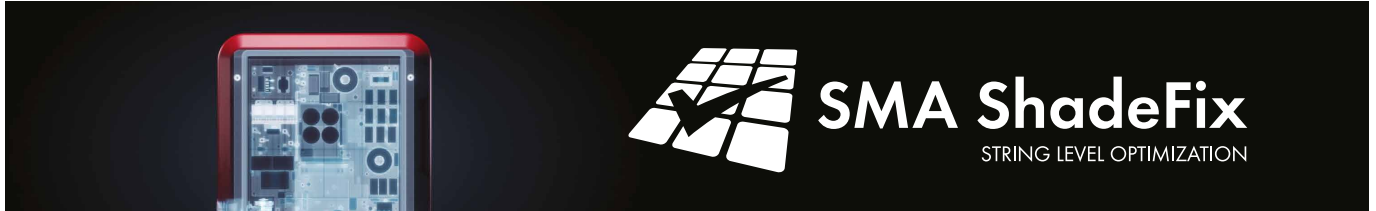


WHITE PAPER

SMA SHADEFIX:

Zaawansowany model do optymalizacji mocy



Streszczenie

Jaki wpływ mają modele do optymalizacji mocy na uzyski energii instalacji fotowoltaicznych? Wokół tego pytania skupione było badanie przeprowadzone przez Uniwersytet Południowej Danii, w ramach którego porównano różne modele do optymalizacji mocy w różnych warunkach – zarówno niezacienionych, jak i zacienionych. W tym raporcie podsumowano wyniki badania i skupiono się nad wpływami na następujące obszary:

- moc i długofalowy uzysk energii instalacji,
- niezawodność i nakłady na konserwację instalacji,
- bezpieczeństwo pożarowe i bezpieczeństwo instalatorów.

W dokumencie opisano również kluczowe różnice w podejściu do bezpieczeństwa i funkcji wyłączenia instalacji fotowoltaicznych na rynku północnoamerykańskim i europejskim. Dodatkowo czytelnicy dowiedzą się wszystkiego na temat korzyści, jakie przynosi zastosowanie inteligentnego oprogramowania SMA ShadeFix.

Optymalizacja mocy w praktyce

Dla właścicieli systemów fotowoltaicznych energia słoneczna stanowi istotną inwestycję wiążącą się z określonymi oczekiwaniami co do przewidywalnych zysków finansowych. Zyski te są uzależnione od kluczowych czynników obejmujących moc wyjściową (efektywność) oraz uzysk energii w całym okresie żywotności instalacji.

Oczywistym jest, że instalacje fotowoltaiczne z reguły montuje się w miejscach, w których mogą one wyprodukować możliwie dużą ilość energii ze światła słonecznego. Jednak nie zawsze da się uniknąć sytuacji, w których lukarny, kominy czy drzewa przysłaniają moduły fotowoltaiczne przejściowo rzucając na nie cień. Choć żadne rozwiązanie nie jest w stanie przekształcić cienia w światło, **dostępne są techniczne metody maksymalizacji mocy niezacienionych modułów fotowoltaicznych oraz minimalizacji negatywnego wpływu zacielenia.**

Strategie zminimalizowania skutków zacielenia różnią się w zależności od producenta i regionu. Na amerykańskim rynku instalacji fotowoltaicznych na potrzeby

prywatne najbardziej rozpowszechnionym sposobem optymalizacji wytwarzania energii jest montaż dodatkowych komponentów na każdym panelu fotowoltaicznym. Podczas gdy model ten wykazywał pewne zalety w porównaniu ze standardową technologią MPP (Maximum Power Point) typowych falowników łańcuchowych, to jednak zastosowanie dodatkowych podzespołów w instalacji fotowoltaicznej zawsze wiąże się z pewnym ryzykiem. To dlatego w celu optymalizacji uzysków energii SMA stawia na nowoczesne rozwiązania zintegrowane bezpośrednio w falowniku. To z myślą o jak najlepszych wynikach, opatentowane przez SMA rozwiązanie ShadeFix optymalizuje uzyski energii przy jednoczesnym ograniczeniu liczby komponentów dzięki czemu maksymalnie upraszcza konstrukcję instalacji fotowoltaicznej (por. wyników badań poniżej). Korzyści nasuwają się same:

- Większe uzyski energii przez cały okres żywotności instalacji
- Zwiększona niezawodność instalacji
- Statystycznie niższy wskaźnik awaryjności

Optymalizacja uzysków na poziomie modułowym

Optymalizatory mają za zadanie ograniczyć straty energii w poszczególnych modułach fotowoltaicznych. W tym celu pod każdym modułem fotowoltaicznym montowane jest dodatkowe urządzenie elektroniczne. Te urządzenia noszą nazwę optymalizatorów mocy albo MLPE – co jest skrótem od **Module-Level Power Electronics**. Za pośrednictwem przetwornicy DC-DC optymalizatory są w stanie wpływać na prąd wyjściowy i napięcie wyjściowe poszczególnych modułów fotowoltaicznych. Takie rozwiązanie pozwala na optymalizację uzysków instalacji fotowoltaicznej zwłaszcza w przypadku mocno zacienionych modułów. Jednakże w dłuższej perspektywie **wykorzystane do tego celu skomplikowane układy elektroniczne mają niekorzystny wpływ na cały system, ponieważ ich ciągła praca zwiększa zużycie energii na potrzeby własne instalacji.** Dodatkowo montaż, uruchomienie, konserwacja i serwisowanie, a także potencjalna wymiana dodatkowej elektroniki stanowią wyzwanie dla instalatorów i wiążą się z dodatkowym niebezpieczeństwem.

WIĘKSZY UZYSK PRZY WYKORZYSTANIU MNIJSZEJ LICZBY KOMPONENTÓW

To właśnie dlatego firma SMA opracowała rozwiązanie SMA ShadeFix do optymalizacji uzysków, które minimalizuje negatywne wpływy zacienienia i zwiększa uzyski energii. To rozwiązanie oparte na oprogramowaniu jest zintegrowane bezpośrednio w falowniku, co przekłada się na zmniejszenie liczby wymaganych podzespołów, a dodatkowo znacząco ogranicza dodatkowe nakłady na montaż i serwisowanie. **Ale dlaczego liczba komponentów instalacji fotowoltaicznej w ogóle ma znaczenie?**

Istnieje duża zależność pomiędzy złożonością systemu a większym współczynnikiem jego awaryjności. I odwrotnie: **obniżenie stopnia złożoności oraz liczby komponentów w systemie pozwala zmniejszyć ogólny współczynnik awaryjności.** Mając to na uwadze, firma SMA w postaci ShadeFix opracowała metodę optymalizacji mocy, która nie opiera się na zastosowaniu dodatkowych podzespołów. Pozwala ona na niezawodne zwiększenie uzysków energii w całym okresie żywotności instalacji.

Prawo Lussera

Prawo Lussera to koncepcja inżynierii systemowej. Jest to wskaźnik niezawodności systemu składającego się z wielu komponentów. Zgodnie z tym założeniem niezawodność kompletnego systemu jest iloczynem niezawodności poszczególnych komponentów. Prawo Lussera można sprowadzić do koncepcji, że system seryjny jest słabszy od swojego najsłabszego ogniwa, ponieważ iloczyn niezawodności serii podzespołów może być niższy niż najniższa wartość osiągnięta dla pojedynczego komponentu.

Można to opisać następującym równaniem: $R_s = 0,90 \times 0,80 = 0,72$

(niezawodność systemu = niezawodność komponentu 1 \times niezawodność komponentu 2)

Jeśli przyjmiemy, że wszystkie komponenty wyróżniają się niezawodnością na równym poziomie wynoszącym 0,99, to niezawodność kompletnego systemu wyniesie:

1 komponent: $R_s = 0,99$

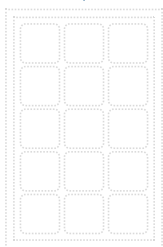
2 komponenty: $R_s = 0,99 \times 0,99 = 0,98$

10 komponentów: $R_s = 0,99^{10} = 0,90$

100 komponentów: $R_s = 0,99^{100} = 0,37$

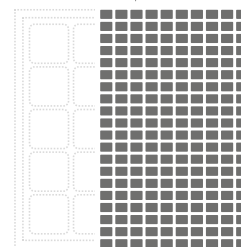
PRZYKŁADOWA INSTALACJA

ok. **2000**
podzespołów



SUNNY TRIPOWER CORE1

ok. **60000**
podzespołów



200 OPTYZALIZATORÓW MOCY
(1 OPTYZALIZATOR NA MODUŁ)

FALOWNIK

BADANIE PORÓWNAWCZE DOTYCZĄCE MODELI OPTIMALIZACJI

W 2019 r. Uniwersytet Południowej Danii przetestował metody optymalizacji od różnych producentów. Inżynierowie uniwersyteccy przyrzekli się dwóm rozwiązaniom opartym na optymalizatorach DC na poziomie modułowym i porównali je z rozwiązaniem łańcuchowym SMA ShadeFix opatentowanym przez SMA. Wnioski płynące z badania? SMA ShadeFix skuteczniej optymalizuje uzyski w przypadku większości zastosowań fotowoltaicznych.

1. Instalacje bez zacielenia

Przy zacieleniu optymalizacja z wykorzystaniem SMA ShadeFix w każdym wypadku była skuteczniejsza niż przy optymalizacji na poziomie modułowym.

2. Instalacje o niewielkim bądź umiarkowanym zacieleniu

Przy niewielkim albo umiarkowanym zacieleniu optymalizacja z wykorzystaniem SMA ShadeFix w każdym wypadku dawała lepsze wyniki niż optymalizacja na poziomie modułowym. W ramach tych badań naukowcy symulowali cień rzucany przez gałęzie, kominy, otwory wentylacyjne i lukarny. W takim wypadku optymalizatory DC do pracy wymagały więcej energii, niż były w stanie dodatkowo wygenerować.

3. Instalacje przy zachmurzonym niebie

W pochmurne dni bez cienia optymalizacja z wykorzystaniem SMA ShadeFix dawała lepsze wyniki niż optymalizacja na poziomie modułowym. Także w tym wypadku optymalizatory DC do pracy wymagały więcej energii, niż były w stanie dodatkowo wygenerować.

4. Instalacje o mocnym zacieleniu

Optymalizatory na poziomie modułowym zwiększają uzyski tylko wtedy, gdy moduły fotowoltaiczne należące do tego samego łańcucha przez cały dzień wystawione są na nasłonecznienie o mocno różniące się intensywności. Obejmuje to sytuacje pełnego i trwałego zacielenia, różne ustawienia w ramach danego łańcucha oraz innego typu różnice pomiędzy modułami fotowoltaicznymi. **Należy stwierdzić, że**

takie sytuacje często są skutkiem niepoprawnego zaprojektowania instalacji.

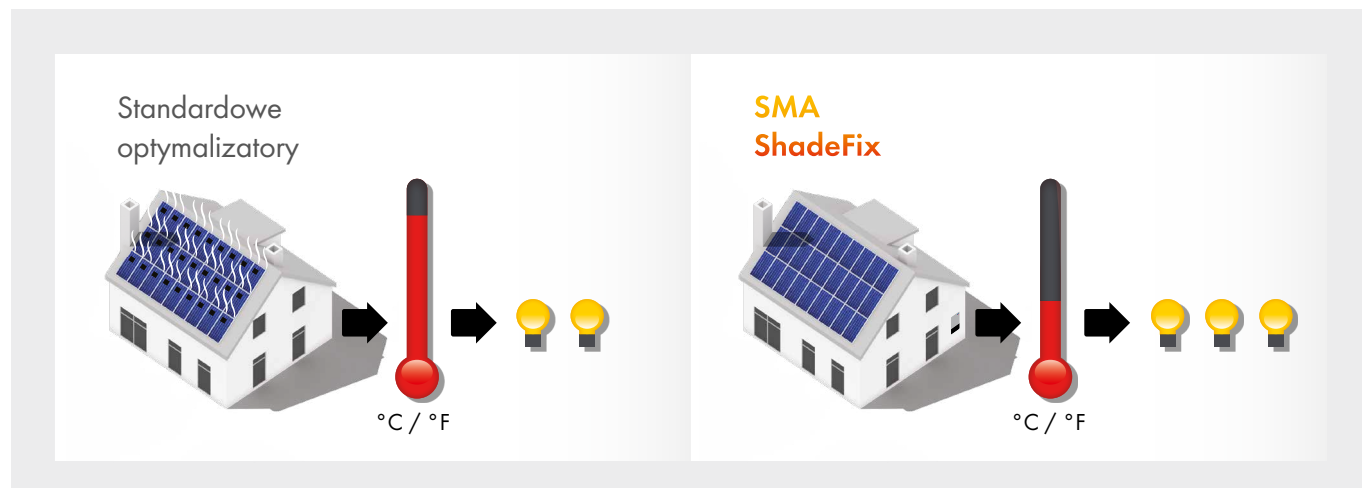
» Optymalizatory na poziomie modułowym z uwagi na własne zużycie energii w trybie pracy ciągłej w porównaniu do SMA ShadeFix osiągnęły łącznie mniejsze uzyski energii.

» Dodatkowo ze względu na bardzo dużą liczbę komponentów instalacji wyposażone w optymalizatory na poziomie modułowym wykazują względnie duże ryzyko awarii. Choć w badaniu nie przeanalizowano z osobna utraty mocy uwarunkowanej spodziewanymi awariami, to negatywny wpływ na uzyski energii przez cały okres żywotności instalacji jest prawdopodobny.

Wyniki badania wskazują, że optymalizacja z wykorzystaniem SMA ShadeFix w większości instalacji fotowoltaicznych przyniesie lepsze wyniki niż zastosowanie optymalizatorów na poziomie modułowym – w odniesieniu do uzysków energii w ciągu roku i perspektywie pełnego okresu żywotności instalacji.



WYTWARZANIE PRĄDU, NIEZAWODNOŚĆ I KOSZTY SERWISOWANIA W CAŁYM OKRESIE ŻYWOTNOŚCI



Poza wytworzeniem większej ilości prądu badanie wykazało jeszcze jedną, istotną zaletę dla instalacji fotowoltaicznych z SMA ShadeFix: **mowa oczywiście o znacznie mniejszej liczbie komponentów.**

Przyjrzyjmy się przykładowej sytuacji: typowa instalacja do użytku komercyjnego o mocy 50 kilowatów (kW) z systemem SMA łącznie składa się z około 2000 podzespołów elektronicznych. Każdy z nich znajduje się w odpornej na czynniki pogodowe obudowie falownika, w związku z czym można w łatwy sposób przeprowadzić konserwację albo wymianę.

Przy zastosowaniu optymalizatorów na poziomie modułowym ta sama instalacja

składałaby się łącznie z ponad 60000 podzespołów elektronicznych. Elektronika w przeważającym stopniu znajduje się w obudowach umieszczonych bezpośrednio pod poszczególnymi modułami fotowoltaicznymi, gdzie z reguły wystawiona jest na duże wahania wilgoci i temperatury. W takim wypadku konieczne jest podjęcie dodatkowych środków zabezpieczających przed czynnikami atmosferycznymi i innymi szkodliwymi wpływami.

Jeśli dojdzie do awarii komponentu w instalacji fotowoltaicznej, to w większości przypadków konieczna będzie interwencja serwisanta na miejscu. Jeśli w instalacji zamontowano optymalizatory na poziomie modułowym, to specjalista – poza bezpiecznym dostępem na dach – będzie

potrzebował także dość miejsca, aby zdemontować mocowania mechaniczne, połączenia elektryczne, moduły fotowoltaiczne i uchwyty, a następnie ponownie je wszystkie zainstalować. Z tego powodu praca często zajmuje kilka godzin.

Dodatkowe podzespoły i złącza wiążą się również z większym ryzykiem awarii i wystąpienia pożaru – na przykład z uwagi na podzespoły z tendencją do błędów. Większa intensywność prac serwisowych zwykle jest zaskoczeniem dla instalatorów. Dodatkowy nakład pracy związany z ustalaniem terminów, logistyką i kosztami robocizny może w związku z tym negatywnie wpłynąć na ich codzienną pracę.



Automatyczny monitoring falowników SMA Smart Connected

Funkcja serwisowania i monitorowania [SMA Smart Connected](#) zintegrowana w wielu falownikach SMA dodatkowo optymalizuje uzyski energii w całym okresie żywotności instalacji. Takie rozwiązanie umożliwia wczesne wykrywanie błędów i ich automatyczne zgłaszanie instalatorowi. Dla porównania: w instalacjach fotowoltaicznych wyposażonych w optymalizatory z uwagi na dużą liczbę podzespołów bardzo prawdopodobne jest, że dojdzie do awarii pojedynczych optymalizatorów. Każda tego typu awaria wiąże się z utratą energii, co przekłada się na niekorzyść właściciela instalacji. Jednak skorzystanie z usług serwisanta, który

mógłby wymienić poszczególne niedziałające optymalizatory, jest mało wydajne i drogie. Biorąc to wszystko pod uwagę standardowo instalatorzy wymieniają optymalizatory tylko wtedy, gdy dojdzie do awarii większej liczby komponentów w jednej instalacji. W takim wypadku dochodzi do skumulowania się strat energii, co negatywnie przekłada się na pełny wynik instalacji danego instalatora. Pojawia się kolejny problem: wymiana optymalizatorów z reguły wymaga zastosowania części zamiennych kompatybilnych wstecznie. Z uwagi na to, że znani producenci regularnie zmieniają własne technologie, problemy związane z kompatybilnością ze starszymi modelami można wziąć za pewnik.

Dzięki SMA ShadeFix instalacja nie potrzebuje dodatkowych komponentów, a co za tym idzie – nie zużywa dodatkowej energii. To z kolei przekłada się na większe uzyski energii przez cały okres żywotności instalacji. Automatyczne monitorowanie falownika z wykorzystaniem SMA Smart Connected wiąże się dla instalatora z proaktywnymi zaleceniami działania w przypadku błędów, a w razie potrzeby z automatycznym zamówieniem urządzeń zamiennych. Instalator oszczędza cenny czas, a właściciel instalacji może cieszyć się ograniczonymi stratami energii.

SMA Smart
Connected o połowę
zmniejsza liczbę
interwencji na miejscu



RÓŻNICE W REGULACJACH TECHNICZNYCH OBOWIĄZUJĄCYCH NA ŚWIECIE



Poza optymalizacją mocy MLPE oferują także funkcje wyłączenia i zapewniania bezpieczeństwa na poziomie modułowym. **Potrzeba zapewnienia takich funkcji dodatkowych nie jest jednak jasna, a ich wartość dodana jest podawana w wątpliwość w szczególności w odniesieniu do bezpieczeństwa i ryzyka pożarowego, a także mocy i niezawodności instalacji fotowoltaicznych.** W szczególności zawsze chodzi o zapewnienie bezpiecznego środowiska pracy dla wszystkich osób pracujących przy instalacji fotowoltaicznej.

Z reguły dyskusja skupia się na zastosowaniu MLPE w celu wyłączenia modułów (Rapid Shutdown) wyłączenie w kontekście bezpieczeństwa służb ratowniczych, takich jak straż pożarna. Jednak maksymalne bezpieczeństwo ma decydujące znaczenie także dla instalatora. Amerykańska regulacja dot. Rapid Shutdown i powiązane z tym ograniczenie napięcia do 80 V może prowadzić do nieprawidłowego oszacowania niebezpieczeństwa. Po pierwsze napięcie na modułach fotowoltaicznych nadal jest niebezpieczne, a po drugie nie ma gwarancji, że po 20 latach działania na dachu albo w razie pożaru

SunSpec Alliance to związek przemysłowy łączący ponad 100 przedsiębiorstw z branży energii słonecznej i akumulatorów z Ameryki Północnej, Europy i Azji. Celem tej organizacji jest zapewnienie jednolitych norm z myślą o interoperacyjności systemów „Plug & Play”.



funkcja Rapid Shutdown zadziała niezawodnie.

Jednocześnie, rosnąca liczba komponentów, w szczególności złączy, zwiększa ryzyko pożarowe w instalacji.

Ponadto do tej pory w kontekście funkcji wyłączenia i zapewniania bezpieczeństwa na poziomie modułowym zupełnie zapomniano o fakcie, że czas pracy instalatorów na dachu znacząco się wydłuża, w związku z czym ryzyko upadku z dachu również staje się większe (patrz także „Dyskusje wokół bezpieczeństwa”).

Wyzwaniem jest więc stworzenie rozwiązania, które z jednej strony spełnia najwyższe wymagania dotyczące bezpieczeństwa w miejscu pracy, a z drugiej – umożliwia właścicielowi osiągnięcie maksymalnych uzysków przez cały okres eksploatacji instalacji. **To właśnie dlatego na rynkach takich jak USA, gdzie funkcja wyłączenia na poziomie mo-**

dułowym jest obligatoryjna, firma SMA stawia na standard SunSpec Rapid Shutdown Signal, a tym samym na urządzenia i komponenty, które są certyfikowane zgodnie ze standardem SunSpec Rapid Shutdown. (porównaj pole SunSpec Alliance). Zaleta? Nie ma konieczności zastosowania przetwornicy napięcia na poziomie modułowym, co pozwala na zmniejszenie liczby podzespołów elektronicznych na dachu o ponad 50%. To z kolei ogranicza ryzyko dla służb ratowniczych i instalatorów pracujących na miejscu.

Jak działa SunSpec Rapid Shutdown? SunSpec Rapid Shutdown Signal to prosty sygnał okrężny wysyłany przez falownik za pośrednictwem przewodów DC systemu fotowoltaicznego. Przynależne odbiorniki na modułach fotowoltaicznych składają się z kompaktowych układów elektronicznych, które ograniczają napięcie w generatorze fotowoltaicznym zgod-

nie z przepisami obowiązującymi w USA do maksymalnie 80 V w ciągu 30 sekund, gdy tylko sygnał okrężny zostanie wstrzymany. Oznacza to, że odbiornik SunSpec w normalnych warunkach znajduje się w trybie czuwania, dzięki czemu praktycznie nie zużywa energii. W przeciwieństwie do takiego rozwiązania przetwornica częstotliwości w optymalizatorze DC jest stale aktywna, generując ciepło, co z kolei przekłada się na przedwczesne zużycie komponentów elektronicznych. Inne korzyści odbiorników SunSpec? Można zainstalować je na podłożu, co ogranicza czas pracy na dachu. Urządzenia komunikujące się z wykorzystaniem sygnału SunSpec wyróżniają się interoperacyjnością, dzięki czemu można zastąpić je rozwiązaniami innych producentów kompatybilnymi z SunSpec.

Dlaczego do tej pory nie uchwalono jednolitych regulacji?

DYSKUSJE WOKÓŁ BEZPIECZEŃSTWA

Istnieją trzy główne powody, dla których w wielu krajach do tej pory nie przewidziano obowiązku zapewnienia funkcji wyłączenia na poziomie modułowym. W szczególności poza USA zastosowanie optymalizatorów DC często spotyka się z krytyką, ponieważ wiążą się one z ryzykiem wypadku dla instalatorów, zapewniają złudne poczucie bezpieczeństwa, a dodatkowo zwiększają ryzyko pożarowe w obszarze instalacji fotowoltaicznej.

1. Zwiększone ryzyko dla instalatorów

Przepisy obowiązujące w USA przewidujące obowiązek zastosowania MLPE w celu ochrony służb ratowniczych przed porażeniem prądem nie do końca spełniają swoje zadanie – takie rozwiązanie zwiększa ryzyko dla instalatorów.

Dzieje się tak, ponieważ w celu montażu MLPE do wyłączenia na poziomie modułowym instalatorzy muszą spędzić więcej czasu na dachu. Podczas tych prac są wystawieni na większe ryzyko upadku. Zgodnie z danymi OSHA (OSHA to skrót od „Occupational Safety and Health Administration”, czyli nazwy amerykańskiego urzędu, który m.in. udostępnia informacje na temat liczby wypadków przy pracy) z 2018 r. „Upadki były główną przyczyną śmiertelnych incydentów pracowników

w sektorze prywatnym przemysłu budowlanego. Kolejnymi czynnikami były śmiertelne uderzenia przedmiotami, porażenia prądem i zakleszczenia”. Upadki przełożyły się na łącznie 33,5% wszystkich śmiertelnych incydentów w budownictwie.

2. Złudne poczucie bezpieczeństwa

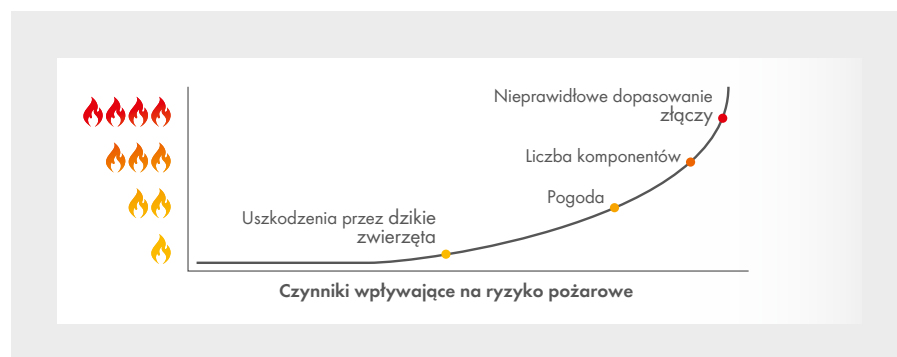
Członkowie zespołów ratowniczych i instalatorzy mogliby założyć, że funkcja Rapid Shutdown spowodowała, że w instalacji nie ma już napięcia. Jednak w instalacji mogą nadal występować niebezpieczne napięcia sięgające 80 V – kontakt z nimi może co najmniej wystraszyć, ale w najgorszym wypadku może dojść do instynktownej reakcji i upadku z dachu.

Ponadto na niezawodność funkcji Rapid Shutdown podczas pożaru może negatywnie wpłynąć sam pożar (a nawet

procesy związane ze starzeniem się), w najgorszym wypadku prowadząc do całkowitej wadliwości funkcji. W związku z tym w praktyce, prowadząc prace przy instalacji i podczas podobnych czynności, pod żadnym pozorem nie należy zdawać się wyłącznie na funkcję Rapid Shutdown.

3. Podwyższone ryzyko pożarowe

Każdy dodatkowy komponent – a zwłaszcza dodatkowe złącza – znajdujący się na dachu, przekłada się na zwiększenie ryzyka potencjalnego pożaru, a tym samym ogółu niebezpieczeństw dla członków zespołów ratowniczych. Stoi to w sprzeczności z ideą stosowania MLPE. Przecież w takim wypadku służby ratownicze muszą gasić pożary, do których w ogóle by nie doszło, gdyby nie zastosowanie tych dodatkowych komponentów.



RYZIKO POŻAROWE W PRZYPADKU INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH: BADANIE TÜV RHEINLAND ORAZ FRAUNHOFER ISE

[W ramach wspólnego badania organizacja TÜV Rheinland i renomowane Towarzystwo Fraunhofera Energetyki Słonecznej pochyliły się nad zagadnieniem ryzyka pożarowego w instalacjach fotowoltaicznych, a owocem tych prac było opracowanie koncepcji bezpieczeństwa skupiających się wokół ograniczania ryzyka podczas gaszenia pożarów instalacji fotowoltaicznych.](#)

W badaniu stwierdzono, że „Niejednokrotnie w część staoprądową instalacji fotowoltaicznych wbudowane są elementy zabezpieczające takie jak bezpieczniki

lub wyłączniki. Należy przy tym stale weryfikować czy takie rozwiązanie ma rzeczywiście sens. Każdy dodatkowy komponent kryje w sobie ryzyko warunkowane dodatkowymi punktami styku i innymi źródłami błędów. Zaletą „kompaktowej” instalacji o możliwie jak najmniejszej liczbie komponentów jest to, że mniej jest punktów, w których może dojść do uszkodzenia instalacji” (Sepanski et al., 2015, str. 206).

Moduły fotowoltaiczne standardowo wyposażone są w dwa złącza DC. Do każdego dołączanego urządzenia MLPE

potrzebne są cztery dodatkowe złącza. To potrojenie liczby punktów styku przekłada się na zwiększone ryzyko awarii i pożaru. Do źródeł potencjalnych zagrożeń zalicza się między innymi nieprawidłowo zamontowane złącza, poluzowane połączenia wtykowe, niepasujące do siebie złącza różnych producentów (tzw. „mismatching”), wpływy czynników atmosferycznych oraz uszkodzenia przewodów przez dzikie zwierzęta.

SIEĆ WALMART OSKARŻA TESLĘ

W USA budzący wielkie emocje spór pomiędzy gigantem handlu detalicznego – siecią Walmart a producentem systemów fotowoltaicznych – Teslą, pokazał, jak ważny w praktyce jest ten temat. W centrum sporu znalazły się zainstalowane na dachu złącza elektryczne, które zdaniem sieci Walmart doprowadziły do wielu pożarów na dachach przedsiębiorstwa. Sieć Walmart zarzuciła spółce Tesla rażące niedbalstwo i wezwała do demontażu instalacji fotowoltaicznych w swoich 240 filiach. Szczegółową relację z tego sporu można znaleźć w [mediach](#).

Sprawa została rozstrzygnięta polubownie, a każda ze stron wyparła się winy. Jednak ten spór prawny unaoczniał nam, jak ważne jest ograniczenie liczby znajdujących się na dachu podzespołów wyposażonych w złącza – im mniej połączeń, przewodów i podzespołów elektronicznych na dachu, tym mniejsze ryzyko awarii czy pożaru.

Choć międzynarodowe rynki nadal z różnym nastawieniem podchodzą do tej kwestii, jedno jest pewne: falowniki SMA niezmiennie posiadają wszystkie ustawo-



wo wymagane funkcje bezpieczeństwa, dzięki SMA ShadeFix maksymalizują uzyski energii w całym okresie żywotności instalacji, a dodatkowo ograniczają ryzyko dla instalatorów i właścicieli.

NOWOCZESNA OPTIMALIZACJA MOCY

Optymalizacja na poziomie modułowym była rozwiązaniem, które z powodzeniem rozwiązywało problemy instalacji fotowoltaicznych pierwszej generacji. Jednak ta technologia ustępuje nowoczesnym rozwiązaniom, takim jak SMA ShadeFix. SMA ShadeFix stawia czoła rynkowym wyzwaniom dzięki inteligentnemu oprogramowaniu zintegrowanemu bezpośrednio w falowniku. Prowadzi to do wymiernych korzyści dla właścicieli instalacji, instalatorów i członków służb ratowniczych działających na miejscu. Instalacje fotowoltaiczne wyposażone w SMA ShadeFix w większości sytuacji osiągają najwyższe uzyski energii w perspektywie całego okresu żywotności instalacji. A dodatkowo zapewniają większe bezpieczeństwo na miejscu.

Szczegółowe informacje na temat SMA ShadeFix oraz certyfikowanych urządzeń SunSpec Shutdown można znaleźć na www.SMA.de i www.SMA-America.com, a także w lokalnej filii SMA.

Bibliografia

Assoc. Prof. WulfToke Franke, [The Impact of Optimizers for PV-Modules](#), badanie naukowe, University of Southern Denmark, maj 2019

Sepanski et al, [„Ocena ryzyka pożarowego w instalacjach fotowoltaicznych oraz projektowanie koncepcji bezpieczeństwa w celu minimalizacji ryzyka”](#), TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, 2018.

Occupational Health and Safety Administration www.osha.gov



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

MEDIA SPOŁECZNOŚCIOWE
www.SMA.de/newsroom

