

TIP PRO POUŽITÍ

# Jak uvádět do provozu fotovoltaické systémy, aby poskytovaly maximální výkon

Navzdory skvělému inženýrství není žádný systém odolný proti selhání. Zde přichází na řadu uvedení do provozu, které stanoví základní úroveň výkonu pro převzetí zákazníkem a následné udržování. Uvedení do provozu je důležité nejen pro výkon fotovoltaických (FV) systémů, ale také pro dlouhou životnost zařízení, bezpečnost, návratnost investic a záruky.



## Krok 1: Návrh a výroba fotovoltaického systému

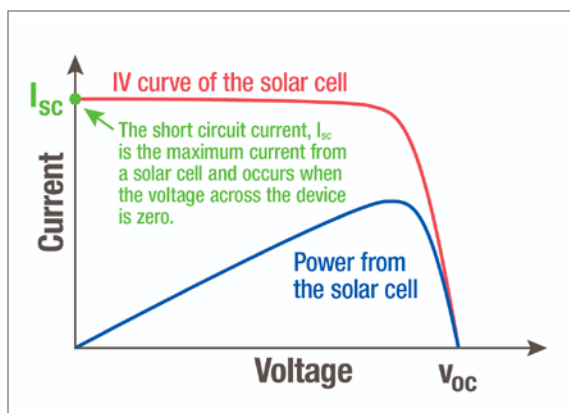
Chcete-li zjistit očekávanou výrobu na příslušném místě, určete zdroj solární energie a vezměte v úvahu případné zastínění, ke kterému může na fotovoltaických panelech dojít. Zdroj solární energie se měří jako doba špičkového slunečního záření, což je počet hodin, během kterých instalace dosahuje za jeden den minimálně 1000 wattů na čtvereční metr. Například v mnoha částech Kalifornie je sluneční zdroj skvělý: 6000 wattů na metr čtvereční neboli 6 hodin špičkového slunečního záření. Pomocí měřiče slunečního záření Fluke IRR-1 určíte skutečné sluneční záření ( $W/m^2$ ) a zastínění na místě, a získáte tak výchozí bod.

Řekněme, že máte FV pole o výkonu 10 kW. Očekávanou roční výrobu můžete vypočítat vynásobením pole  $10 \text{ kW} \times 6 \text{ hodin špičkového slunečního záření} \times 365 \text{ dní v roce} \times 0,85$  (15% snížení výkonu v důsledku ztrát energie v elektroinstalaci a měniči). Takové pole by mělo vyprodukovat 18 615 kWh energie za rok, tzn. 51 kWh za den.

## Krok 2: Měření výkonu fotovoltaického systému

Jakmile je systém instalován, je nutné ověřit, zda pracuje tak, jak byl navržen, provedením měření jeho elektrických charakteristik a skutečného výkonu pole.

Výkon FV pole vychází z jeho křivky závislosti proudu na napětí (IV). Měnič nejen převádí stejnosměrný proud na střídavý, ale také maximalizuje výkon zachycením proudu a napětí – protože výkon je napětí  $\times$  proud – při kterém řetězec (string) produkuje nejvyšší výkon. Proud nakrátko ( $I_{sc}$ ) je maximální proud z článku: v této situaci nebude generován žádný výkon, protože zde není žádný rozdíl napětí: kladný a záporný vodič se dotýkají. Napětí rozpojeného obvodu ( $V_{oc}$ ) je maximální napětí z článku: nebude generován žádný výkon, protože obvod je přerušený. Bod, ve kterém modul generuje největší výkon, se nazývá bod maximálního výkonu (MPP).



Křivka závislosti proudu na napětí (IV) fotovoltaického modulu.

Chcete-li zjistit, zda pole funguje tak, jak bylo navrženo, potřebujete znát hodnoty  $V_{OC}$  a  $I_{SC}$ , které jsou uvedeny v katalogovém listu modulu. Změřte hodnoty  $V_{OC}$  a  $I_{SC}$  před instalováním a po instalování.

Hodnota  $V_{OC}$  se měří pomocí klešového přístroje Fluke 393 FC CAT III za účelem stanovení napětí mezi kladnou a zápornou svorkou. Přístroj 393 FC má klasifikaci CAT III 1500 V / CAT IV 600 V, díky čemuž je bezpečný a spolehlivý pro měření v prostředí CAT III, jako jsou solární instalace. Pomocí infračerveného teploměru Fluke 64 MAX určete teplotu modulu a zohledněte vliv teploty na hodnotu  $V_{OC}$  (čím nižší je teplota, tím vyšší napětí a naopak). Při testování napětí  $V_{OC}$  poskytuje přístroj 393 FC zvukovou signalizaci polarity. V případě obrácené polarity mohou být slučovač nebo jiné obvody neúmyslně zapojeny do série, což má za následek napětí, které překračuje maximální vstupní napětí měniče.

Chcete-li otestovat proud  $I_{SC}$ , odpojte všechny paralelní obvody a bezpečně zapojte obvod nakrátko. Pomocí multimetru změřte proud mezi kladnou a zápornou svorkou. Nastavte volič na vyšší proud, než očekáváte. Zaznamenejte hodnoty  $I_{SC}$  a  $V_{OC}$  do aplikace Fluke Connect™ a uložte je pro účely zjištění trendů a vytváření zpráv.

Zkontrolujte izolační odpor vodičů, spojení mezi moduly a mezi moduly a panely a odpor vůči zemi. Použijte kleště pro testování uzemnění Fluke 1630-2 FC a změřte odpor uzemnění, aby bylo zajištěno, že je hodnota nižší než 25 ohmů.



Fluke 393 FC je jediný klešový přístroj CAT III 1500 V na světě, který je bezpečný a spolehlivý pro použití v solárních instalacích.

### Krok 3: Diagnostika odchylek

I když je fotovoltaický systém správně instalován, nemusí splňovat požadavky na očekávanou výrobu elektrické energie. Je velmi důležité, aby měl modul specifikované elektrické vlastnosti, protože měnič má minimální a maximální vstupní proud; mimo tento rozsah nebude mít žádný výstupní výkon.



Přístroj Fluke 393 FC může měřit napětí, proud, stejnosměrný výkon a poskytovat zvukovou signalizaci nesprávné polaritě na fotovoltaických panelech.

### **Scénář 1: Napětí rozpojeného obvodu nebo proud nakrátko jsou vyšší nebo nižší, než je uvedeno v katalogovém listu**

V tomto případě obsahuje řetězec jeden nebo více modulů, jejichž vlastnosti nesplňují specifikaci. Napětí rozpojeného obvodu mimo rozsah znamená, že měnič nemusí generovat výkon. Proud nakrátko mimo rozsah naznačuje, že mohlo dojít k nesprávnému spárování modulů, což může vážně snížit výkon vašeho pole, protože proud řetězce je omezen modulem s nejnižším proudem. Identifikujte a vyměňte nevyhovující moduly.

### **Scénář 2: Výstupní výkon je nízký**

Pokud pozorujete, že je výstupní výkon nižší, než se čekalo, může to znamenat závadu. I když se počítá s určitým kolísáním výkonu, trvale nižší výstup než předpokládaný může být známkou vadného řetězce, poruchy uzemnění nebo zastínění.

Jedním z důvodů mohou být horká místa, akumulace proudu a tepla na zkratovaném článku, která vedou ke snížení výkonu a zvýšení rizika požáru. Termokamery jako Fluke Ti480 PRO nebo TiS75+ dokáží rychle horká místa identifikovat.

Další typ problémů představují zemní spojení, ale je těžší je diagnostikovat a vyžadují testování napětí a proudu každého vodiče a uzemňovacího vodiče zařízení (EGC), který přenáší bludný proud do země. Napětí a proud na uzemňovacím vodiči zařízení ukazují na zemní spojení. K zemnímu spojení může dojít v důsledku poškozené izolace vodičů, nesprávné instalace, skřípnutí vodičů a vniknutí vody, což může vytvořit elektrické spojení mezi vodičem pod napětím a uzemňovacím vodičem zařízení. Najděte zdroj problému a vyměňte poškozené vodiče nebo zlepšete podmínky.

Dalšími důvody nízkého výkonu mohou být zastínění a špatný směr náklonu a azimutu stanoviště. K nalezení nových zdrojů zastínění použijte nástroj Solar Pathfinder a pokud možno je odstraňte. I když nemusí být možné změnit směr náklonu a azimutu pole tak, aby panely směřovaly přímým směrem ke slunci, je nutné jako výchozí bod tento úhel náklonu a azimut znát.

V rozsáhlých fotovoltaických systémech prochází energie ze solárního systému transformátory poté, co bylo měničem zvýšeno napětí, a následně do rozvodných a vysokonapěťových kabelů, kde je běžným problémem snížený izolační odpor. Pro kabely středního a vysokého napětí použijte tester izolace Fluke 1555 FC 10 kV, který dokáže testovat napětí až 10 000 voltů.

U systémů s bateriemi porovnejte očekávané napětí baterie a stav nabití se skutečnými hodnotami pomocí analyzátoru baterií řady Fluke 500.

**Fluke.** *Keeping your world up and running.®*

**Fluke Europe B.V.**  
P.O. Box 1186  
5602 BD Eindhoven  
The Netherlands  
Tel: +31 4 0267 5406  
E-mail: cee.cs@fluke.com  
www.fluke.cz

©2021 Fluke Corporation. Všechna práva vyhrazena. Případné změny jsou vyhrazeny bez předchozího upozornění.  
8/2021 210732-cs

**Změny tohoto dokumentu nejsou povoleny bez písemného schválení společnosti Fluke Corporation.**