



IQ7 :
IQ7, IQ7plus, IQ7X, IQ7A

Raport certyfikacyjny

Wymagania kodeksu sieci dla PGU typu A – Polska

ENPHASE ENERGY NL. B.V

Raport No.: CR-GCC-DNVGL-SE-0124-08047_A072-0

Data: 2021-09-24



Nazwa projektu:	IQ7 IQ7, IQ7plus, IQ7X, IQ7A	DNV Energy Systems Renewables Certification
Tytuł raportu:	Raport certyfikacyjny Wymagania kodeksu sieci dla PGU typu A Polska	Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH Brooktorkai 18
Customer:	ENPHASE ENERGY NL. B.V, Het Zuiderkruis 65 5215MV 's-Hertogenbosch Holandia	20457 Hamburg Germany Tel.: +49 40 36149-0
Osoba kontaktowa:	Federico Brunelli fbrunelli@enphaseenergy.com	
Data wydania:	2021-09-24	
Projekt Nr.:	10308489	
Raport Nr.:	CR-GCC-DNVGL-SE-0124-08047_A072-0	

Obowiązująca umowa (umowy) regulująca dostarczenie niniejszego raportu: (219391-SFA-20210824)

Cel: Weryfikacja zgodności kodu sieciowego rodziny mikroinwerterów Enphase IQ7, w tym IQ7, IQ7plus, IQ7X, IQ7A

Przygotowany przez:

A. VOSS

Digitally signed by Voss, Aleksandra
Date: 2021.09.24 12:34:33 +02'00'

Aleksandra Voss
Engineer

Sprawdzony i zatwierdzony przez:

i.A. Ulvgård

Ulvgård, Liselotte
2021.09.24 12:37:37 +02'00'

Liselotte Ulvgård
Senior Engineer

Copyright © DNV 2021. Wszelkie prawa zastrzeżone. O ile nie uzgodniono inaczej na piśmie: (i) Niniejsza publikacja ani jej części nie mogą być kopiowane, reprodukowane ani przekazywane w żadnej formie ani w żaden sposób, zarówno cyfrowo, jak i w inny sposób; (ii) Treść niniejszej publikacji zostanie zachowana przez klienta jako poufna; (iii) Żadna osoba trzecia nie może polegać na jej treści; oraz (iv) DNV nie zobowiązuje się do zachowania należytej staranności wobec jakiegokolwiek osoby trzeciej. Odwoływanie się do części niniejszej publikacji, które może prowadzić do błędnej interpretacji jest zabronione.

DNV Dystrybucja:

- OTWARTA. Nieograniczona dystrybucja, wewnętrzna i zewnętrzna.
- Tylko do użytku wewnętrznego. Dokument wewnętrzny DNV.
- POUFNE. Dystrybucja w ramach DNV zgodnie z obowiązującą umową.*.
- TAJNA. Dostęp tylko dla osób upoważnionych.

Słowa kluczowe:

GCC, DNVGL-SE-0124, moduł prądotwórczy, moduł parku mocy, certyfikacja urządzeń, RfG, inwerter fotowoltaiczny, inwerter PV, Polska

* Definicja dystrybucji: DNV Renewables Certification

Rev Nr.	Data	Uzasadnienie wydania	Przygotowany przez	Sprawdzony i zatwierdzony przez
0	2021-09-24	Wydanie pierwsze	Aleksandra Voss	Liselotte Ulvgård

Spis treści

1	STRESZCZENIE	1
2	KRYTERIA OCENY	1
3	ZAKRES OCENY	2
3.1	Ogólny	2
3.2	Punkty NC RfG /D/ w zakresie	2
4	INFORMACJE OGÓLNE.....	2
4.1	Schematyczny opis jednostki wytwórczej	2
4.2	Dane techniczne głównych komponentów	3
4.3	Przeprowadzanie badań, konfiguracja badań	4
5	WERYFIKACJA ZGODNOŚCI Z KODEKSEM SIECI	5
5.1	Zakres częstotliwości	5
5.2	Wytrzymałość na zmiany częstotliwości (RoCoF)	6
5.3	Zanik mocy czynnej	6
5.4	Tryb z ograniczoną czułością na częstotliwość - nadczęstotliwościowy (LFSM-O)	7
6	MOŻLIWOŚĆ PRZENIESIENIA.....	11
7	UWAGI	11
8	PODSUMOWANIE.....	12
9	ODNOŚNIKI	13

1 STRESZCZENIE

Celem niniejszego raportu certyfikacyjnego jest udokumentowanie oceny zgodności jednostek wytwórczych z kodeksem sieci: inwerterów IQ7, IQ7plus, IQ7X, IQ7A, wchodzących w skład rodziny inwerterów IQ7 firmy Enphase, wymienionych w punkcie 4.2 niniejszego raportu certyfikacyjnego.

Ocena dokonywana jest na podstawie przedstawionych poniżej raportów i zestawień pomiarowych:

- Raport z badań: P2021081102, ISO17025 akredytowany /1/
- Informacje o producencie dostarczone przez Enphase /5/

Badania przeprowadzono na urządzeniu IQ7A. Sprawozdanie z badań /1/ oraz odpowiednie informacje producenta /5/ zostały ocenione zgodnie z kryteriami oceny zawartymi w wytycznych w rozdziale 2. Przeprowadzono ocenę możliwości przeniesienia, przedstawioną w rozdziale 6, aby ocenić, w jaki sposób wyniki badań dla urządzenia IQ7A mogą zostać zaakceptowane dla całej rodziny inwerterów IQ7.

Wynik oceny jest przedstawiony na końcu niniejszego raportu certyfikacyjnego, który zawiera rekomendację jako część ostatecznej decyzji certyfikacyjnej.

2 KRYTERIA OCENY

Ocena opiera się na następujących elementach, których zakres został określony w sekcji 3.

/A/ Specyfikacja usług DNVGL-SE-0124: Certyfikacja zgodności z kodeksem sieci, DNV GL, marzec 2016 r.

/B/ Warunki i procedury stosowania certyfikatów w procesie przyłączania modułów prądotwórczych do sieci elektroenergetycznych, wersja 1.2, PTPiREE, z dnia 2021-04-28, (dalej: PTPiREE 2021-04)

/C/ 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., z dnia 2018-12-18 zatwierdzone Decyzją Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki DRE.WOSE.7128.550.2.2018.ZJ z dnia 2 stycznia 2019 r, (w dalszej części: PSE 2018-12)

/D/ Rozporządzenie Komisji (UE) 2016/631 z dnia 14 kwietnia 2016 r. ustanawiające kodeks sieci dotyczący wymogów w zakresie przyłączania generatorów do sieci, opublikowane w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej L112/1, KOMISJA EUROPEJSKA, 27/04/2016 r. (w dalszej części: NC RfG)

3 ZAKRES OCENY

3.1 Ogólny

Ocena obejmuje wymagania mające zastosowanie do modułów Power Park (PPM) typu A, dla których certyfikaty urządzeń są wymagane w polskiej dyrektywie certyfikacyjnej PTPIREE 2021-04 /B/, jak szerzej opisano w punkcie 3.2. Ocena obejmuje zarówno wymagania wyczerpujące, w pełni zdefiniowane przez NC RfG /D/, jak i wymagania niewyczerpujące, dla których uzupełniające szczegóły wymagań zostały pozyskane z krajowej specyfikacji dla Polski w PSE 2018-12 /C/.

Zakres oceny obejmuje następujące zagadnienia:

- Kompletność dokumentów i pomiarów
- Wiarygodność otrzymanych dokumentów
- Zgodność warunków badania dokumentów z tymi wymienionymi w sekcji 2
- Ocena wyników pomiarów pod kątem wymagań dokumentów wymienionych w punkcie 2.

3.2 Paragrafy NC RfG /D/ w zakresie

Tabela 3-1 Zakres oceny i wyniki

Funkcjonalności	NC RfG /D/	PSE 2018-12 /C/	Typ A	Wynik oceny (*)
Zakres częstotliwości	13.1(a)	13.1 (a)(i)	x	Zgodny
Wytrzymałość przy szybkiej zmianie częstotliwości (RoCoF), df/dt	13.1 (b)	13.1 (b)	x	Zgodny
Zdalne odłączenie mocy czynnej	13.6	13.6	x	Zgodny
Tryb z ograniczoną czułością na częstotliwość - nadczęstotliwościowy (LFM-O)	13.2	13.2 (a), (b), (f)	x	Zgodny

(*) Proszę również zwrócić uwagę na odpowiednie warunki zgodności, jak podano w sekcji 7.

4 INFORMACJE OGÓLNE

4.1 Schematyczny opis jednostki wytwórczej

Mikroinwertery Enphase PV z rodziny IQ7, składającej się z: IQ7, IQ7plus, IQ7X, IQ7A przekształcają energię elektryczną generowaną przez moduły fotowoltaiczne (DC) na jednofazowy prąd zmienny (AC).

Pracują one przy znamionowym napięciu wyjściowym 230 V i znamionowej mocy czynnej od 240 W do 349 W. Wszystkie wykorzystują to samo oprogramowanie sterujące i mają tylko niewielkie różnice sprzętowe, aby dostosować się do różnych mocy wyjściowych. Jak wyjaśnia producent /5/, różnice te nie mają wpływu na zachowanie elektryczne w ramach certyfikacji.

Mikroinwerter jest instalowany wraz z bramką komunikacyjną o nazwie Envoy, która jest oddzielnym urządzeniem mogącym łączyć się z wieloma mikroinwerterami. Envoy służy do zdalnego monitorowania i dostępu do sterowania, które odbywa się za pomocą oprogramowania zdalnego interfejsu o nazwie "Enlighten".

Dane elektryczne jednostki wytwórczej zestawiono w dalszej części rozdziału.

4.2 Dane techniczne głównych komponentów

Poniżej podano podstawowe dane techniczne głównych komponentów IQ7, zgodnie z informacją producenta /5/.

Tabela 4-1 Specyfikacja ogólna

Jednostka wytwórcza	IQ7	IQ7plus	IQ7X	IQ7A
Ilość faz	1	1	1	1
Znamionowa moc pozorna	240	290	315	349
Znamionowa moc czynna	240	290	315	349
Napięcie znamionowe AC (faza do fazy)	230	230	230	230
Częstotliwość znamionowa	50	50	50	50

Tabela 4-2 Wejście DC

Min. napięcie MPPT	27	27	53	38
Maks. napięcie MPPT	37	45	64	43
Maks. napięcie wejściowe DC	48	60	79.5	58
Maks. prąd wejściowy DC	10	12	6.5	10.2

Tabela 4-3 Wersja oprogramowania

Jednostka wytwórcza	IQ7
Wersja oprogramowania sprzętowego	520-00082-r01-v04.28.07
Wersja oprogramowania	4.28.07
Bramka komunikacyjna	Envoy
Numer modelu	ENV-S-WM-230

Jednostka transformatorowa

Transformator nie jest częścią jednostki wytwórczej i w związku z tym nie został uwzględniony w ocenie.

Zabezpieczenie sieci

Ochrona sieci nie jest objęta zakresem certyfikacji.

Ustawienia sterowania

Ponieważ IQ7 nie posiada interfejsu sterującego, cała komunikacja odbywa się poprzez bramkę komunikacyjną Envoy, która jest używana zarówno podczas instalacji, jak i eksploatacji. Jest ona zdalnie obsługiwana za pomocą oprogramowania interfejsu "Enlighten", które jest chronione hasłem i obsługiwane tylko przez instalatora i Enphase.

Podczas instalacji, w oprogramowaniu interfejsu "Enlighten" wybierany jest określony "profil sieciowy" oraz "numer wersji", aby dostosować się do lokalnych wymagań. Dla tego raportu certyfikacyjnego wybrano profil sieciowy o nazwie "EN 50549-1:2019 ENTSOe RFG Typ A Polska <10kW" o numerze wersji 1.2.10, został oceniony pod kątem funkcjonalności w ramach niniejszej certyfikacji.

Należy zauważyć, że zgodność można osiągnąć również przy innych ustawieniach profilu sieci i sterowania, ale zmiany ustawień sterowania będą miały wpływ na zachowanie sterowania inwertera, co może mieć wpływ na zgodność. Należy podkreślić, że ostateczne ustawienia muszą być uzgodnione na poziomie projektu w porozumieniu z właściwym operatorem systemu.

Należy również zaznaczyć, że zmiany w ustawieniach inwertera wymagają aktualizacji wersji profilu sieciowego, która jest wykonywana zdalnie przez Enphase poprzez oprogramowanie "Enlighten" i bramkę komunikacyjną Envoy. Tym samym ustawienia te nie są bezpośrednio dostępne dla właściciela instalacji lub operatora systemu.

Ustawienia zabezpieczeń nie zostały uwzględnione w ocenie. Ponieważ mogłyby one wpływać na zgodność ocenianych funkcji, należy je poddać dalszej ocenie na poziomie projektu.

4.3 Przeprowadzone badania, konfiguracja badania

Badania wykorzystane do tej oceny, przedstawione w raporcie z badań /1/ zostały zakończone 2021-09-22 w Laboratoriach EnTEST w Nowej Zelandii. Badania wykonano dla potrzeb certyfikacji zgodnie z normą EN50549-1 /9/. Nie zastosowano specyficznej metodyki badań, ponieważ nie ma standardowej normy badawczej dla polskich wymogów. Każda z metod badawczych została opisana w kolejnych punktach 5.1-5.4 na podstawie informacji zawartych w raporcie z badań oraz informacji uzupełniających dostarczonych przez laboratorium badawcze.

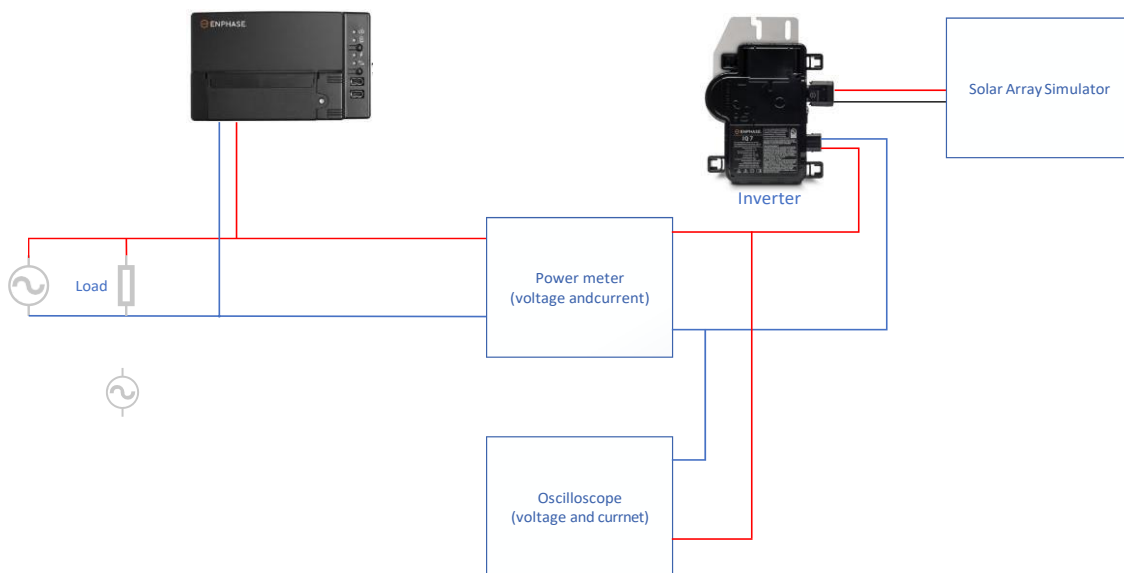
Wszystkie badania zostały wykonane w ramach akredytacji ISO-17025 i zostały przeprowadzone na urządzeniu IQ7A. Należy zauważyć, że laboratorium testowe EnTEST jest również częścią Enphase Energy, tak samo jak producent. Ryzyko dotyczące bezstronności zostało poruszone podczas oceny i firma Enphase dostarczyła informacje na temat tego, w jaki sposób laboratorium testowe zarządza tą kwestią w ramach swojej akredytacji IEC17025, co zostało przekazane za pośrednictwem poczty elektronicznej /12/.

Tabela 4-4 Wykonane badania, zgodnie z dokumentacją w sprawozdaniu z badań /1/

Badanie	Raport z badania
Zakres częstotliwości	4.4.2 z /1/
Wytrzymałość przy szybkiej zmianie częstotliwości (RoCoF), df/dt	4.5.2 z /1/
Zdalne odłączenie mocy czynnej	4.11.1 z /1/
Tryb z ograniczoną czułością na częstotliwość - nadczęstotliwościowy (LFSM-O)	4.6.1 z /1/

Badania przeprowadzono z wykorzystaniem symulatora Solar Array Simulator jako symulacji modułu PV oraz programowalnego symulatora sieci AC jako symulacji sieci elektroenergetycznej i sieci transmisyjnej. Uproszczony schemat układu badawczego przedstawiono na rysunku 4-1.

Schemat połączeń testowych.



Rysunek 4-1 Uproszczony schemat układu badawczego /11/.

Należy zauważyć, że zarówno w przypadku odłączenia mocy czynnej, jak i LFSM-O (zmiana ustawień lub blokada) IQ7 jest zależny od bramki komunikacyjnej Envoy, co szerzej opisano w punktach 5.3 i 5.4, jak również w warunkach w punkcie 7.

5 WERYFIKACJA ZGODNOŚCI Z KODEKSEM SIECI

5.1 Zakres częstotliwości

5.1.1 Wstęp

Wymagania dotyczące zakresu częstotliwości, określone dla Europy kontynentalnej w art. 13 pkt 1 lit. a) ppkt i) w NC RfG /D/ oraz w krajowej specyfikacji dla Polski PSE 2018-12 /C/, zestawiono w tabeli 5-2.

Tabela 5-1 Zakres częstotliwości: wymagania, /C/

Zakres częstotliwości	Wymagany czas działania
47,5 Hz-48,5 Hz	30 min
48,5 Hz-49,0 Hz	30 min
49,0 Hz-51,0 Hz	Nieograniczony
51,0 Hz-51,5 Hz	30 min

5.1.2 Schemat i opis badania

Badania przeprowadzono z wykorzystaniem symulatora Solar Array Simulator jako symulacji modułu PV oraz programowalnego AC Grid jako symulacji sieci energetycznej i sieci przesyłowej.

Badania przedstawione w rozdziale 4.4.2 ocenianego raportu z badań /1/ zostały wykonane w oparciu o normę G98/1-6 /7/ pkt. A.1.2.10 zgodnie z wyjaśnieniami laboratorium badawczego przesłanymi pocztą elektroniczną /11/.

Celem tego testu było potwierdzenie, że testowany sprzęt jest w stanie pozostać podłączony do sieci i pracować w określonych zakresach częstotliwości. Wartość zadana częstotliwości roboczej została ustawiona na określone wartości, a działanie obserwowano co najmniej przez czas określony w tabeli 5-2.

5.1.3 Podsumowanie oceny

Tabela 5-2 przedstawia czas trwania badań określony w raporcie z badań /1/. Testowany inwerter nie odłączył się w tym czasie ani nie wykazywał oznak niestabilności.

Tabela 5-2 Zakres częstotliwości: badania

Częstotliwość z badania /1/	Wymagany czas działania /C/
20 s przy 47 Hz	Poza wymaganiami
90 min przy 47.5 Hz	30 min
90 min przy 51.5 Hz	30 min
15 min przy 52 Hz	Poza wymaganiami

Na podstawie przeprowadzonych badań można potwierdzić, że zakres częstotliwości inwertera jest zgodny z podanymi wymaganiami.

5.2 Wytrzymałość na zmiany częstotliwości (RoCoF)

5.2.1 Wstęp

W odniesieniu do wytrzymałości na zmiany częstotliwości RoCoF, zgodnie z art. 13 pkt 1 (b) NC RfG /D/ oraz z krajową specyfikacją dla Polski w PSE 2018-12 /C/, Jednostka Wytwórcza (PGU) musi mieć zdolność do pozostawiania przyłączona do sieci i pracować z szybkością zmian częstotliwości do:

$$\left| \frac{df_{max}}{dt} \right| = 2.0 \left| \frac{Hz}{s} \right|$$

gdzie wartość ta byłaby mierzona jako wartość średnia w ramach okna pomiarowego o długości 500 ms.

Wymóg $\left| \frac{df_{max}}{dt} \right| = 2.0 \left| \frac{Hz}{s} \right|$ stanowi wymóg minimalny. Jeśli zastosowana technologia umożliwia podłączenie do

sieci i pracy z większą szybkością zmian częstotliwości, ograniczenie pracy PGU do wartości określonej powyżej lub niższej jest niedopuszczalne, chyba że wynika to z ustawienia przed skutkami zaniku napięcia sieciowego typu szybka zmian częstotliwości.

5.2.2 Schemat i opis badania

Badania przeprowadzono przy użyciu symulatora Solar Array Simulator jako symulacji modułu PV oraz programowalnego symulatora AC Grid dla sieci energetycznej i sieci przesyłowej.

Badania przedstawione w rozdziale 4.5.2 raportu z badań /1/ dotyczące wytrzymałości RoCoF zostały przeprowadzone w oparciu o normę G98/1-6 /7/ sekcja A.1.2.6 z funkcją wzrostu częstotliwości o 2 Hz/s-1 zgodnie z wyjaśnieniami laboratorium badawczego przesłanymi pocztą elektroniczną /11/.

Badania przeprowadzono zarówno w zakresie niskich, jak i wysokich częstotliwości (49.0 Hz \leftrightarrow 51.0 Hz) jak również z wysokich częstotliwości do niskich (51.0 \leftrightarrow 49.0 Hz) z szybkością zmiany częstotliwości 2Hz/s, jak zostało to wyjaśnione przez laboratorium badawcze za pośrednictwem poczty elektronicznej /11/ i zweryfikowane jako dane pierwotne /10/.

5.2.3 Podsumowanie oceny

Badania wytrzymałości RoCoF, przedstawione w raporcie z badań /1/ i zweryfikowane jako dane pierwotne /10/ potwierdzają zdolność do pokonywania zmian częstotliwości w zakresie 49-51 Hz, z odchyleniem ± 2 Hz/s.

5.3 Zanikanie mocy czynnej

5.3.1 Wstęp

Ogólne wymagania dotyczące odłączenia mocy czynnej dla PGU typu A są określone w art. 13 pkt 6 NC RfG /D/. Dalsza specyfikacja dla Polski jest dodana przez art. 13 pkt 6 PSE 2018-12 /C/. Jednostka powinna być wyposażona w interfejs logiczny (port wejściowy) w celu przerywania wyprowadzania mocy czynnej w ciągu pięciu sekund od otrzymania instrukcji na porcie wejściowym. Właściwy operator systemu powinien mieć prawo do określenia wymagań dla urządzeń umożliwiających zdalną obsługę tego urządzenia.

Wymagane jest, aby PGU było przystosowane do zdalnego sterowania przez odpowiedniego OS, w zakresie zaprzestania wytwarzania aktywnej mocy wyjściowej. Standardy telekomunikacyjne powinny być określone przez właściwego OS.

5.3.2 Schemat i opis badania

Badania przeprowadzono przy użyciu symulatora Solar Array Simulator jako symulacji modułu PV oraz programowalnego symulatora AC Grid dla sieci energetycznej i sieci przesyłowej.

Badania przedstawione w rozdziale 4.11.1 raportu z badań /1/ dotyczące odłączenia mocy czynnej zostały wykonane w sposób opisany poniżej. Zdalne wyłączenie mocy czynnej przeprowadzono z wykorzystaniem wejść DRM. DRM to tryb reakcji na zapotrzebowanie, pierwotnie opracowany na potrzeby australijskiego kodeksu sieciowego, który wykorzystuje wejścia cyfrowe. Jeśli wejścia te są otwarte lub zwarte, inwertery zaprzestają produkcji energii.

Podczas badań sygnał do zaprzestania wytwarzania mocy czynnej był wysyłany przez bramkę komunikacyjną Envoy, poprzez zwarcie wejścia cyfrowego DRM. Mierzony był czas od momentu odebrania przez Envoy polecenia zaprzestania do momentu, gdy moc czynna spadła do zera.

5.3.3 Podsumowanie oceny

Wyniki badań, przedstawione szerzej w raporcie z badań /1/, wykazują, że inwerter jest w stanie zredukować moc czynną do zera w ciągu 1,3 s od momentu odebrania zewnętrznego sygnału o zaniku mocy czynnej.

Można stwierdzić, że wymagania dotyczące zaprzestania dostarczania mocy czynnej mogą być spełnione pod warunkiem, że IQ7 jest podłączony do bramki komunikacyjnej Envoy. Jak potwierdził producent /5/, nie ma innego, bardziej bezpośredniego sposobu osiągnięcia zdalnego zaprzestania zasilania czynnego za pomocą znormalizowanych protokołów komunikacyjnych. Prosimy o zapoznanie się z odpowiednim warunkiem w punkcie 7.

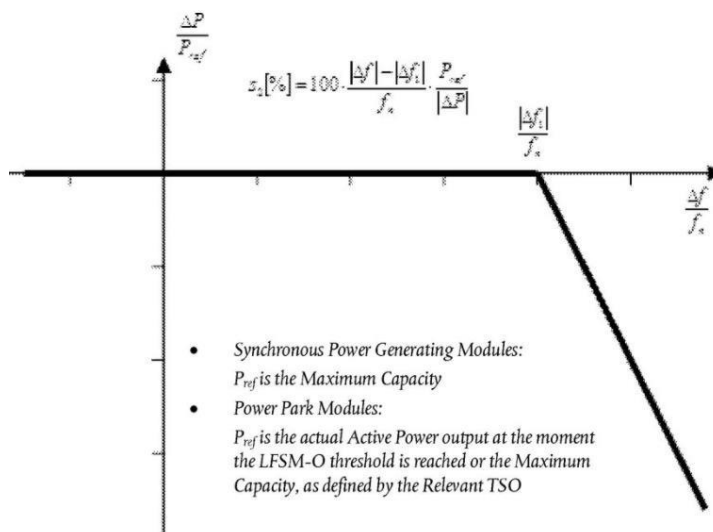
5.4 Tryb z ograniczoną czułością częstotliwości - nadczęstotliwościowy (LFSM-O)

5.4.1 Wstęp

Wymagania dotyczące zdolności LFSM-O dla modułów prądotwórczych typu A są określone w art. 13 pkt 2 NC RfG /D/. Dalsza specyfikacja dla danego regionu jest dodana przez odpowiedni paragraf w PSE 2018-12 /C/.

PGU powinno być zdolne do zapewnienia odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej zgodnie z rysunkiem 5-1 z możliwością wyboru progu częstotliwości w zakresie: od 50,2 Hz do 50,5 Hz, z wartością domyślną, 50,2 Hz oraz wybieralnymi ustawieniami spadku w zakresie: od 2 do 12%, z wartością domyślną 5%. Czas reakcji na aktywację dłuższy niż 2 sekundy musi być uzasadniony technicznie, a urządzenie musi być zdolne do stabilnej pracy w trybie LFSM-O przy spadku mocy czynnej do minimalnego poziomu regulacyjnego. Jak dalej określono dla Polski, do obliczania spadku mocy jako wartość odniesienia PREF należy stosować maksymalną moc osiągalną (a nie moc rzeczywistą przed aktywacją trybu LFSM-O). Ponadto musi istnieć możliwość interwencji operatora systemu (OS) i zablokowania trybu LFSM-O.

W art. 13 ust. 2 lit. g) NC RfG /D/ znajduje się szczególne wymaganie, aby w przypadku aktywnego LFSM-O "wartość zadana LFSM-O była nadrzędna w stosunku do wszelkich innych aktywnych wartości mocy znamionowych".



Rysunek 5-1 Charakterystyka częstotliwościowa mocy czynnej modułów prądotwórczych w LFSM-O.NC RfG /D/

5.4.2 Schemat i opis badania

Badania przeprowadzono z wykorzystaniem symulatora Solar Array Simulator jako symulacji modułu PV oraz programowalnej sieci AC Grid dla sieci elektroenergetycznej i sieci przesyłowej.

Badania przedstawione w rozdziale 4.6.1 ocenianego raportu z badań /1/ zostały przeprowadzone w oparciu o normę EN 50438 /8/ D.3.3, jak wyjaśniło laboratorium badawcze za pośrednictwem poczty elektronicznej /11/. W tych badaniach częstotliwość robocza została zwiększona przez programowalną sieć AC Grid powodując, że PGU wykonało zwiększenie częstotliwości, co następnie spowodowało zmniejszenie mocy wyjściowej ze względu na funkcjonalność LFSM-O.

Testy przeprowadzono dla 3 różnych zestawów parametrów, aby potwierdzić zdolność do zmiany parametrów i prawidłowe zachowanie przy tych ustawieniach. Badane zestawy parametrów przedstawiono w Tabeli 5-3, a odpowiadające im testy częstotliwości w Tabeli 5-4.

Tabela 5-3 Ustawienia dla badań LFSM-O

	Ustawienie 1	Ustawienie 2	Ustawienie 3	Ustawienie 4	Ustawienie 5
Próg aktywacji	50.2 Hz	50.2 Hz	50.2 Hz	50.2 Hz	50.5 Hz
Histeresa *	wyłączona	wyłączona	włączona	włączona	włączona
Spadek	5 %	5 %	12%	12%	2%
Obciążenie	Moc pełna	Połowa mocy	Moc pełna	Połowa mocy	Moc pełna

* Przy włączonym trybie histerezy, który domyślnie nie jest aktywny, ograniczenie mocy czynnej będzie utrzymywane do momentu osiągnięcia progu dezaktywacji.

Tabela 5-4 Etapy częstotliwości dla badań LFSM-O

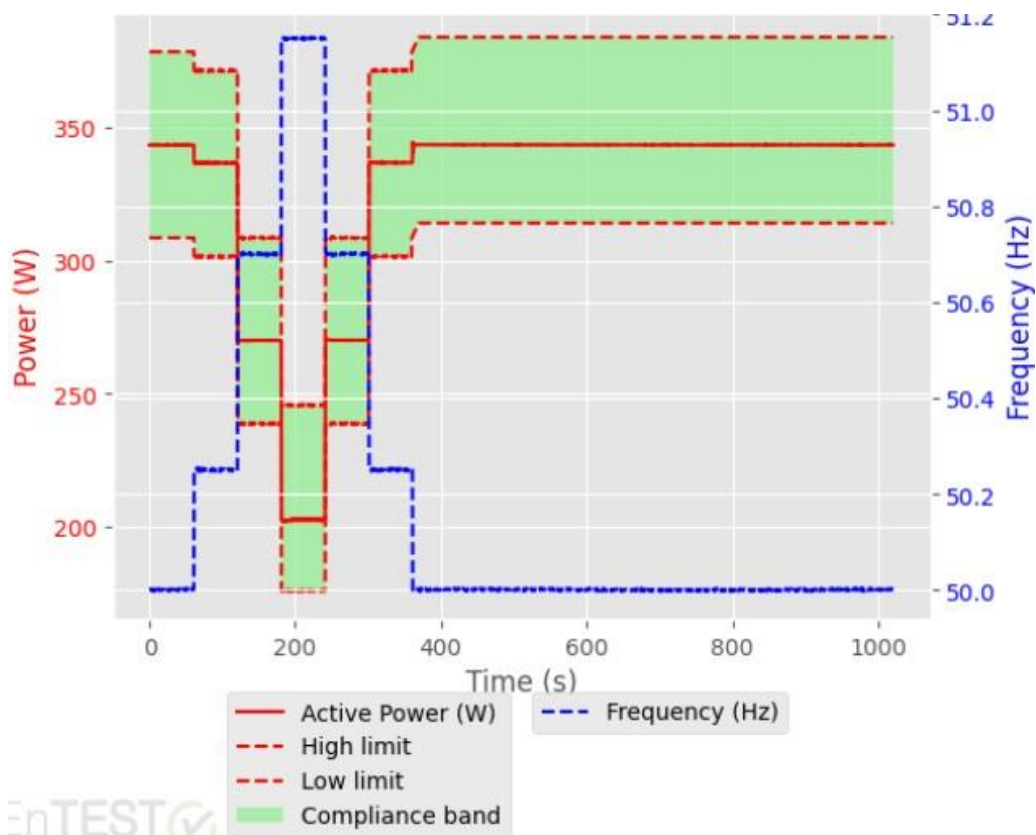
Stopień częstotliwości	Symulowana częstotliwość sieci dla ustawień 1-4	Ustawienie 5
1	50.00 Hz	50.00 Hz
2	50.25 Hz	50.55 Hz
3	50.70 Hz	50.70 Hz
4	51.15 Hz	51.15 Hz
5	50.70 Hz	50.70 Hz
6	50.25 Hz	50.55 Hz
7	50.00 Hz	50.00 Hz

5.4.3 Podsumowanie oceny

Wybrane wyniki badań LFSM-O, zamieszczone w sprawozdaniu z badań /1/, przedstawiono na rys. 5-2 i rys. 5-4. Pokazują one, jak moc wyjściowa (górną wykres) reaguje na stopnie częstotliwości (dolny wykres) w zakresie 50,0 i 51,2 Hz.

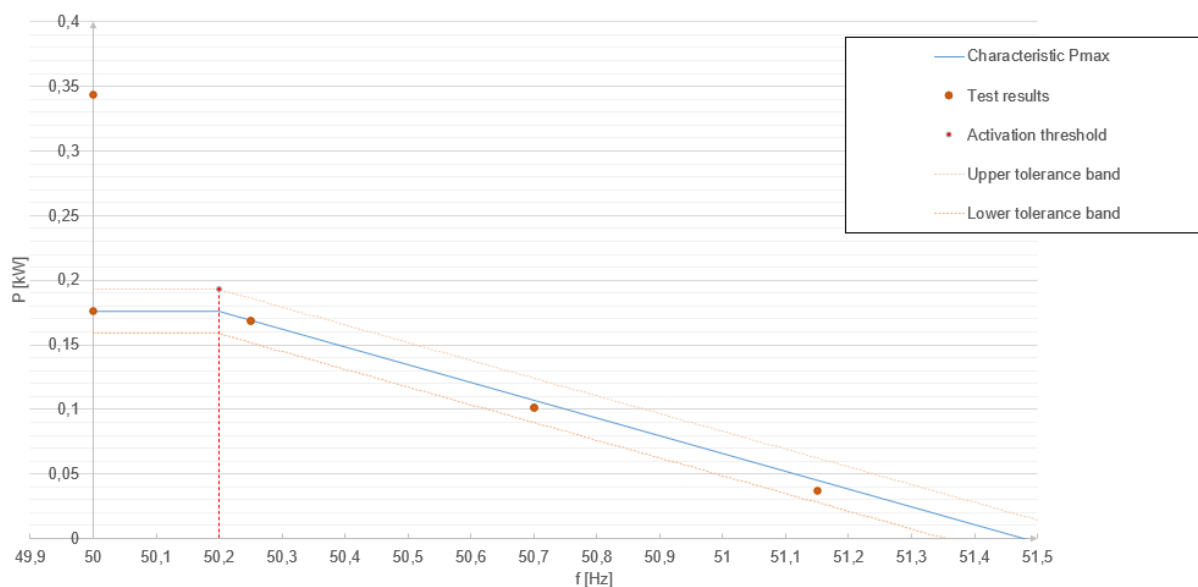
Jak widać na rys. 5-2 i rys. 5-4, badane urządzenie wykazuje stabilną pracę podczas badań i jest zgodne z maksymalnym czasem opóźnienia aktywacji odpowiedzi częstotliwościowej poniżej 1s, czyli poniżej wymaganych 2s. Na rysunku 5-4 potwierdzono również stabilną pracę przy minimalnym poziomie regulacji (moc czynna bliska zeru).

Jak widać na rysunku 5-3, zmierzona wartość spadku jest nieco niższa od wartości zadanej, ale mieści się w granicach tolerancji ($\pm 5\%$ Pn zgodnie z definicją FGW TG3 /6/). Potwierdzono również, że inwerter wykorzystuje Pmax jako wartość referencyjną do obliczenia odpowiedniej odpowiedzi LFSM-O.

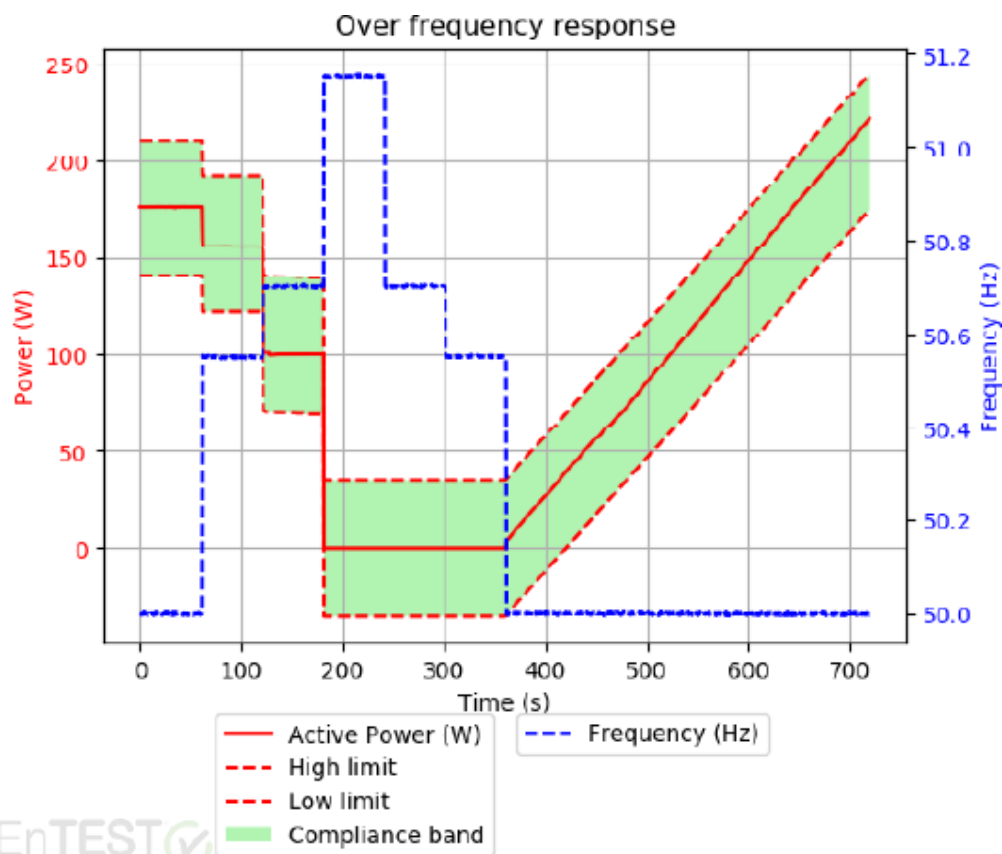


Rysunek 5-2 Wyniki badań LFSM-O, przedstawiające stopnie częstotliwości wejściowej (linia niebieska) i odpowiedź w zakresie mocy czynnej (linia czerwona), spadek:5%, próg aktywacji: 50,2 Hz (ustawienie 1) /1/

LFSM-O test results: droop =5 %, activation threshold = 50,2 Hz



Rysunek 5-3 Wynik badania LFSM-O, przedstawiający wyniki badań (pomarańczowe kropki) w porównaniu z wymaganą charakterystyką spadku (niebieska linia). spadek:5%, próg aktywacji: 50,2 Hz, (ustawienie 2). W oparciu o dane z /1/



Rysunek 5-4 Wyniki testu LFSM-O, przedstawiające stopnie częstotliwości wejściowej (linia niebieska) i odpowiedź w zakresie mocy czynnej (linia czerwona). Spadek:2%, próg aktywacji: 50,5 Hz, próg dezaktywacji włączony (ustawienie 5) /1/

W trakcie badań wykorzystano pięć zestawów parametrów, co potwierdziło możliwość ustawienia parametrów w wymaganych zakresach. Należy zwrócić uwagę, że funkcja histerezy, czyli funkcja utrzymywania ostatniej wartości ograniczenia mocy do momentu powrotu częstotliwości do określonego progu wyłączenia jest domyślnie wyłączona, jak widać na rysunku 5-4. Nie jest ona również wymagana przez przepisy.

Ponadto, potwierdzono, że sterowanie LFSM-O ma priorytet w stosunku do innych aktywnych wartości zadanych mocy, gdy jest aktywne, zgodnie z informacjami producenta /5/. Jeśli chodzi o zdalne blokowanie i działanie interwencyjne, Enphase deklaruje na podstawie informacji producenta /5/, że możliwa jest zmiana ustawień i wyłączenie LFSM-O tylko poprzez aktualizację ustawień sterowania. Można to zrobić zdalnie poprzez bramkę komunikacyjną Envoy, tworząc i aktywując nowy profil kodu sieciowego w oprogramowaniu online interfejsu Enlighten. Ten dostęp jest chroniony hasłem i takie aktualizacje będą generalnie zarządzane przez Enphase, na żądanie operatora systemu. To, czy jest to wystarczająca forma implementacji dla wymogu blokowania LFSM-O, musi być ostatecznie uzgodnione przez operatora systemu (OS), jak wskazano również w warunkach w sekcji 7.

Poza blokadą LFSM-O, konfiguracja ta ogranicza także dostęp do zmiany ustawień inwertera, w szczególności dla LFSM-O, ale także ogólnie. Dlatego też konieczne będzie uzgodnienie na poziomie projektu pomiędzy właścicielem instalacji, właściwym operatorem systemu (OS) i Enphase zakresu odpowiedzialności i procedury zmian i aktualizacji ustawień inwertera. Patrz również odpowiedni warunek w punkcie 7.

Na podstawie przeprowadzonych testów i dostarczonych informacji można potwierdzić zgodność z podanymi wymaganiami, biorąc pod uwagę warunki podane w rozdziale 7.

6 MOŻLIWOŚĆ PRZENIESIENIA

W celu wykorzystania wyników badań z IQ7A do certyfikacji wszystkich wersji w rodzinie IQ7, wymienionych w sekcji 4.2, ocena możliwości przeniesienia została wykonana. Specyfikacja usług DNV DNVGL-SE-0124 /A/ i norma DNVGL-ST-0125 /3/ pozwalają na przeniesienie pomiarów w oparciu o równoważność techniczną, co oznacza, że nie powinno być różnic między wersjami, które mogłyby wpłynąć na mierzone i oceniane zachowanie elektryczne w sposób negatywny. Jeśli chodzi o dopuszczalny zakres przenoszenia wyników badań, najbliższą obowiązującą instrukcją można znaleźć w niemieckiej instrukcji certyfikacji FGW TG8 rew 9 /2/ oraz w kodzie sieci VDE-AR N 4110 /4/, która mówi, że wyniki z badanej jednostki mogą być przenoszone do zakresu mocy pozornej:

$$S_{MIN} = \frac{1}{\sqrt{10}} S_{TEST} \leq S_{TEST} \leq 2 \cdot S_{TEST} = S_{MAX}$$

W przypadku ocenianej rodziny inwerterów, która obejmuje jednostki w zakresie od 240 W do 349 W (i odpowiednio od 240 do 349 VA), dopuszczono badanie tylko jednego wariantu. Firma Enphase przedłożyła dokumentację /5/ z opisami istotnych podobieństw i różnic pomiędzy poszczególnymi wersjami, opisanymi szerzej w punkcie 4.1, oraz tego, w jaki sposób mogłyby one wpłynąć na certyfikowane parametry. Na tej podstawie można potwierdzić, że jednostki wytwórcze można uznać za technicznie równoważne i że wszelkie różnice między nimi nie miałyby wpływu na oceniane zdolności.

Zdecydowano się przetestować najwyższy model w rodzinie inwerterów, IQ7A o znamionowej mocy czynnej 349 W (odpowiednio 349 VA). Wyniki badań byłyby takie same dla wszystkich wersji w rodzinie w zakresie: zakresu częstotliwości, ROCOF i ustania mocy czynnej. Dla LFSM-O przewiduje się, że charakterystyka odpowiedzi będzie miała taki sam kształt przy proporcjonalnych wartościach mocy.

7 WARUNKI

- Zmiany w projekcie systemu, sprzęcie lub oprogramowaniu certyfikowanych inwerterów PV muszą być zatwierdzone przez DNV.
- Ustawienia inwertera muszą być ostatecznie uzgodnione i sprawdzone na poziomie projektu, aby zapewnić zgodność z kodem sieciowym, w oparciu o wymagania właściwego operatora systemu (OS). W przypadku funkcjonalności objętych niniejszą certyfikacją, więcej informacji na temat ocenianych ustawień można znaleźć w rozdziale Ustawienia sterowania w punkcie 4.2 oraz w odpowiednich rozdziałach raportu 5.1-5.4.
- Należy zauważyć, że ustawienia inwertera nie są bezpośrednio dostępne dla właściciela instalacji lub operatora systemu. Zamiast tego, takie aktualizacje będą dokonywane przez Enphase zdalnie poprzez oprogramowanie "Enlighten" i bramkę komunikacyjną Envoy. Procedury i odpowiedzialność za zmiany ustawień muszą zostać uzgodnione pomiędzy właścicielem instalacji, operatorem systemu i Enphase na poziomie projektu.
- W przypadku odłączenia mocy czynnej, inwerter jest zależny od zewnętrznej jednostki komunikacyjnej Envoy, która posiada port wejściowy DMR, który w przypadku zwarcia lub przerwania obwodu powoduje odłączenie mocy czynnej. Więcej informacji na ten temat znajduje się w punktach 5.3.2 i 5.3.3.
- Jak dalej opisano w punkcie 5.4.3, najbliższą dostępną opcją zdalnego zablokowania funkcji LFSM-O jest jej wyłączenie poprzez aktualizację ustawień inwertera. Może to być wykonane tylko zdalnie przez Enphase poprzez oprogramowanie "Enlighten" i bramkę komunikacyjną Envoy, na żądanie operatora systemu. Ponieważ nie istnieje bardziej bezpośredni sposób blokowania LFSM-O, jak wymaga tego art. 13 ust. 2 lit. a) PSE /C/, musi to zostać zaakceptowane przez operatora systemu na poziomie projektu.



8 PODSUMOWANIE

Rodzina inwerterów fotowoltaicznych Enphase IQ7, w tym IQ7, IQ7plus, IQ7X, IQ7A, opisana w punkcie 4.2 została oceniona pod kątem zgodności z kryteriami oceny wyszczególnionymi w punkcie 2 i zakresem wyszczególnionym w punkcie 3. Przy uwzględnieniu warunków podanych w punkcie 7 nie ma żadnych przeciwwskazań, aby przyjąć, że rodzina inwerterów IQ7 spełnia kryteria oceny wymienione w punkcie 2.

9 ODNOŚNIKI

/1/	Pomiar według normy 50549-1:2019, Raport No: P2021081102	120 stron	Z dnia 2021-09-22
/2/	Wytyczne techniczne: FGW TG8: Wytyczne techniczne Część 8 - Certyfikacja charakterystyk elektrycznych jednostek wytwórczych, systemów i magazynów energii elektrycznej, jak również ich komponentów przyłączonych do sieci, FGW, Rewizja 9/	325 stron	Z dnia 2019-02-01
/3/	Norma: DNVGL-SE-0125: Zgodność z kodeksem sieciowym, DNV GL, marzec 2016 r.	61 stron	Z dnia 2016-03
/4/	Norma: VDE-AR-N 4110: Wymagania techniczne dotyczące przyłączenia i eksploatacji instalacji odbiorcy do sieci średniego napięcia, VDE, 2018-11	260 stron	Z dnia 2018-11
/5/	Informacje o producentach DNV-Enphase-01	11 stron	Z dnia 2021-09-23
/6/	Wytyczne techniczne dotyczące jednostek i systemów wytwarzania energii elektrycznej, Część 3: Określanie charakterystyk elektrycznych jednostek i systemów wytwarzania energii elektrycznej przyłączonych do sieci SN, WN oraz NN, opublikowane przez Towarzystwo Promocyjne na rzecz Energetyki Wiatrowej i Innych Energii Odnawialnych e.V. (FGW) Rewizja 25	327 stron	Z dnia 01/09/2018
/7/	Zalecenie inżynierskie G98 Zagadnienie 1 Zmiana 6	80 stron	Z dnia 06/09/2021
/8/	Wymagania dotyczące równoległego przyłączania mikro instalacji do publicznych sieci dystrybucyjnych niskiego napięcia EN 50438	70 stron	Z dnia 12/2013
/9/	Norma: EN 50549-1:2019, Wymagania dotyczące jednostek wytwórczych przyłączanych równolegle do sieci dystrybucyjnych - Część 1: Przyłączanie do sieci dystrybucyjnej niskiego napięcia - Zakłady wytwarzające energię elektryczną do typu B włącznie (Europa)	76 stron	Z dnia 2019-02
/10/	Całościowe dane z testów ROCOF: Zakres danych_1626674658.3353252.csv	1 strona	Dostarczone 2021-09-22
/11/	Korespondencja mailowa z laboratorium testowym "RE: ACCEPT RE: Enphase Inverter Certification for Poland"	1 strona	Dostarczona 2021-09-15
/12/	Korespondencja mailowa z laboratorium badawczym "RE Enphase Inverter Certification for Poland - Impartiality"	1 strona	Dostarczona 2021-09-23



O DNV

DNV jest niezależnym ekspertem w dziedzinie zarządzania ryzykiem i zapewniania bezpieczeństwa, działającym w ponad 100 krajach. Dzięki swojemu szerokiemu doświadczeniu i dogłębnej ekspertyzie DNV wspiera bezpieczeństwo i zrównoważone funkcjonowanie, wyznacza standardy przemysłowe, a także inspirowanie i tworzy rozwiązania.

Niezależnie od tego, czy DNV ocenia nowy projekt statku, optymalizuje wydajność farmy wiatrowej, analizuje dane z czujników w gazociągu, czy też certyfikuje łańcuch dostaw firmy spożywczej, umożliwia swoim klientom i ich partnerom podejmowanie kluczowych decyzji z ufnością.

Kierując się swoim celem, jakim jest ochrona życia, mienia i środowiska, DNV pomaga stawiać czoła wyzwaniom i globalnym przemianom, przed jakimi stają dziś jego klienci i cały świat, a także jest zaufanym partnerem dla wielu odnoszących największe sukcesy i myślących przyszłościowo firm na świecie.