



BÍLÝ PAPÍR

SHADEFIX

Špičkový model pro optimalizaci výkonu



Shrnutí

Tato zpráva poskytuje přehled výsledků studie provedené University of Southern Denmark, která srovnává pokročilou technologii optimalizace fotovoltaických systémů společnosti SMA ve srovnání s jinými formami optimalizace v různých nestíněných a zastíněných podmínkách. Jeho klíčová zjištění poskytují závěry týkající se výkonu, získávání energie po celou dobu životnosti, spolehlivosti a údržby a požární bezpečnosti a bezpečnosti instalátorů. Dokument také poukazuje na klíčové rozdíly mezi prioritami a řešením bezpečnosti a odstávky v Severní Americe a Evropě a zkoumá varianty řešení SMA v obou regionech.

Stav optimalizace výkonu Pro většinu vlastníků fotovoltaických systémů představuje solární energie významnou investici s očekáváním předvídatelné finanční návratnosti. Tyto výnosy jsou závislé na klíčových faktorech, včetně výkonu (výkonu) a výstupu v průběhu času (úběr energie za celou dobu životnosti). Již více než 30 let se odborníci v oblasti solární techniky zaměřují na tato dvě kritéria, aby mohli zákazníkům poskytovat špičková fotovoltaická řešení.

Zatímco většina FV systémů je přirozeně navržena tak, aby přijímala nerušené a nezastíněné světlo, v některých situacích dochází ke stínění. Značný čas, úsilí a inovace byly vynaloženy na zmírnění nežádoucích účinků stínění na FV systémy. I když žádné řešení se nemůže změnit

stín do světla, **existují metody pro maximalizaci výkonu nezastíněných FV modulů a snížení negativních účinků stínu na pole.**

Strategie zmírňování stínů se po celém světě liší a mohou záviset na různých faktorech. Nejběžněji používaný přístup na americkém rezidenčním fotovoltaickém trhu zahrnuje snahu o optimalizaci výroby energie v každém fotovoltaickém modulu pomocí složité sestavy komponent. Zatímco tento model vykazoval výhody oproti zastaralé technologii strun, nyní se ukázalo, že moderní typ optimalizace zlepšuje sklizeň energie a zároveň drasticky snižuje počet součástí a složitost systému. Následná statistická poruchovost zvyšuje spolehlivost systému a získává energii po celou dobu životnosti.

Současné předpoklady

Jedním z názorů je, že umístění malých elektronických zařízení pod každý FV modul v systému optimalizuje výrobu energie. Tyto komponenty jsou běžně známé jako DC optimalizátory. Mohou být také označovány jako výkonová elektronika na úrovni modulu (MLPE). Pracují tak, že převádějí nebo upravují výkon – zvyšují a snižují napětí a proud – pro každý FV modul. To může zlepšit sklizeň energie, zejména za určitých podmínek, jako když jsou FV moduly silně zastíněné; nicméně, **něco stojí**. Toto řešení vyžaduje složité komponenty a neustálý provoz a je vedeno v nehostinném prostředí pro instalaci, provoz a servis elektroniky.

VÍCE ENERGIE S MENŠÍM KOMPONENTEM

Společnost SMA vyvinula optimalizační model, který vylepšil současnou průmyslovou metodologii tím, že zmírnil dopady stínování a zvýšil produkci energie, avšak s mnohem menším počtem systémových komponent. **Proč na počtu komponent záleží?**

Je dobře známo, že existuje silná korelace mezi složitostí systému a mírou selhání systému. **Snížení složitosti a počtu součástí v systému snižuje celkovou poruchovost.** S ohledem na tuto skutečnost vyvinula společnost SMA metodu optimalizace výkonu, která za většiny podmínek produkuje více energie než tradiční optimalizátory a zároveň prodlužuje životnost FV elektrárny.

LUSSEŔŮV ZÁKON

Lusserův zákon je pojem v systémovém inženýrství. Je to prediktor spolehlivosti a uvádí, že spolehlivost řady komponent je rovna součinu jednotlivých spolehlivostí komponent. Lusserův zákon je často popisován jako myšlenka, že sériový systém je slabší než jeho nejslabší článek, protože produktová spolehlivost řady komponent může být nižší než komponenta s nejnižší hodnotou.

To lze reprezentovat následující rovnicí:

(Systémová spolehlivost = spolehlivost komponenty 1 x spolehlivost komponenty 2...)

Příklad 1 -- Systém se dvěma složkami

$$R_s = 0,90 \times 0,80 = 0,72$$

Příklad 2 -- Systém s 1, 2, 10, 100 součástmi

Nebo, pokud se předpokládá, že všechny komponenty mají stejnou spolehlivost (0,99), výsledkem je spolehlivost systému

$$1 \text{ složka: } R_s = 0,99$$

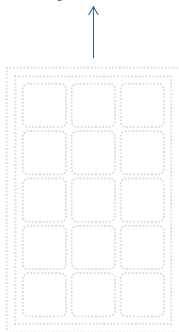
$$2 \text{ komponenty: } R_s = 0,99 \times 0,99 = 0,98$$

$$10 \text{ komponent: } R_s = 0,99^{10} = 0,90$$

$$100 \text{ komponent: } R_s = 0,99^{100} = 0,37$$

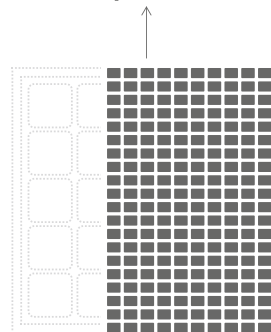
PŘÍKLAD ROSTLIN

approx. **2,000**
components



SUNNY TRIPOWER CORE1

approx. **60,000**
components



200 POWER OPTIMIZERS
(1 per module)

INVERTER

UNIVERZITNÍ SROVNÁVACÍ STUDIUM

Tento model pro výrobu energie byl nedávno testován [Univerzita jižního Dánska](#). Univerzitní inženýři testovali tři různé systémy. Dva se skládaly z předních řešení DC optimalizace na úrovni modulů a třetí se spoléhal na patentovanou, patentovanou optimalizaci na úrovni řetězců – ShadeFix od společnosti SMA. Závěry byly následující:

» **Optimalizace ShadeFix překonala tradiční optimalizace na úrovni modulu v nestínovaných scénářích.**

» **Optimalizace ShadeFix překonala tradiční optimalizace na úrovni modulu ve světlých až středně zastíněných podmínkách.** Stínované podmínky zahrnovaly situace, jako jsou ty, které by byly vytvořeny průchodem mraků nebo střešních překážek, jako jsou větve stromů, komíny, větrací otvory a střešní okna. V těchto případech tradiční DC optimalizátory spotřebovávaly více energie, než dokázaly získat zpět.

» **Optimalizace ShadeFix překonala tradiční optimalizace na úrovni modulu ve dnech bez překážek, ale zataženo,** v důsledku toho, že zařízení na úrovni modulů spotřebovávají více energie, než postupně produkují.

» **Tradiční na úrovni modulu optimalizátory produkovaly více energie pouze tehdy, když FV moduly ve stejném řetězci zažívaly drasticky odlišné ozáření po celý den. Ty zahrnovaly plně a trvale zastíněné scénáře, různé orientace na stejném řetězci a velký nesoulad – scénáře, které jsou často výsledkem špatného návrhu systému.**

» **Denní provozní ztráty výkonu při použití tradičních optimalizátorů na úrovni modulů došlo k nižšímu celkovému energetickému výnosu než ve srovnání s optimalizačním řešením ShadeFix společnosti SMA.**

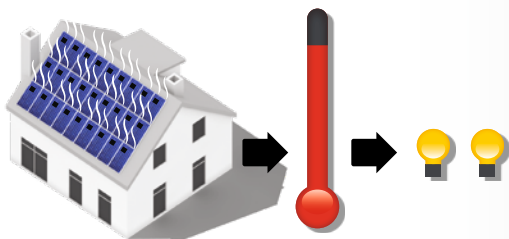
» **Tradiční MLPE exponát A poměrně vysoké riziko selhání** pro jakýkoli systém používající MLPE kvůli velmi vysokému počtu komponent. I když studie neextrapolovala ztrátu energie v důsledku očekávaných poruch, naznačila, že by to ovlivnilo sklizeň energie po celou dobu životnosti.

Studie dospěla k závěru, že ve většině fotovoltaických systémů by optimalizace SMA ShadeFix překonala tradiční optimalizaci DC na úrovni modulů – produkovala více energie ročně a během očekávané životnosti systému.

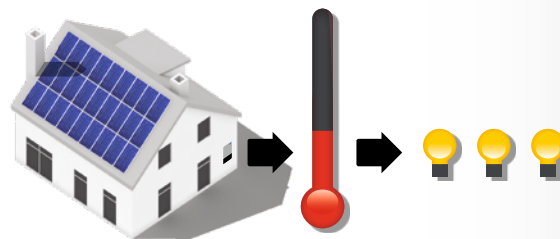


CELOŽIVOTNÍ VÝROBNÍ, SPOLEHLIVOST A NÁKLADY NA SERVIS

Konvenční
optimalizátory modulů



SMA
ShadeFix



Jak studie poznamenala, kromě toho, že produkuje více energie než tradiční technologie na úrovni modulů, **Optimalizace ShadeFix má další výhodu: drastické snížení počtu komponent.** V typické komerční instalaci o výkonu 50 kW může systém SMA celkem ~2 000 elektronických součástek. Všechny jsou umístěny v krytu chráněném proti povětrnostním vlivům a jsou snadno opravitelné a vyměnitelné.

Pro srovnání, 50 kW systém využívající konvenční optimalizátory na úrovni modulů může mít více než 60 000 elektronických součástek.

Většina této elektroniky je umístěna v těsných krytech pod PV moduly, vystavené vlhkosti a teplu cyklistika, Musí být přijata další opatření k jejich zpevnění pro větší extrémní počasí a škůdce.

Když jedna součást selže, ve většině případů to vyžaduje odvoz nákladního auta a zabezpečený přístup na střechu pro servisní personál a odstranění trvalých a polotrvalých připojení, fotovoltaických modulů a příslušenství s následnou řádnou reinstalací a mnoha hodinami strávenými na střeše. Přídavné komponenty

a spojení také vedou ke zvýšenému riziku selhání a zvýšenému riziku požáru vadné sestavy, které budou přezkoumány podrobněji později. Požadavek na službu také zavádí do obchodního modelu instalačního technika nepředvídatelnou frekvenci a náhodnost, což má dopad na plánování, logistiku a náklady na pracovní sílu.

Porucha jedné součásti =

- » Střešní přístup
- » Odstranění spojů
- » Odstranění zařizovacích předmětů
- » Demontáž FV modulů
- » Přeinštalace přípojky, příslušenství, a moduly



Na trzích, kde kód vyžaduje zařízení MLPE k provádění funkcí vypnutí, **Společnost SMA využívá zařízení pro rychlé vypínání certifikovaných společností SunSpec. Vynechávají funkce pro konverzi energie, což snižuje počet komponent MLPE na méně než 50 % ve srovnání s tradičními optimalizátory na úrovni modulů.** Tyto systémy se spoléhají na optimalizaci SMA ShadeFix a zaznamenávají zvýšenou produkci energie, delší životnost energie a nižší náklady na údržbu.

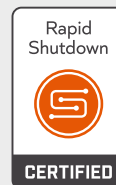
Celoživotní sklizeň energie je v modelu ShadeFix dále zesílena servisním standardem přijatým pro jeho podporu. Když se integrátor spoléhá na tradiční optimalizaci na úrovni modulů pro výrobu energie, bude pravděpodobně zaznamenávat zvýšené poruchy zařízení. Každá porucha má za následek ztrátu energie pro vlastníka systému, ale poslat servisního technika, aby jednotky vyměnil, když selžou, je neefektivní a nákladné. Instalatéři se obvykle omezují na výměnu tradičních optimalizátorů v dávkách, což znamená, že tyto přírůstkové energetické ztráty se časem sčítají a mají dopad na celé portfolio systémů instalátorů. Tato strategie služeb také umísťuje vlastníka systému

jsou ohroženy hledáním zpětně kompatibilních náhrad, protože výrobci často aktualizují své proprietární technologie, což často způsobuje problémy s instalací a provozem u starších modelů.

Strategie optimalizace ShadeFix spoléhá na méně komplikovaná zařízení provádějící méně elektronické práce, takže je maximalizována životnost. Pro další zefektivnění servisních operací využívá ShadeFix automatizované funkce SMA Smart Connected k výraznému snížení potřeb služeb. Smart Connected proaktivně monitoruje stav měniče, upozorňuje instalační techniky na problémy a automaticky odesílá pokyny k nápravě nebo dokonce výměnu zařízení. To ušetří instalačnímu technikovi provádění diagnostického nájezdu nákladního vozidla a zkrátí servisní jízdy na polovinu.

Bezpečnost s SunSpec

SunSpec Alliance je obchodní organizace sdružující více než 100 účastníků solárního a akumulačního průmyslu ze Severní Ameriky, Evropy a Asie. Jeho cílem je vytvořit standardy umožňující interoperabilitu systému „plug & play“.



SMA Smart
Připojeno
snižuje kamion
roluje na polovinu



GLOBÁLNÍ ROZDÍLY V SOULADU S KODEXY



Kromě výroby energie se obvykle vyrábí pouzdro pro zahrnutí tradičních zařízení na úrovni modulů pro provádění vypínací nebo bezpečnostní funkce.

Aplikace této funkce se však v Severní Americe, Evropě a dalších regionech po celém světě liší a neustále se diskutuje o tom, jak ovlivňuje bezpečnost a riziko požáru, stejně jako výkon a spolehlivost systému. U této funkce je důležité vyhodnotit jak zamýšlený výsledek, tak jeho dopad na jednotlivce, kteří se se systémem setkají.



Při zvažování, zda použít modulová vypínací zařízení, se obvykle uvádí bezpečnost první reakce. Je důležité snížit napětí systému v případě, že první zasahující narazí na obnažené kabely a systém pod napětím. Americký kód se usadil na limitu 80 V, což může být stále nebezpečné, ale poskytuje bezpečnější prostředí než žádný požadavek. Osvědčené postupy při hašení požárů také stále doporučují extrémní opatrnost a vyhýbat se opatřením při řešení požárů, kde je přítomen fotovoltaický systém.

V tomto prostředí je kritické dodržovat kód prostřednictvím metody, která maximalizuje bezpečnost a plně splňuje požadavky na odstavení, ale také neomezuje životnost výroby. Využitím komunikačního standardu SunSpec a certifikovaného zařízení pro rychlé vypnutí SunSpec **Společnost SMA pro tyto trhy identifikovala řešení, které snižuje množství střešní elektroniky a minimalizuje riziko jak záchranářů, tak instalátorů na více frontách.**

Signál rychlého vypnutí SunSpec je jednoduchým vlnovým vysláním přes stejnosměrné elektrické vedení. Jeho přijímač, umístěný u FV modulu, je minimalistické zařízení, které zlepšuje bezpečnost první reakce, ale řeší i další běžné problémy. Na rozdíl od tradičních optimalizátorů, které neustále a aktivně převádějí energii, spotřebovávají energii, vytvářejí teplo a dochází k opotřebení, zařízení SunSpec funguje pasivně. To umožňuje zařízení SunSpec minimalizovat opotřebení a spotřeba energie je zanedbatelná. Může být předinstalován na zemi, čímž se zkrátí doba instalace na střeše. A konečně, zařízení, které pracuje na signálu SunSpec, je navrženo tak, aby bylo interoperabilní, což znamená, že pokud dodavatel opustí trh, integrátorovi nebude bránit servis nebo výměna vhodného řešení.

Je také důležité prozkoumat důvody, proč globální trhy nepřijaly podobné zákony.

DISKUSE V EVROPĚ O RIZIKU POŽÁRU

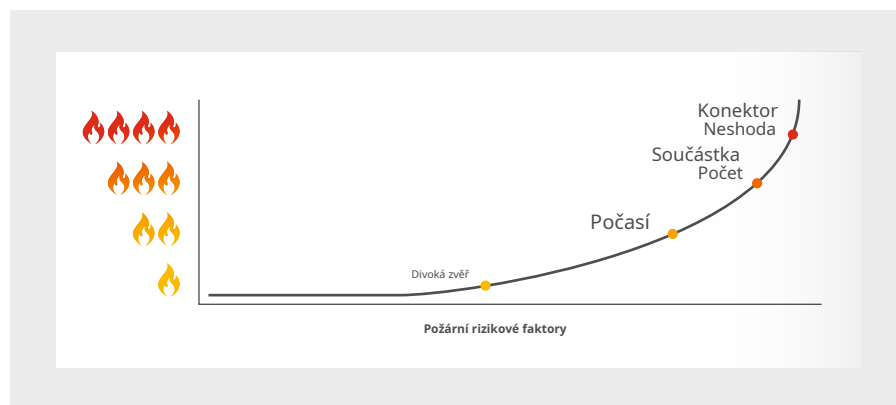


V regionech, které nenařídily odstavení na úrovni modulů, jsou uváděny tři hlavní důvody: riziko pro instalátory, falešný pocit bezpečí a zvýšené nebezpečí požáru.

Když provádění na úrovni modulu odstavení, podmínky vyžadují, aby instalatéři strávili více času na střeše, což je vystavuje riziku pádu. Podle údajů OSHA z roku 2018 „Hlavními příčinami úmrtí pracovníků v soukromém sektoru ve stavebnictví byly pády, následované zasažením předmětem, elektrickým proudem a přistizžením/mezi“. Pády tvořily 33,5 % všech úmrtí ve stavebnictví.

Nařízením personálu tráví více času na střeše instalací a servisem zařízení určených ke zmírnění potenciálního nebezpečí, s nímž se setkávají záchranáři, kód významně zvyšuje riziko pádu pro instalátory, aby se snížilo riziko ztráty energie pro záchranáře.

Kromě zvýšeného nebezpečí, kterému čelí solární profesionálové, **použití mnoha elektronických zařízení ve střešním prostředí bylo také uváděno jako potenciální nebezpečí požáru**, zvyšuje pravděpodobnost poškození majetku a vystavuje záchranáře riziku právě pro událost, které se průmysl snaží vyhnout.



STUDIE TÜV RHEINLAND / FRAUNHOFER ISE



Vstudie zveřejněná americkým ministerstvem energetiky provedené bezpečnostním úřadem TÜV Rheinland a globální vědeckou a inženýrskou výzkumnou firmou Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems úřady zkoumaly riziko požáru ve fotovoltaických systémech.

Tato studie poznamenala: „Často jsou bezpečnostní komponenty, jako jsou pojistky a spínače, integrovány do DC části fotovoltaických systémů. Každá další součást představuje riziko dalších kontaktních bodů a jiných zdrojů poruch. Totéž platí pro instalaci vypínačů ve stejnosměrném vedení, pokud jde o nebezpečí požáru ve FV systému, ale další vypínače jsou prostě dalším zdrojem poruch.“

Standardní FV moduly jsou vybaveny dvěma DC konektory. Každé přidané zařízení MLPE představuje čtyři další konektory. Ztrojnásobením počtu kabelů a kontaktů, které se mohou v průběhu času uvolnit nebo mohou být ohroženy nesouladem mezi různými výrobci, pronikáním vody, počasím a volně žijícími zvířaty, se také zvyšuje riziko poruch a požáru.

VYSOKÝ PROFIL KOMERČNÍCH SELHÁNÍ



Tato obava se nedávno objevila během široce hlášeného sporu mezi maloobchodním gigantem Walmart a solárním integrátorem Tesla. Výsledkem bylo, že Walmart žaloval Teslu za odstranění fotovoltaických systémů instalovaných ve 240 obchodech po několika požárech. Tato žaloba byla široce hlášena v [médiu](#). Walmart údajně hrubou nedbalostí. Střešní přípojky se staly jedním z ústředních bodů obvinění.

Přestože byl případ vyřešen mimosoudně a všechny strany popřely vinu, žaloba ilustrovala důležitost snížení

střešní komponenty s konektory. S menším počtem spojů, kabelů a elektronických součástí na střeše mohou integrátoři snížit riziko selhání nebo požáru.

I když trhy řeší toto téma po celém světě různě, jedna věc je neměnná: optimalizace ShadeFix společnosti SMA řeší bezpečnostní funkce prostřednictvím modelu, který odpovídá kódu, maximalizuje produkci energie a celoživotní sklizeň energie a snižuje obchodní riziko.



VYNIKAJÍCÍ MODEL PRO OPTIMALIZACI VÝKONU

Zatímco tradiční optimalizace na úrovni modulů napravila některé problémy nalezené u nejstarších fotovoltaických systémů, nyní se ukázalo, že pokročilá optimalizační technologie zvyšuje výkon systému i sklizeň energie po celou dobu životnosti a zároveň zlepšuje bezpečnost instalátorů a snižuje servisní riziko. Integrátoři mohou zjistit více o vypínacích zařízeních certifikovaných SMA ShadeFix a SunSpec na návštěvě www.SMA.de, www.SMA-America.com nebo kontaktujte jejich místní pobočku SMA.

Zdroje

Doc. prof. Wulf-Toke Franke, [Vliv optimalizátorů pro PV-moduly](#), Vědecká studie, University of Southern Denmark, květen 2019

Seppanski a kol. [„Hodnocení požárních rizik ve fotovoltaických systémech a vývoj bezpečnostních konceptů pro minimalizaci rizik“](#), TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, 2018.

Správa bezpečnosti a ochrany zdraví při práci www.osha.gov

ENERGY
THAT
CHANGES



SMA Solar Technology AG
Sonnenallee 1
34266 Niestetal
Telefon: +49 561 9522-0 E-
mail: Info@SMA.de
www.SMA.de

SOCIÁLNÍ MÉDIA
www.SMA.de/newsroom

