacje powinny być wyposażone w port wejściowy RS 485 obsługujący protokół komunikacji SUNSPEC – inny port wejściowy oraz protokół komunikacji wymaga indywidualnego uzgodnienia z OSD. Urządzenia sterujące są dostarczane przez OSD.
11. Wymagania w zakresie wyposażenia mikroinstalacji w układ zabezpieczeń:

a) Wymagania ogólne:

Mikroinstalacje powinny posiadać wbudowany układ zabezpieczeń, składający się z co najmniej wymienionych w §2, pkt 11, lit a), ppkt 1)-5) zabezpieczeń:

- 1) dwustopniowe zabezpieczenie nadnapięciowe;
- 2) zabezpieczenie podnapięciowe;
- 3) zabezpieczenie podczęstotliwościowe;
- 4) zabezpieczenie nadczęstotliwościowe;
- 5) zabezpieczenie od pracy wyspowej (LoM).

Nastawy poszczególnych zabezpieczeń muszą być możliwe do ustawienia w miejscu zainstalowania falownika. Wymagane jest zapewnienie ochrony przed nieuprawnioną ingerencją w ustawienia nastaw zabezpieczeń – zmiana nastaw zabezpieczeń nie może być dokonana samodzielnie przez właściciela mikroinstalacji.

b) Wymagane nastawy zabezpieczeń określono w poniższej tabeli:

Funkcja zabezpieczenia		Wymagane nastawienie wartości wyłączającej		Maksymalny czas zadziałania	Minimalny czas zadziałania
U _{LN}	Obniżenie napięcia	0,85 Un	195,5 V	1,5 s	1,2 s
	Wzrost napięcia stopień 1 ¹	1,1 Un	253,0 V	3,0 s	-
	Wzrost napięcia stopień 2	1,15 Un	264,5 V	0,2 s	0,1 s
U _{LL}	Obniżenie napięcia	0,85 Un	340,0 V	1,5 s	1,2 s

¹ 10-minutowa wartość średnia, zgodnie z EN 50160. Szczegółowe wymagania w zakresie pomiaru wartości średniej zawarte są w normie PN-EN 50438:201460,0 V4-02.3,0 s

	Wzrost napięcia stopień 1 ¹	1,1 Un	440,0 V	3,0 s	-
	Wzrost napięcia stopień 2	1,15 Un	460,0 V	0,2 s	0,1 s
Obniżenie częstotliwości		47,5 Hz		0,5s	0,3 s
Podwyższenie częstotliwości		52 Hz		0,5 s	0,3 s
Zabezpieczenie od pracy wyspowej	ROCOF	2,5 Hz / s		0,5 s	-
	aktywne	-		5 s	-

Zabezpieczenia LoM wykorzystują uznane techniki, wykrywające w sposób pewny zanik zasilania z sieci dystrybucyjnej. Nie dopuszcza się stosowania zabezpieczeń wykorzystujących metody związane z iniekcją pulsów do sieci dystrybucyjnej.

- c) Dopuszcza się możliwość pracy mikroinstalacji na potrzeby własne instalacji odbiorczej przy zaniku napięcia w sieci OSD. Rozwiązanie takie jest możliwe wyłącznie w przypadku zastosowania w instalacji odbiorczej rozłącznika stwarzającego w sposób automatyczny na okres braku napięcia w sieci OSD przerwę izolacyjną pomiędzy instalacją odbiorczą a siecią OSD.

12. Jakość energii:

Mikroinstalacje muszą spełniać wymagania norm dotyczących jakości energii wprowadzanej do sieci oraz dyrektyw dotyczących kompatybilności elektromagnetycznej.

13. Praca i bezpieczeństwo mikroinstalacji:

- a) Nastawy zadanych wartości, możliwych do ustawienia w mikroinstalacji muszą być możliwe do odczytania z mikroinstalacji np. z wyświetlacza, interfejsu użytkownika lub poprzez port komunikacyjny.

Na tabliczce znamionowej powinny znajdować się następujące informacje:

- 1) nazwa producenta lub znak firmowy;
- 2) określenie typu lub numer identyfikacyjny, lub inne sposoby identyfikacji umożliwiające uzyskanie stosownych informacji od producenta;
- 3) moc znamionowa;
- 4) napięcie znamionowe;
- 5) częstotliwość znamionowa;
- 6) zakres regulacji współczynnika przesunięcia fazowego podstawowych harmonicznym napięcia i prądu.

Informacje te powinny być umieszczone również w instrukcji obsługi. Dodatkowo na tabliczce znamionowej powinien być umieszczony numer seryjny.

Wszystkie informacje powinny być podane z języku polskim.

W miejscach z dostępnymi elementami pod napięciem należy stosować etykiety ostrzegawcze.

- b) Inne wymagania dotyczące przekazania mikroinstalacji do eksploatacji:

- 1) Producent musi dostarczyć instrukcje montażu zgodnie z normami i wymaganiami krajowymi;

- 2) Urządzenia wchodzące w skład mikroinstalacji muszą podlegać badaniom pod względem wymagań odpowiednich norm w zakresie współpracy z siecią, w przypadku braku stosownych norm wyrobu;
- 3) Urządzenia wchodzące w skład instalacji muszą posiadać ważny certyfikat lub w okresie przejściowym deklarację zgodności o których mowa w Procedurze rejestracji i wykorzystania certyfikatów w procesie przyłączania modułów wytwarzania energii do sieci elektroenergetycznych.
- 4) Montaż musi być wykonany przez instalatorów posiadających odpowiednie kwalifikacje;
- 5) Właściciel mikroinstalacji musi dysponować przygotowanym przez instalatora schematem jednookresowym mikroinstalacji;

14. Zestawienie wymagań i uwagi końcowe:

Pn [kW]	$P_n \leq 3,68$	$3,68 < P_n \leq 10$	$10 < P_n \leq 50$
Wymagania w zakresie zdalnego sterowania przez OSD	-		Możliwość zdalnego sterowania mocą czynną oraz możliwość zdalnego odłączenia mikroinstalacji tj. zaprzestania generacji mocy do sieci dystrybucyjnej
Automatyczna redukcja mocy przy $f > 50,2$ Hz wg. zadanej charakterystyki $P(f)$	TAK		
Regulacja mocy biernej wg. zadanej charakterystyki $Q(U)$ i $\cos \varphi$, (P)	TAK		
Układ zabezpieczeń: komplet zabezpieczeń nad- i podnapięciowych, nad- i podczęstotliwościowych,	Zintegrowany z falownikiem		
Sposób połączenia ²	1-fazowo lub 3-fazowo	3-fazowo	

W przypadku wątpliwości w interpretacji należy wystąpić ze stosownym wnioskiem do OSD.

² Dla jednego Punktu Poboru Energii (PPE) dopuszcza się zabudowę mikroinstalacji za pomocą falowników jednofazowych w następujących przypadkach:

- dla mikroinstalacji o mocy zainstalowanej nie większej niż 3,68 kW na każdej fazie,
- dla mikroinstalacji o mocy zainstalowanej większej niż 3,68 kW na każdej fazie, pod warunkiem automatycznego wyłączenia całej mikroinstalacji w przypadku wystąpienia asymetrii generowanej mocy powyżej 3,68 kW.

