



ZESTAW PERFORMANCE
PRZEWODNIK DOTYCZĄCY TRWAŁOŚCI

STARLINK

SPIS TREŚCI

01	PRZEGLĄD	3
	1.1 Najważniejsze cechy zestawu Starlink Performance	3
02	SZCZEGÓŁOWE INFORMACJE DOTYCZĄCE TRWAŁOŚCI	5
	2.1 Topienie śniegu	5
	2.2 Grad	5
	2.3 Upadek	5
	2.4 Wibracje	5
	2.5 Wstrząsy	6
	2.6 Wnikanie wody i pyłu	6
	2.7 Właściwości termiczne	6
	2.7.1 Ograniczenia wydajności związane z temperaturą	7
	2.7.2 Przyspieszone termiczne testy żywotności	7
	2.8 Korozja/środowisko morskie	8
	2.9 Wiatr	8
03	SZCZEGÓŁOWE INFORMACJE DOTYCZĄCE ZAAWANSOWANEGO ZASILACZA	8
	3.1 Napięcie wejściowe i częstotliwość	8
	3.2 Testowanie zgodności z normami IEC	9
04	POBÓR MOCY PRZEZ ZESTAW STARLINK PERFORMANCE	9
05	ODNIESIENIA	10

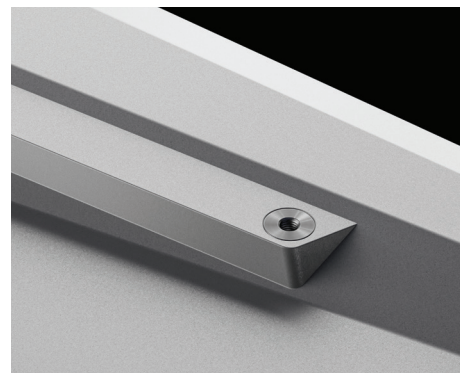
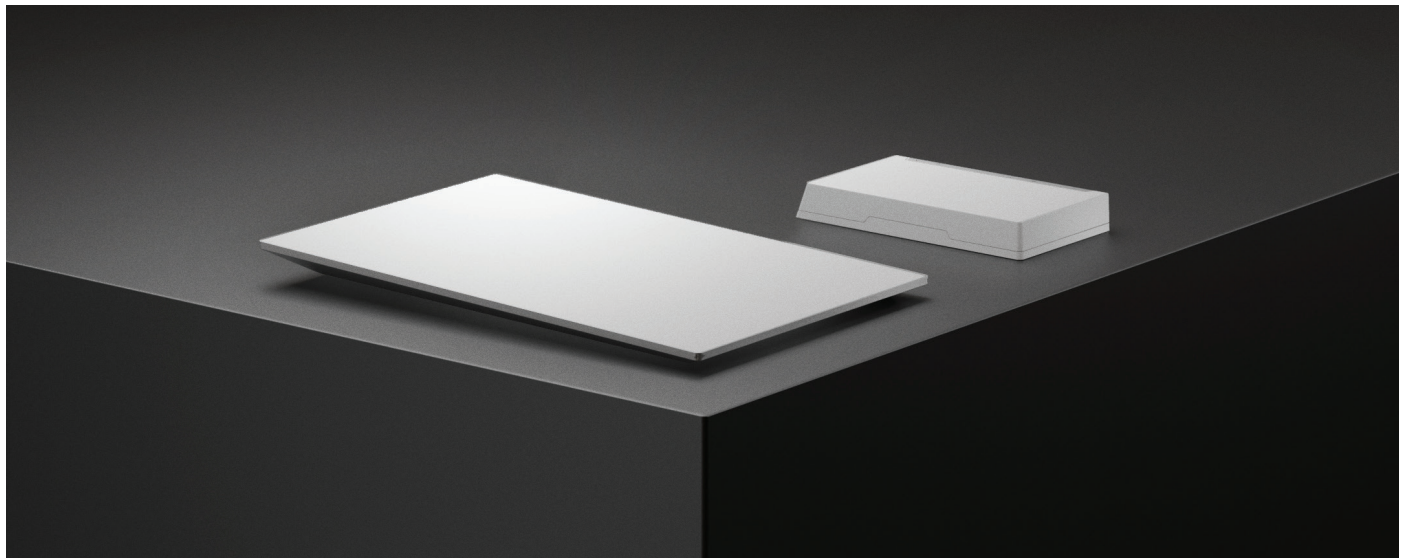
01. PRZEGLĄD

Ten dokument zawiera dodatkowe informacje na temat trwałości zestawu Starlink Performance w rzeczywistych warunkach. Dane te nie zastępują certyfikatów produktowych ani zaleceń dotyczących użytkowania i mają wyłącznie charakter informacyjny.

1.1 | NAJWAŻNIEJSZE CECHY ZESTAWU STARLINK PERFORMANCE

Zestaw Starlink Performance został zaprojektowany jako wzmocniony produkt przeznaczony dla klientów, którzy wymagają niezawodnej, szybkiej łączności w najtrudniejszych warunkach pogodowych. Oferuje on szereg cech, które zapewniają niezrównany poziom wytrzymałości. Są to m.in.:

- obudowa z aluminium malowanego proszkowo, która zapewnia ochronę przed uderzeniami i odporność na korozję;
- odporność na wodę i pył do stopnia ochrony IP68 bez zainstalowanego złącza oraz złącze blokujące, które zapewnia odporność na wodę i pył do stopnia ochrony IP69K;
- konstrukcja zapewniająca wytrzymałość na silne wibracje i wstrząsy;
- kąt skanowania 140° idealny do zastosowań korporacyjnych i mobilnych;
- zaawansowany zasilacz umożliwiający zasilanie prądem przemiennym (podstawowe źródło zasilania), prądem stałym (podstawowe źródło zasilania) lub prądem przemiennym (podstawowe źródło zasilania) + prądem stałym (zapasowe źródło zasilania);
- złącze umożliwiające jego zakończenie w terenie w przypadku niestandardowych sposobów montażu;
- wkładki gwintowane ze stali nierdzewnej zapewniające solidny montaż;
- lepsze właściwości termiczne umożliwiające efektywne topienie śniegu i wyższą wydajność w ekstremalnych temperaturach.



Zestaw Starlink Performance przeszedł rygorystyczne testy, spełniając warunki wymienione w tabeli 1, i zapewnia 10-letnią żywotność w najgorszych warunkach pogodowych. Profile testów niezawodności opracowano na podstawie ekstremalnych warunków klimatycznych, w tym odpowiadających warunkom pustynnym i arktycznym, a także środowiskom o wysokim poziomie wibracji i wilgoci.

Tabela 1. Informacje dotyczące trwałości zestawu Starlink Performance

Test trwałości		Starlink Performance	Zaawansowany zasilacz Starlink
Grad		3,1 cm (1,25 in)	3,1 cm (1,25 in)
Upadek		1,0 m	1,5 m
Wibracje	Gęstość widmowa	3,96 GRMS	3,96 GRMS
	Czas trwania	34 godziny/oś	34 godziny/oś
Wstrząsy	Funkcjonalne	50 g, 11 ms impuls półsinusoidalny	50 g, 11 ms impuls półsinusoidalny
	Uderzeniowe	75 g, 6 ms impuls piłokształtny	-
Wnikanie pyłu/wody		IP69K	IP68
Korozja/środowisko morskie		ASTM B117 i G85 A3	-
Graniczne temperatury robocze	Temp. maks.	60°C (140°F)*	60°C (140°F)
	Temp. min.	-40°C (-40°F)	-40°C (-40°F)
Wiatr		ponad 270 km/h (ponad 170 mph)	-

* Procedura ograniczania wydajności może zostać uruchomiona przy niższej temperaturze, aby chronić urządzenie (różni się w zależności od przepustowości).
** Testowane przy użyciu uchwytów Starlink do montażu na płasko i klinowych.



02. SZCZEGÓŁOWE INFORMACJE DOTYCZĄCE TRWAŁOŚCI ZESTAWU STARLINK PERFORMANCE

2.1 | TOPIENIE ŚNIEGU

Urządzenie Starlink Performance jest w stanie topić śnieg z szybkością 8,9 cm/h (3,5 in/h), gdy gęstość śniegu wynosi 100 kg/m³, i z szybkością 13,2 cm/h (5,2 in/h), gdy gęstość śniegu wynosi 68 kg/m³. Terminal użytkownika powinien być zamontowany za pomocą uchwyty klinowego, uchwyty ściennego lub adaptera do rur, aby zapewnić spływanie wody z powierzchni, co pozwoli utrzymać najlepsze połączenie z satelitami Starlink.

2.2 | GRAD

Zestaw Starlink Performance i zaawansowany zasilacz Starlink pomyślnie przeszły testy odporności na uderzenia gradu o średnicy do 3 cm (1,25 in) bez wpływu na wydajność.

2.3 | UPADEK

Zestaw Starlink Performance zachowuje sprawność po jednym upadku na stal z wysokości 1 m, niezależnie od tego, którą stroną upadnie, a zaawansowany zasilacz Starlink zachowuje sprawność po jednym upadku na stal z wysokości 1,5 m, niezależnie od tego, którą stroną upadnie.

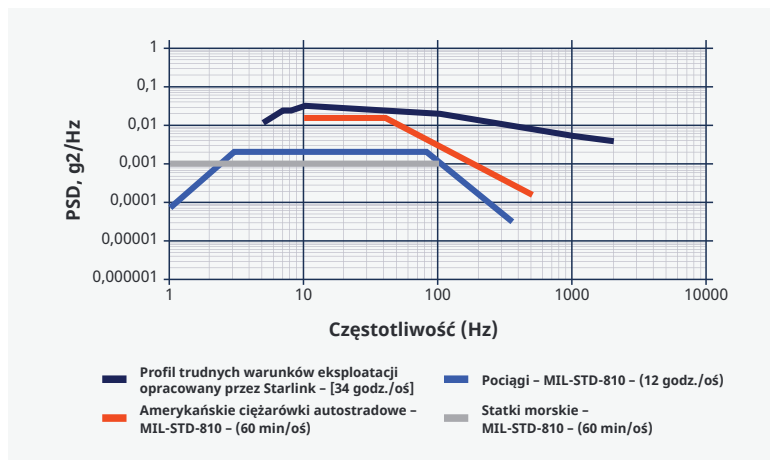
2.4 | WIBRACJE

Zestaw Starlink Performance i zaawansowany zasilacz Starlink pomyślnie przeszły testy odporności na silne vibracje, gdy były zamontowane na uchwytach urządzenia Mobility do montażu na płasko i klinowych. Profil ten został stworzony poprzez takie dostosowanie poziomów gęstości widmowej (PSD), punktów granicznych częstotliwości i czasu trwania testu, aby odpowiadał przypadkom zastosowania w kolejnictwie, budownictwie, na pojazdach lądowych, statkach morskich i w rolnictwie z okresem żywotności wynoszącym 10 lat. Mimo tego, że profile dla niektórych branż mogą wykazywać wyższe PSD na niektórych częstotliwościach, skumulowane uszkodzenia wynikające z wydłużonego czasu trwania testu odpowiednio kompensują różnice w wartościach PSD. Każda oś była testowana na tych samych poziomach, aby sprzęt nadawał się do montażu w dowolnym położeniu.

Tabela 2. Poziomy ekspozycji dla profili Starlink odpowiadających trudnym warunkom eksploatacji

Oś pionowa/poprzeczna/wzdłużna	
Częstotliwość (Hz)	PSD, g ² /Hz
5	0,0115
7	0,0231
8	0,0231
10	0,0249
100	0,0192
1000	0,0050
2000	0,0037
Czas trwania testu: 34 godziny na oś	
GRMS: 3,69	

Wykres 1. Porównanie profili testów wibracyjnych dla typowych zastosowań – oś pionowa



Powyżej przedstawiono porównania profili testowych między naszymi zatwierdzonymi poziomami a normą MIL-STD-810H. Należy zwrócić uwagę, że czasy trwania testów są różne, co oznaczono w legendzie.

2.5 | WSTRZĄSY

Zestaw Starlink Performance i zaawansowany zasilacz Starlink zostały poddane wewnętrznie opracowanemu profilowi wstrząsów, który obejmował 3 impulsy wstrząsów półsinusoidalnych 50 g o czasie trwania impulsu 11 ms w każdym z sześciu położań sprzętu na uchwycie klinowym i do montażu na płasko. Ten test kwalifikuje sprzęt do montażu w dowolnym położeniu i odpowiada warunkom w większości środowisk terenowych i morskich.

Oprócz funkcjonalnych testów wstrząsowych zestaw Starlink Performance pomyślnie przeszedł testy z wykorzystaniem profilu wstrząsów uderzeniowych MIL-STD-810H, obejmującego piłokształtny impuls wstrząsowy o wartości 75 g i czasie trwania 6 ms, przy montażu na uchwycie klinowym i do montażu na płasko.

2.6 | WNIKANIE WODY I PYŁU

Zestaw Starlink Performance osiągnął stopień ochrony IP68 przy odłączonym złączu i stopień ochrony IP69K przy podłączonym złączu. Test zanurzeniowy przy odłączonym złączu został przeprowadzony na głębokości 1,1 m i trwał przez ponad 30 minut. Testy IPx9K przeprowadzono przy ciśnieniu wody powyżej 8 MPa i temperaturach przekraczających 80°C. Test obejmuje 30 sekund aktywnego natrysku z każdej dyszy, przy czym dysze są rozmieszczone co 30 stopni na wszystkich powierzchniach terminala użytkownika. Maksymalna odległość terminala użytkownika od strumienia wysokociśnieniowego wynosi 150 mm.

Zaawansowany zasilacz Starlink osiągnął stopień ochrony IP68 przy wszystkich prawidłowo podłączonych złączach. Wewnętrzny test zanurzeniowy IPx8 został przeprowadzony na głębokości 1,1 m i trwał przez ponad 30 minut. Przeprowadzono dodatkowe testy dla stopni ochrony IPx5 (strumień wody pod niskim ciśnieniem), IPx6 (strumień wody pod wysokim ciśnieniem) i IPx7 (zanurzenie <1 m), które zakończyły się wynikami pozytywnymi.

2.7 | WŁAŚCIWOŚCI TERMICZNE

Tabela 3. Podsumowanie wydajności w różnych warunkach termicznych

	Temperatura maks.	Temperatura min.
Starlink Performance	60°C (140°F)	-40°C (-40°F)
Zaawansowany zasilacz Starlink	60°C (140°F)	-40°C (-40°F)

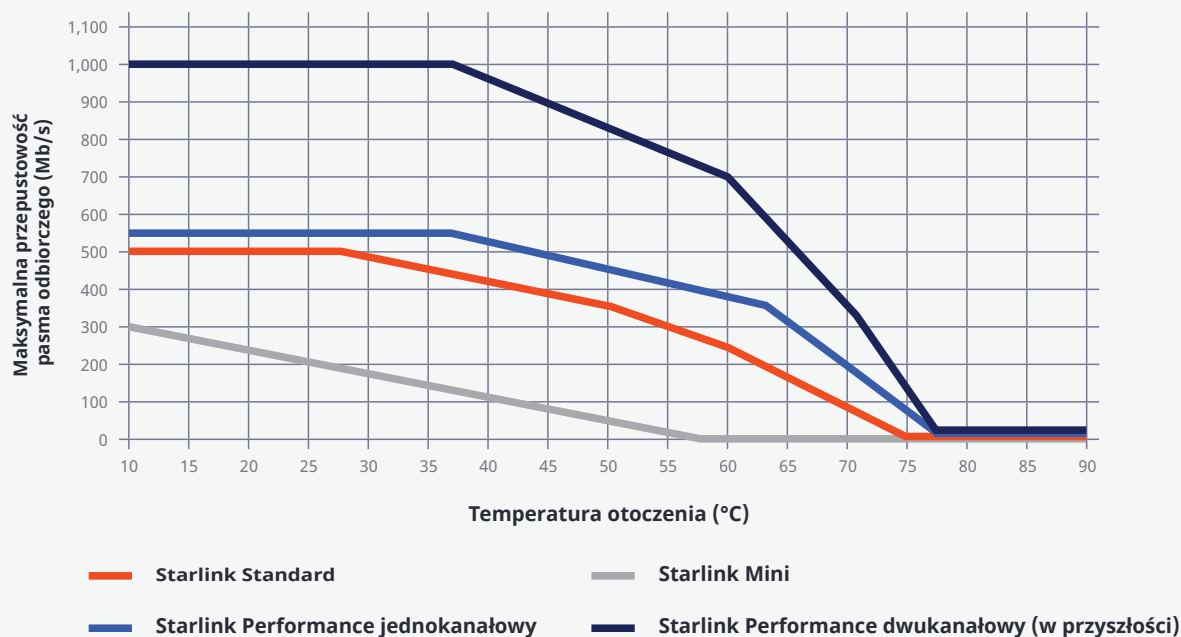
Temperatury te zakładają najgorsze warunki (brak wiatru i maksymalne nasłonecznienie). Testy funkcjonalne przeprowadzono w temperaturze do 80°C.

2.7.1 | OGRANICZENIA WYDAJNOŚCI ZWIĄZANE Z TEMPERATURĄ

„Temperatura maks.” wskazuje maksymalną temperaturę otoczenia, w której sprzęt może działać przy jej minimalnym wpływie na wydajność. Gdy temperatura otoczenia przekroczy tę wartość, urządzenie będzie działało nadal, ale w celu własnej ochrony ograniczy cykl pracy, zmniejszając maksymalną dopuszczalną przepustowość, aż do wymuszonego wyłączenia w temperaturze >75°C (167°F). Wiatr, intensywność nasłonecznienia i miejsce montażu mogą mieć wpływ na czas trwania i stopień ograniczenia przepustowości. Więcej informacji znajduje się na poniższym wykresie. Należy pamiętać, że funkcja przepustowości dwukanałowej wskazana poniżej na wykresie 2. to modernizacja sieci, która zostanie wprowadzona w przyszłości i będzie obsługiwana przez urządzenie Starlink Performance.

Wszystkie urządzenia są przystosowane do pracy w temperaturach do -40°C (-40°F) bez wpływu na wydajność. Pobór mocy w niższych temperaturach wzrośnie po włączeniu trybu topienia śniegu.

Wykres 2. Przepustowość w zależności od temperatury otoczenia przy pełnym nasłonecznieniu



2.7.2 | PRZYSPIESZONE TERMICZNE TESTY ŻYWOTNOŚCI

Oprócz testów funkcjonalnych w warunkach rzeczywistych, zestaw Starlink Performance przeszedł rygorystyczne przyspieszone testy żywotności, na podstawie których określono jego żywotność na minimum 10 lat.

Tabela 4. Podsumowanie przyspieszonego termicznego testu żywotności

Test	Profil	Czas trwania odpowiadający 10 latom
Cykle termiczne	od -40°C do 90°C (od -40°F do 195°F)	1040 cykli
Cykle zamrażania i rozmrażania z kapaniem wody	-15°C do 15°C (5°F do 60°F)	560 cykli
Wysoka temperatura i wilgotność	85% RH, 90°C (195°F)	125 godzin
Wysoka temperatura	100°C (212°F)	220 godzin

2.8 | KOROZJA/ŚRODOWISKO MORSKIE

Zestaw Starlink Performance przeszedł 3000 godzin testów ASTM B117 i 400 godzin testów ASTM G85 A3 bez wpływu na jego strukturę lub wydajność. Testy przeprowadzono z prawidłowo zamontowanymi złączami uszczelniającymi.

2.9 | WIATR

Starlink Performance został poddany działaniu wiatru o prędkości ponad 270 km/h (ponad 170 mph) we wszystkich położeniach przy montażu na uchwycie klinowym Starlink i uchwycie Starlink do montażu na płasko. Konfiguracje z wykorzystaniem uchwytów Starlink do montażu na ścianie i na słupie pomyślnie przeszły testy odporności na wiatr o prędkości do 177 km/h (110 mph), co odpowiada huraganowi kategorii 2.

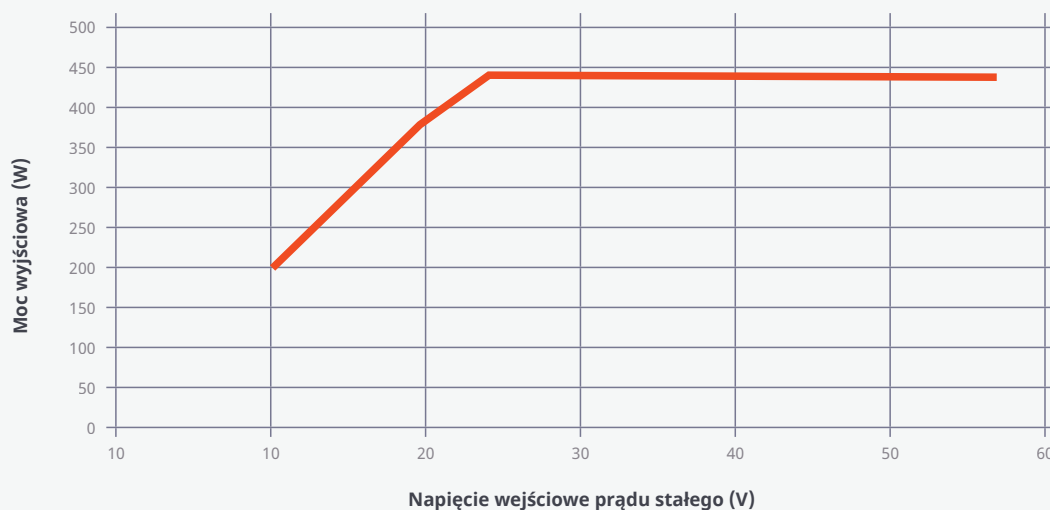
03. SZCZEGÓŁOWE INFORMACJE DOTYCZĄCE ZAAWANSOWANEGO ZASILACZA STARLINK

3.1 | NAPIĘCIE WEJŚCIOWE I CZĘSTOTLIWOŚĆ

Zaawansowany zasilacz Starlink obsługuje prąd przemienny o napięciu wejściowym od 90 V do 264 V, co odpowiada napięciom sieci jednofazowych na całym świecie. Ponadto zasilacz obsługuje częstotliwości od 47 Hz do 64 Hz, co odpowiada sieciom naziemnym o częstotliwościach od 50 Hz do 60 Hz $\pm$ 5%.

Zaawansowany zasilacz Starlink obsługuje prąd stały o napięciu wejściowym od 10,5 V do 57 V. Jednak w miarę możliwości zaleca się zasilanie systemu prądem stałym o napięciu powyżej 20 V. Przy niższych napięciach wejściowych moc wyjściowa zostanie zmniejszona, aby ograniczyć całkowite natężenie prądu z zasilacza do mniej niż 20 A. W takich przypadkach wydajność terminali użytkowników o dużym zapotrzebowaniu na moc (bardzo wysoka przepustowość przy aktywnym topieniu śniegu) może zostać zmniejszona z powodu ograniczenia dostępnej mocy.

Wykres 3. Napięcie wejściowe prądu stałego a moc wyjściowa



3.2 | TESTY ZGODNOŚCI Z NORMAMI IEC

Tabela 5. Testy zgodności zaawansowanego zasilacza Starlink z normami IEC

	Norma IEC	Wynik testu
Wyladowanie elektrostatyczne (ESD)	IEC 61000-4-2	Pozytywny
Szybkie elektryczne stany przejściowe	IEC-61000-4-4	Pozytywny
Odporność na przepięcia	IEC-61000-4-5	Pozytywny

04. POBÓR MOCY PRZEZ ZESTAW STARLINK PERFORMANCE

Pobór mocy jest w dużym stopniu uzależniony od sposobu użytkowania urządzenia Starlink i temperatury otoczenia. Czas, przez który urządzenie pozostaje w trybie wysyłania (TX) i odbierania (RX), ma wpływ na zwiększenie lub zmniejszenie zużycia energii. Należy pamiętać, że są to uśrednione wartości szacunkowe i będą się zmieniać w zależności od sposobu użytkowania, zasilania wejściowego oraz różnic między poszczególnymi urządzeniami.

Tabela 6. Pobór mocy przez zestaw Starlink Performance w temperaturze 25°C (77°F)

Tryb	Śr. moc (W)	Moc szczytowa (W)	Śr. natężenie prądu (A)	Szczytowe natężenie prądu (A)
Maks.	240	305	4,43	5,75
Średni	91,6	185,6	1,71	3,4
Bezczynny	11,4	14,5	0,21	0,27

Powyższa tabela nie uwzględnia mocy zużywanej przez router. Port routera w zaawansowanym zasilaczu Starlink może zasilać router z mocą do 40 W przy użyciu technologii PoE (Power over Ethernet). Całkowita zużyta moc, z uwzględnieniem podłączonego routera, będzie zależać od typu routera. Router Starlink będzie pobierał o 8-12 W więcej od powyższych wartości.

05. ODNIESIENIA

Numer dokumentu	Nazwa dokumentu
ASTM-G85	Standardowa praktyka przeprowadzania zmodyfikowanych testów mgły solnej
ASTM-B117	Standardowa praktyka obsługi aparatury do testów mgły solnej
MIL-STD-810H	Norma Departamentu Obrony w zakresie metod przeprowadzania testów: wymagania w zakresie inżynierii środowiskowej i testy laboratoryjne
IEC 61000-4-2	Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna Norma testowa w zakresie odporności na wyładowania elektrostatyczne
IEC 61000-4-4	Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna Norma odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe lub ich serie
IEC 61000-4-5	Norma testowa Międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej w zakresie testowania odporności na przepięcia



ZESTAW PERFORMANCE
PRZEWODNIK DOTYCZĄCY TRWAŁOŚCI

STARLINK