



SADA PERFORMANCE
PRŮVODCE ODOLNOSTÍ

STARLINK

OBSAH

01	PŘEHLED	3
	1.1 Výkonnostní parametry Starlinku	3
02	PODROBNOSTI O ODOLNOSTI	5
	2.1 Rozpouštění sněhu	5
	2.2 Kroupy	5
	2.3 Pád	5
	2.4 Vibrace	5
	2.5 Otřesy	6
	2.6 Vniknutí vody a prachu	6
	2.7 Teplota	6
	2.7.1 Limity výkonu při různých teplotách	7
	2.7.2 Tepelně zrychlené testování životnosti	7
	2.8 Koroze / mořské prostředí	8
	2.9 Vítr	8
03	PODROBNOSTI O POKROČILÉM NAPÁJECÍM ZDROJI	8
	3.1 Vstupní napětí a frekvence	8
	3.2 Testování norem IEC	9
04	SPOTŘEBA ENERGIE STARLINKU PERFORMANCE	9
05	REFERENCE	10

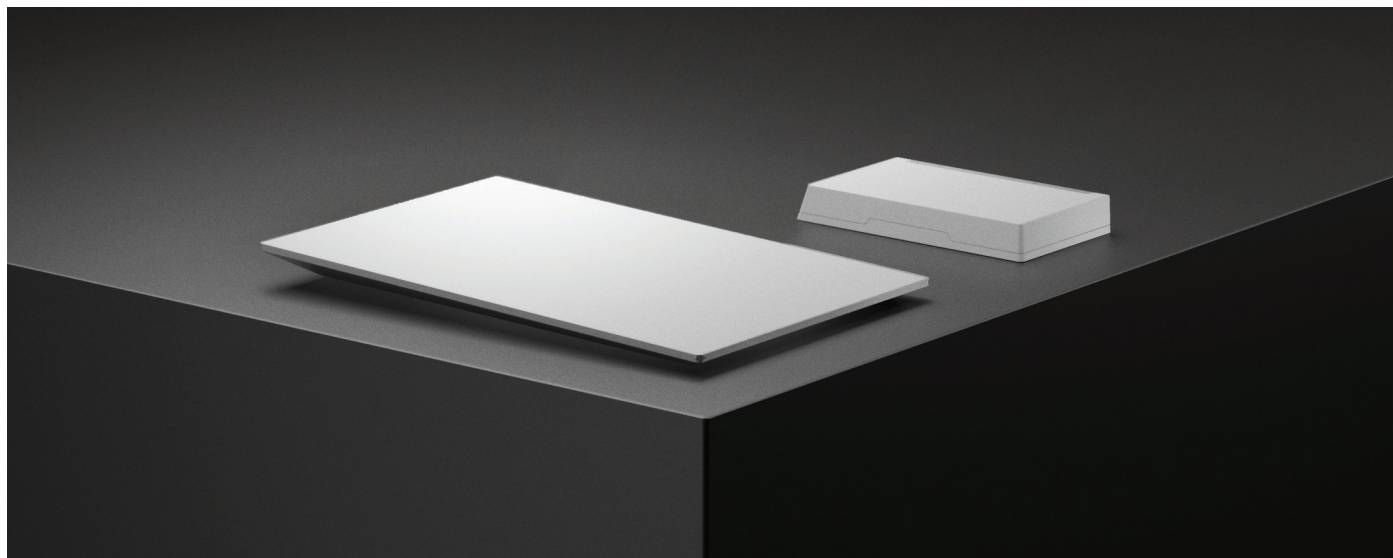
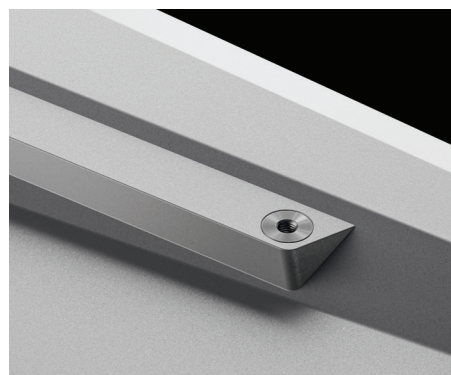
01. PŘEHLED

Tento dokument je určen k poskytnutí dalších informací o odolnosti produktové sady Starlink Performance v reálném prostředí. Tyto informace nenahrazují žádné certifikace produktů ani doporučené limity použití a jsou určeny pouze pro informování.

1.1 | STARLINK PERFORMANCE – TO NEJDŮLEŽITĚJŠÍ

Starlink Performance byl navržen jako odolné řešení pro zákazníky, kteří vyžadují spolehlivé a vysokorychlostní připojení v nejnáročnějších podmínkách. Mezi nejmodernější funkce zajišťující odolnost patří:

- Práškově lakovaný hliníkový kryt pro ochranu proti nárazům a odolnost proti korozi
- Odolnost proti vodě a prachu IP68 bez instalovaného konektoru a uzamykatelný konektor, který zajišťuje odolnost proti vodě a prachu IP69K
- Navržen tak, aby odolal agresivním vibracím a otřesům
- Úhel skenování 140° je ideální pro firemní potřeby a použití v pohybu
- Pokročilý napájecí zdroj schopný napájení střídavým proudem (primární), stejnosměrným proudem (primární) nebo střídavým proudem (primární) + stejnosměrným proudem (záložní)
- Konektor s možností ukončení v terénu pro vlastní instalace
- Závitové vložky z nerezové oceli pro robustní montáž
- Zlepšení výkonu při různých teplotách pro efektivní rozpouštění sněhu a vyšší výkon při extrémních teplotách



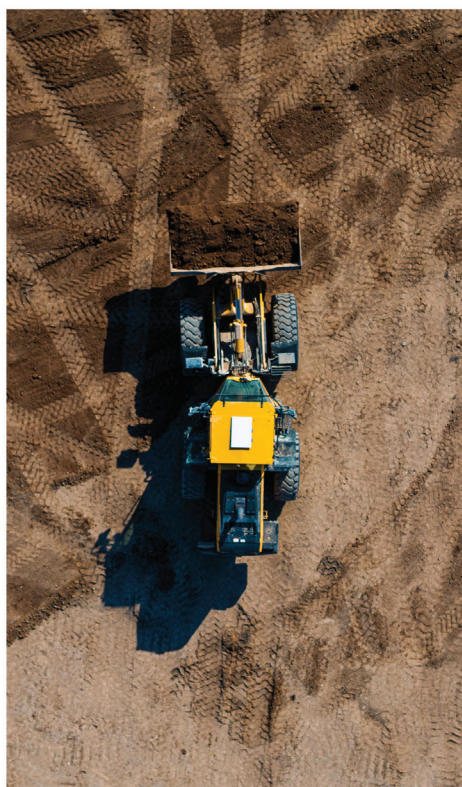
Sada Starlink Performance byla důkladně testována, aby vyhověla podmínkám uvedeným v tabulce 1, přičemž 10letá konstrukční životnost se určovala podle nejhoršího možného prostředí. Profily testů spolehlivosti byly odvozeny z nejextrémnějších klimatických podmínek, včetně těch, které odpovídají pouštním a arktickým podmínkám, spolu s vysokými vibracemi a prostředími s vysokou vlhkostí.

Tabulka 1: Přehled odolnosti sady Starlink Performance

Test odolnosti		Starlink Performance	Pokročilý napájecí zdroj Starlink
Kroupy		1,25 palce (3,18 cm)	1,25 palce (3,18 cm)
Pád		1,0 m	1,5 m
Vibrace	PSD	3,96 GRMS	3,96 GRMS
	Doba trvání	34 hodin/osa	34 hodin/osa
Otřesy	Funkční	50 g, 11 ms půlsinusový puls	50 g, 11 ms půlsinusový puls
	Náraz	75 g, 6 ms pilovitý puls	-
Vniknutí prachu/vody		IP69K	IP68
Koroze / mořské prostředí		ASTM B117 a G85 A3	-
Tepelné limity provozu	Max. teplota	60 °C (140 °F)*	60 °C (140 °F)
	Min. teplota	-40 °C (-40 °F)	-40 °C (-40 °F)
Vítr		270 km/h (170 mil/h)	-

*Při nižší teplotě může dojít k omezení výkonu, aby se zařízení ochránilo (liší se v závislosti na přenosové rychlosti)

**Testováno na klínových a plochých držácích Starlink



02. PODROBNOSTI O ODOLNOSTI STARLINKU PERFORMANCE

2.1 | ROZPOUŠTĚNÍ SNĚHU

Starlink Performance dokáže rozpustit sníh rychlostí 8,9 cm/h (3,5 palce/h), když je hustota sněhu 100 kg/m³, a rychlostí 13,2 cm/h (5,2 palce/h), když je hustota sněhu 68 kg/m³. Uživatelský terminál je třeba instalovat ve spojení s klínovým držákem, držákem na stěnu nebo adaptérem na trubky, aby se zajistilo odvádění vody z povrchu a zachoval se tak nejlepší signál se satelity Starlink.

2.2 | KROUPY

Starlink Performance a pokročilý napájecí zdroj Starlink byly testovány na odolnost proti nárazům krup o průměru až 1,25 palce (3,18 cm), aniž by došlo k ovlivnění výkonu.

2.3 | PÁD

Starlink Performance zůstává funkční po jednom pádu jakoukoli částí zařízení na ocel z výšky 1 m a pokročilý napájecí zdroj Starlink zůstává funkční po jednom pádu jakoukoli částí zařízení na ocel z výšky 1,5 m.

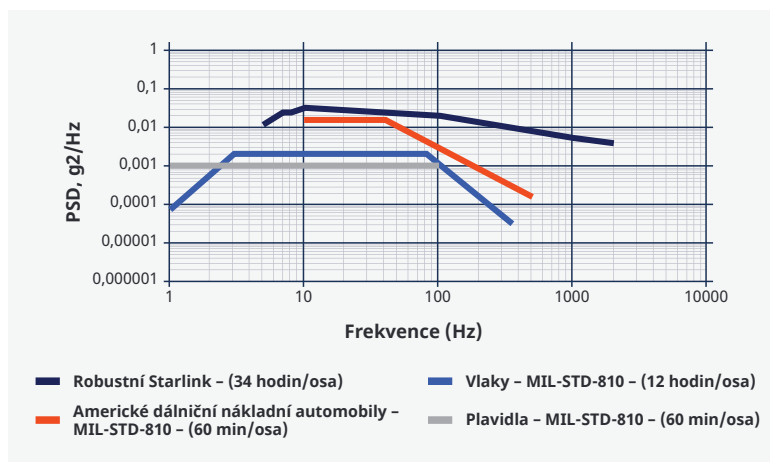
2.4 | VIBRACE

Starlink Performance a pokročilý napájecí zdroj Starlink prošly testováním robustního vibračního profilu na klínových a plochých držácích pro mobilitu. Tento profil byl vytvořen úpravou úrovně výkonové spektrální hustoty (PSD), frekvenčních zlomových bodů a doby trvání testu tak, aby zahrnoval případy použití pro železnici, stavebnictví, vozidla, plavidla a zemědělství s ekvivalentní životností 10 let. Ačkoli některé průmyslové profily mohou při některých frekvencích vykazovat vyšší PSD, kumulativní poškození přidané z prodloužené doby trvání testu zajišťuje dodatečné pokrytí, které zohledňuje rozdíly v PSD. Každá osa je provozována na stejných úrovních, aby byl hardware způsobilý pro jakoukoli orientaci instalace.

Tabulka 2: Úrovně expozice robustního profilu Starlink

Vertikální/příčný/podélný	
Frekvence (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
Doba trvání testu: 34 hodin na osu	
GRMS: 3,69	

Obrázek 1: Srovnání běžně používaných profilů vibračních testů – svislá osa



Výše jsou uvedena srovnání testovacích profilů mezi našimi kvalifikovanými úrovněmi a MIL-STD-810H. Upozorňujeme, že doba trvání testů se liší a je uvedena v legendě.

2.5 | OTŘESY

Starlink Performance a pokročilý napájecí zdroj Starlink prošly testováním interně odvozeného profilu otřesů sestávajícího ze 3x 50g polovičních sinusových impulsů otřesů s dobou trvání impulsu 11 ms v každé ze šesti orientací zařízení na klínovém a plochém držáku. Toto testování kvalifikuje hardware pro instalaci v jakékoli orientaci a zahrnuje většinu terénních a námořních prostředí.

Kromě funkčního testování otřesů zvládá Starlink Performance při instalaci na klínovém a plochém držáku profil nárazového nebezpečí MIL-STD-810H sestávající z 75g pilového impulsu otřesů s dobou trvání impulsu 6 ms.

2.6 | PRONIKÁNÍ VODY A PRACHU

Starlink Performance zajišťuje stupeň krytí IP68 s odpojeným konektorem a IP69K s připojeným konektorem. Bylo provedeno testování ponořením do hloubky 1,1 m na dobu delší než 30 minut. Testování IPx9K bylo provedeno při tlaku vody vyšším než 8 MPa a teplotách vyšších než 80 °C. Test zahrnuje 30 sekund aktivního postřiku na každé trysce, přičemž trysky byly nastaveny po 30 stupních na každé straně uživatelského terminálu. Maximální vzdálenost od uživatelského terminálu k vysokotlakému proudu je 150 mm.

Když byly všechny konektory správně připojeny, pokročilý napájecí zdroj Starlink zajišťoval stupeň krytí IP68. Bylo provedeno testování IPx8 ponořením do hloubky 1,1 m na dobu delší než 30 minut. Bylo provedeno další testování na IPx5 (nízkotlaký vodní proud), IPx6 (vysokotlaký vodní proud) a IPx7 (ponoření <1 m) s úspěšnými výsledky.

2.7 | TEPLOTA

Tabulka 3: Souhrn výkonnosti v prostředí s různými teplotami

	Maximální teplota	Minimální teplota
Starlink Performance	60 °C (140 °F)	-40 °C (-40 °F)
Pokročilý napájecí zdroj Starlink	60 °C (140 °F)	-40 °C (-40 °F)

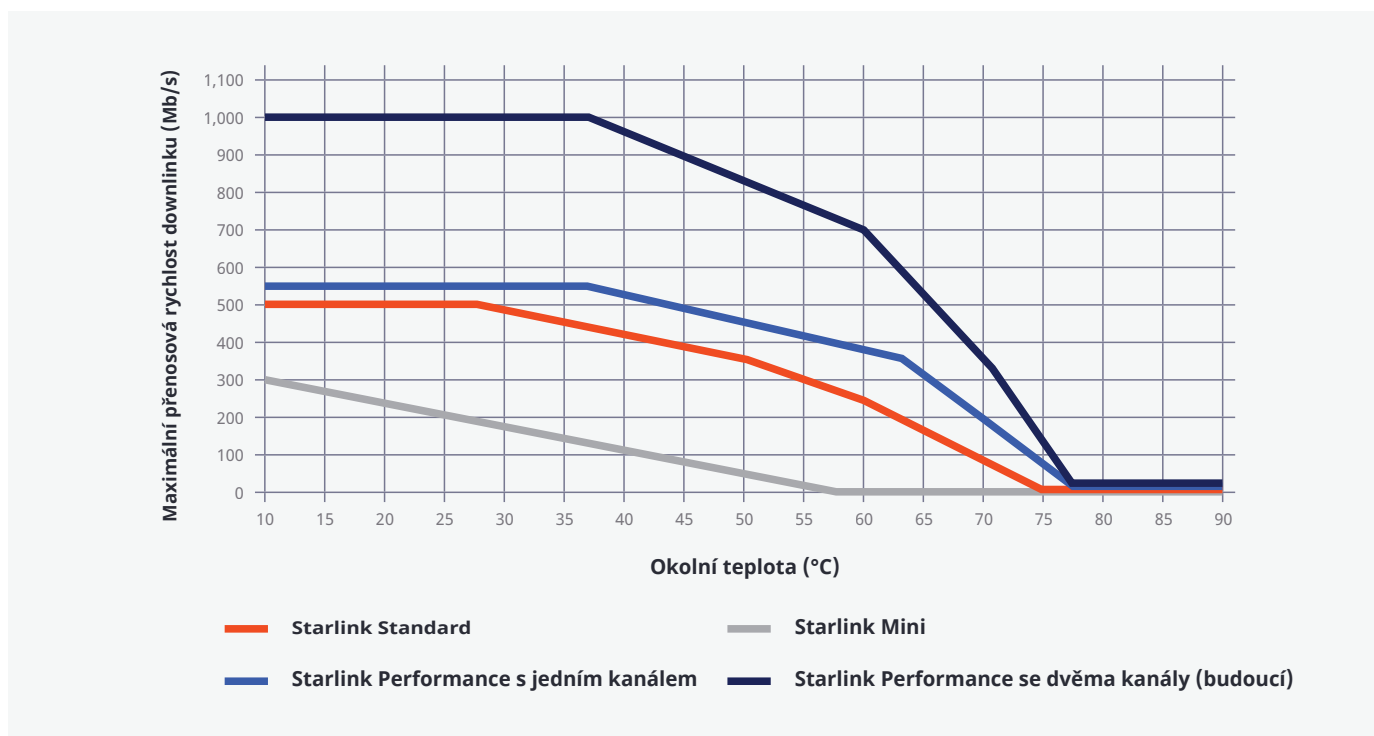
Tyto teploty předpokládají nejhorší možné podmínky (bezvětrí a maximální intenzita slunečního záření). Funkční testování provedeno až do 80 °C.

2.7.1 | LIMITY TEPLOTNÍHO VÝKONU

„Maximální teplota“ označuje maximální okolní teplotu, při které může hardware fungovat s minimálním dopadem na výkon. Pokud okolní teplota překročí tuto hodnotu, produkt bude nadále fungovat, ale v zájmu své ochrany omezí svůj pracovní cyklus, čímž sníží maximální povolenou přenosovou rychlost. Při teplotách > 75 °C (167 °F) se zařízení vypne. Dobu trvání a intenzitu omezení může ovlivnit vítr, intenzita slunečního záření a místo montáže. Další informace najdete v grafu dole. Upozorňujeme, že možnost dvoukanálové přenosové rychlosti zobrazená níže na obrázku 2 bude v budoucnu k dispozici jako upgrade sítě pro Starlink Performance.

Všechny výrobky jsou způsobilé k provozu při teplotách až do -40 °C (-40 °F), aniž by byl ovlivněn jejich výkon. Při aktivaci režimu rozpouštění sněhu se zvýší spotřeba energie při nižších teplotách.

Obrázek 2: Přenosová rychlost vs. okolní teplota s plnou intenzitou slunečního záření



2.7.2 | TEPELNĚ ZRYCHLENÉ TESTOVÁNÍ ŽIVOTNOSTI

Kromě funkčních testů v reálném prostředí prošel Starlink Performance náročným zrychleným testováním životnosti, aby splňoval podmínky pro minimální životnost 10 let.

Tabulka 4: Shrnutí tepelně zrychleného testování životnosti

Test	Profil	Ekvivalentní doba trvání 10 let
Tepelné cykly	-40 °C až 90 °C (-40 °F až 195 °F)	1 040 cyklů
Cyklus zmrazení a rozmrazení s kapáním vody	-15 °C až 15 °C (5 °F až 60 °F)	560 cyklů
Vystavení vlhkosti při vysoké teplotě	85 % RH, 90 °C (195 °F)	125 hodin
Vystavení vysoké teplotě	100 °C (212 °F)	220 hodin

2.8 | KOROZE / MOŘSKÉ PROSTŘEDÍ

Starlink Performance byl úspěšně testován na 3 000 hodin ASTM B117 a 400 hodin ASTM G85 A3 bez vlivu na strukturu nebo výkon. Testování bylo provedeno se správně nainstalovanými těsnicími konektory.

2.9 | VÍTR

Starlink Performance byl úspěšně testován na rychlost 270 km/h (170 mil/h) ve všech orientacích na plochem držáku Starlink a na klínovém držáku Starlink. Konfigurace nástěnných a sloupových držáků Starlink byly testovány na rychlost 177 km/h (110 mil/h), což odpovídá hurikánu kategorie 2.

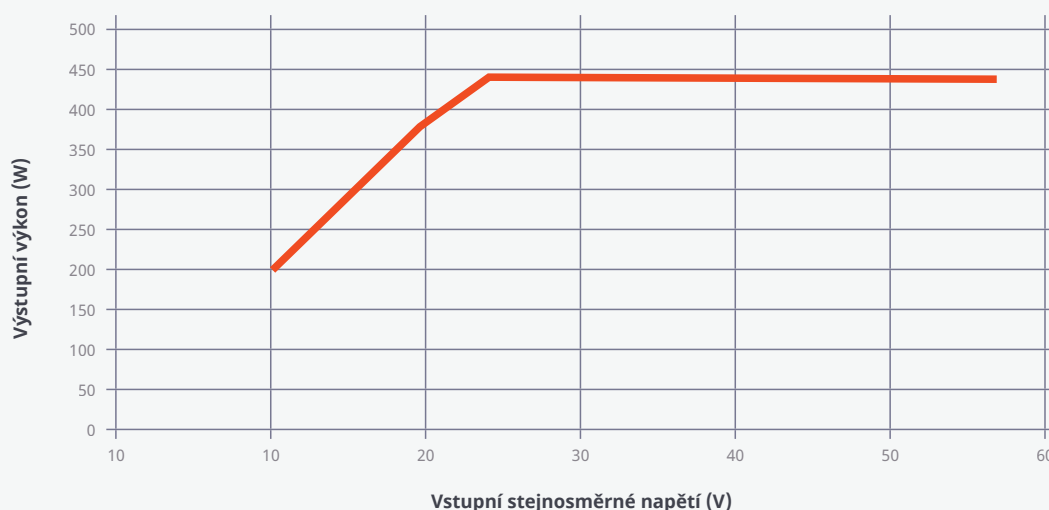
03. PODROBNOSTI O POKROČILÉM NAPÁJECÍM ZDROJI STARLINK

3.1 | VSTUPNÍ NAPĚTÍ A FREKVENCE

Vstup střídavého proudu pokročilého napájecího zdroje Starlink byl testován na vstupní napětí od 90 V do 264 V, což pokrývá jednofázová síťová napětí na všech kontinentech. Kromě toho byl napájecí zdroj úspěšně testován pro frekvence od 47 Hz do 64 Hz pokrývající pozemní síť 50 Hz až 60 Hz $\pm$ 5 %.

Vstup stejnosměrného proudu pokročilého napájecího zdroje Starlink byl testován pro vstupní napětí od 10,5 V do 57 V. Pokud je to však možné, doporučujeme napájet systém stejnosměrným napětím nad 20 V. Při nižších vstupních napětích se výstupní výkon sníží, aby se celkový proud ze zdroje omezil na méně než 20 A. U uživatelských terminálů vyžadujících vysoký výkon (velmi vysoká přenosová rychlost při aktivním rozpouštění sněhu) může v těchto případech dojít k omezení výkonu.

Obrázek 3: Vstupní stejnosměrné napětí vs. výstupní výkon



3.2 | TESTOVÁNÍ PODLE NOREM IEC

Tabulka 5: Testování podle norem IEC pokročilého napájecího zdroje Starlink

	Norma IEC	Výsledek testu
Elektrostatický výboj (ESD)	IEC 61000-4-2	Splňuje
Rychlé elektrické přechodové jevy	IEC-61000-4-4	Splňuje
Odolnost proti přepětí	IEC-61000-4-5	Splňuje

04. SPOTŘEBA ENERGIE STARLINKU PERFORMANCE

Spotřeba energie je vysoce závislá na využití Starlinku a okolní teplotě. Různá doba strávená v režimech odesílání (TX) a příjmu (RX) spotřebu energie může zvýšit nebo snížit. Upozorňujeme, že tato čísla jsou zprůměrované odhady a budou se lišit v závislosti na použití, různých příkonech a variabilitě konkrétních jednotek.

Tabulka 6: Spotřeba energie sady Starlink Performance při teplotě prostředí 25 °C (77 °F)

Režim	Průměrný výkon (W)	Maximální výkon (W)	Průměrný proud (A)	Maximální proud (A)
Maximum	240	305	4,43	5,75
Průměr	91,6	185,6	1,71	3,4
Nečinnost	11,4	14,5	0,21	0,27

Výše uvedená tabulka nezahrnuje energii spotřebovanou routerem. Port routeru na pokročilém napájecím zdroji Starlink je schopen napájet router až 40 W pomocí napájení přes ethernet (PoE). Celkový spotřebovaný výkon včetně připojeného routeru bude záviset na typu routeru. Router Starlink bude vyžadovat dalších 8–12 W k výše uvedeným hodnotám.

05. REFERENČNÍ MATERIÁLY

Číslo dokumentu Název dokumentu

ASTM-G85	Standardní postup pro testování modifikovaným solným postřikem (mlhou)
ASTM-B117	Standardní postup pro provoz zařízení na solný postřik (mlhu)
MIL-STD-810H	Standard zkušební metody ministerstva obrany: Faktory environmentálního inženýrství a laboratorní testy
IEC 61000-4-2	Mezinárodní elektrotechnická komise Zkušební norma pro odolnost proti elektrostatickému výboji
IEC 61000-4-4	Mezinárodní elektrotechnická komise Norma odolnosti proti rychlým přechodovým/nárazovým elektrickým jevům
IEC 61000-4-5	Zkušební norma Mezinárodní elektrotechnické komise pro testování přepětové odolnosti



SADA PERFORMANCE
PRŮVODCE ODOLNOSTÍ

STARLINK