

# Systemy fotowoltaiczne a ochrona przeciwpożarowa

Od kilkudziesięciu lat na całym świecie mamy do czynienia z niezwykle dynamicznym rozwojem technik solarnych, a w szczególności fotowoltaiki. Do 2060 roku niemal 40% energii elektrycznej będzie powstawać w elektrowniach PV, co uczyni fotowoltaikę wiodącym źródłem energii. Ilość zainstalowanej mocy PV na świecie szybko wzrasta. Do końca 2017 roku zainstalowano 400 GW mocy. Udział PV w unijnym miksie energetycznym sięgnął w ubiegłym roku niemal 4%. W Polsce na koniec roku 2017 było zainstalowanych ok. 30 tys. systemów o łącznej mocy 282 MW.

Dr inż. Stanisław Pietruszko  
Polskie Towarzystwo Fotowoltaiki

Tylko w Europie istnieje kilka milionów systemów fotowoltaicznych. Dachy domów, budynków przemysłowych i handlowych są idealnym miejscem do zamiany energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Dzieje się tak nie tylko ze względów ekonomicznych. Systemy PV na domach i budynkach to również sposób na wykazanie zaangażowania w poprawę stanu środowiska naturalnego i poczucie bezpieczeństwa energetycznego. Ale niosą one również pewne zagrożenia.

Celem tego artykułu jest przedstawienie zagrożeń pożarowych związanych z systemami fotowoltaicznymi. Koncentruje się on na prewencji, czyli ocenie ryzyka pożaru, którego źródłem będzie system fotowoltaiczny zamontowany na dachu lub ścianie budynku, i na sprawdzeniu zgodności projektu budowlanego i elektrycznego systemu PV z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej. Systemy fotowoltaiczne różnią się od konwencjonalnych systemów zasilania pod kilkoma względami. Dokładna wiedza na temat specyficznych cech systemów fotowoltaicznych jest więc ważną rzeczą przy ich projektowaniu, szacowaniu wielkości, instalacji i obsłudze.

Systemy PV wytwarzają prąd stały (DC), zainstalowany jest więc falownik do konwersji prądu stałego DC na prąd zmienny AC. Mogą to być małe systemy o mocach rzędu kilku kW, instalowane zwykle na dachach domków jednorodzinnych. Mogą być one również instalowane na dużych budynkach przemysłowych, takich jak magazyny, hale produkcyjne, budynki biurowe, terminale portów lotniczych i dworców kolejowych (setki kW), tworzące rozproszony system energetyczny, do scentralizowanych systemów naziemnych o mocach dziesiątków MW. Zdecydowana większość dużych instalacji fotowoltaicznych na budynkach ma 600 V DC w Ameryce Północnej i 1000 V DC w Europie.



Źródło: [www.solarpanelsindustry.com](http://www.solarpanelsindustry.com)

## Zagrożenia powodowane pożarem instalacji PV

Gdy straż pożarna przybywa do płonącego budynku, jednym z ich pierwszych zadań jest odłączenie mediów od obiektu. Nie jest to jednak możliwe w przypadku systemów PV, ponieważ falownik może utrzymywać ładunek i przysyłać energię elektryczną z powrotem do modułów PV. Same moduły będą nadal wytwarzać energię tak długo, jak świeci słońce, a nawet w nocy, gdy obecne są jasne światła. Zatem przewód prowadzący z modułów fotowoltaicznych do falownika pozostaje pod napięciem prądu stałego nawet po wyłączeniu głównego panelu serwisowego. Straż pożarna musi walczyć z ogniem w obecności wysokiego napięcia i prądu stałego i może być narażona na porażenie prądem. Podczas pożaru w budynku z systemem fotowoltaicznym izolacja kabla DC może się stopić i spowodować łuk elektryczny. To samo może się zdarzyć, jeśli system fotowoltaiczny zostanie niepoprawnie odłączony. Łuki DC są nie tylko źródłem zapłonu, ale stanowią dodatkowe zagrożenie dla strażaków.

Inne potencjalne zagrożenia związane z systemami PV podczas gaszenia pożaru to:

- moduły PV mogą blokować miejsca i ścieżki dojścia na dachu, które strażacy mogliby wykorzystać,
- dodatkowa waga modułów może doprowadzić do zawalenia się dachu, jeżeli integralność konstrukcji została naruszona przez ogień,
- potencjalnie toksyczne opary z rozłożonych składników modułów,
- spadające przedmioty z dachu lub ściany (np. potłuczone szkło).

W Niemczech w początkowym okresie rozwoju fotowoltaiki systemy PV mocowane na dachach bez uzgodnienia z ochroną przeciwpożarową, toteż niektóre przybywające na miejsce pożaru oddziały straży pożarnej odmawiały zwalczania pożaru, gdy zauważyły system PV na dachu. Szybko jednak opracowano wytyczne dotyczące najlepszych praktyk i szkolenia dla strażaków.

Bezpieczne odłączenie instalacji fotowoltaicznej w sytuacji pożarowej powinno w idealnym przypadku doprowadzić do obniżenia prądów i napięć stałych do poziomów, które nie są już niebezpieczne dla strażaków. Wymagałoby to jednak izolacji każdego modułu, co zwiększa cenę systemu PV. Na rynku niemieckim wprowadzono tzw. przełącznik strażaka. Dodatkowe przełączniki mogą być instalowane pomiędzy łańcuchami modułów a falownikiem, aby co najmniej główny przewód prowadzący z dachu do

falownika nie był pod napięciem. Te przełączniki mogą być uruchamiane zdalnie z bezpiecznego miejsca. Innymi kluczowymi czynnikami ułatwiającymi gaszenie pożarów jest właściwe oznakowanie wszystkich komponentów, a także dostarczenie dokumentacji systemu fotowoltaicznego do planu reagowania kryzysowego, jak również zapewnienie szybkiego dostępu wykwalifikowanych elektryków znajdujących instalację.

### Ogniotrwałość systemów fotowoltaicznych

Wszystkie komponenty systemu fotowoltaicznego wystawione na działanie promieni słonecznych i innych zewnętrznych czynników atmosferycznych muszą mieć bardzo trwałe właściwości, a niektóre materiały, które tradycyjnie działały dobrze pod tym względem (np. niektóre rodzaje tworzyw sztucznych), niekoniecznie muszą mieć dobrą ognioodporność. Same moduły PV zawierają zwykle tworzywa sztuczne, ale to ramy, systemy montażowe, kable i skrzynki mogą być punktem palnym instalacji i ostatecznie przyczynić się do pożaru całego dachu.

### Normy wykorzystywane dla certyfikacji jakości wykonania, trwałości modułów fotowoltaicznych oraz bezpieczeństwa ich użytkowania

Podstawową normą służącą do certyfikowania modułów PV jest norma IEC 61215. Dokument ten określa zestaw badań oraz warunków wymaganych przy kwalifikacji konstrukcji modułów PV, które pozwolą na ich bezawaryjną wieloletnią eksploatację w określonych warunkach klimatycznych.

Normą określającą minimalne wymagania związane z konstrukcją modułu i odnoszącą się do najważniejszych aspektów związanych z bezpieczeństwem jego użytkowania jest norma IEC 61730. Dokument ten określa wymagania dotyczące konstrukcji oraz badań modułów PV, które powinny zapewnić ich bezpieczną eksploatację. Określono zarówno wytyczne mające na celu zabezpieczenie przed porażeniem elektrycznym, niebezpieczeństwem pożaru oraz urazami i czynnikami mechanicznymi, jak i związane z oddziaływaniem warunków środowiskowych.

Odpowiednikiem normy IEC 61215 w Ameryce Północnej jest norma UL 1703. Oba standardy są bardzo podobne i zawierają elementy testu ogniowego opartego na ASTM E-108 / UL 790 – Test na działanie ogniowe materiałów dachowych.

Ogniotrwałość planowanej instalacji fotowoltaicznej musi być oceniana indywidualnie w każdym przypadku. Wyniki testów ogniowych samych modułów nie są wystarczające, ponieważ na rynku znajduje się coraz większa liczba systemów montażowych wykonanych z tworzyw sztucznych.

### System fotowoltaiczny przyczyną pożaru

Podobnie jak inne instalacje elektryczne, systemy fotowoltaiczne są narażone na usterki elektryczne, takie jak łuki elektryczne, zwarcia i prądy wsteczne. Te usterki i inne awarie systemu, w tym awarie izolacji kabli, pęknięcie modułu i wadliwe połączenia, mogą doprowadzić do powstania gorących punktów, które mogą zapalić materiał łatwopalny znajdujący się w ich pobliżu. (Norma EN 50618 Kable i przewody elektryczne do systemów fotowoltaicznych).

## Skuteczna ochrona instalacji fotowoltaicznych



### DEHNcube

- wodoszczelna (IP65) obudowa z układem wyrównania ciśnienia
- unikalna technologia SCI
- całkowity prąd wyładowczy (8/20)  $I_{total} = 40$  kA, niski poziom ochrony  $U_p < 4$  kV
- sprawdzony i odporny na błędy układ połączeń Y zapewnia ochronę w przypadku uszkodzeń izolacji w obwodzie generatora PV
- łatwe i szybkie podłączenie bez użycia narzędzi dzięki zaciskom sprężynowym
- do stosowania w systemach PV zgodnie z normą PN-HD 60364-7-712

DEHN chroni.

Ochrona ogromowa, ochrona przed przepięciami, sprzęt bezpieczeństwa



DEHN POLSKA sp. z o.o.

ul. Wołoska 16, 02-675 Warszawa, tel. (22) 299-60-40 do 41, www.dehn.pl



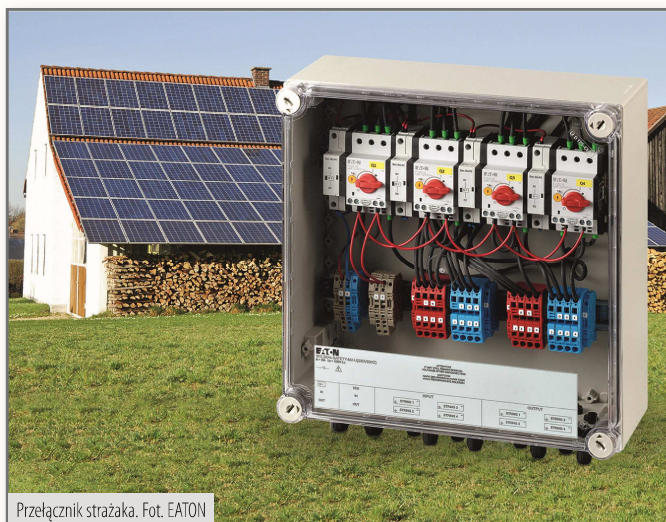


Złącze fotowoltaiczne. Fot. Weidmueller

Źle zainstalowane lub uszkodzone falowniki DC/AC mogą również być przyczyną pożarów. W najgorszym przypadku wadliwa instalacja systemu PV skutkuje gorącym punktem, ale również łukiem elektrycznym, co jest najczęstszą przyczyną pożarów na dachach budynków.

Każde rozłączenie lub wadliwe połączenie kabli, w których płynie prąd stały, może spowodować łuk elektryczny. W przypadku wystarczająco dużego natężenia i napięcia prądu oraz ścieżki upływu do ziemi lub do niższego napięcia może wystąpić łuk. Każda instalacja elektryczna narażona jest na ryzyko powstania łuków, ale instalacje PV są szczególnie wrażliwe ze względu na duży prąd stały DC (> 10 A) oraz wysokie napięcia (300–1000 V). Łuki DC same nie gasną i mogą osiągnąć temperaturę nawet 3000 °C. W tej temperaturze metal może się topić i zapalić znajdujące się w pobliżu materiały łatwopalne.

Wylądowania łukowe powstają w uszkodzonych miejscach lutowania, luźnych połączeniach, zwarcjach, wadach izolacji, wskutek starzenia i korozji, a także ukąszeń gryzoni. Większość z nich (poza ostatnim przypadkiem) to wynik nieprawidłowej instalacji i wad materiału. Biorąc pod uwagę, że żywotność systemu fotowoltaicznego jest dłuższa niż 20 lat, niebezpieczeństwo pożarów zwiększy się za 10 do 20 lat, kiedy dojdzie do starzenia się materiałów.



Przełącznik strażaka. Fot. EATON

Ponadto typowe systemy PV na budynkach komercyjnych mają setki, a nawet tysiące złączek, co zwiększa prawdopodobieństwo występowania usterek.

Ochrona przeciwpożarowa w systemach fotowoltaicznych nie polega na klasycznym gaszeniu pożaru. Przede wszystkim chodzi raczej o zapobieganie pożarom poprzez:

- zapewnienie wysokiego standardu prac instalacyjnych i komponentów, w szczególności wykonanie i odbiór instalacji zgodnie z normą PN-EN 62446-1 Systemy fotowoltaiczne (PV) – Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania – Część 1: Systemy podłączone do sieci – Dokumentacja, odbiory i nadzór,
- okresową konserwację instalacji fotowoltaicznej: według normy IEC 62446-2 Systemy fotowoltaiczne – Wymagania dotyczące testowania, dokumentacji i konserwacji – Część 2: Systemy podłączone do sieci – Konserwacja systemów PV,
- stosowanie urządzeń ochronnych,
- minimalizowanie gromadzenia się łatwopalnego pyłu,
- unikanie niepotrzebnych zagrożeń dla służb pożarniczych.

W Polsce w czerwcu 2018 roku znowelizowano Ustawę o odnawialnych źródłach energii. Znowelizowane prawo w art. 2 pkt 2) zmienia art. 29 ust. 2 pkt 16) Ustawy z dnia 7 lipca 1994 roku – Prawo budowlane (Dz. U. z 2017 r. poz. 1332 i 1529 oraz z 2018 r. poz. 12, 317 i 352), według której powołany przepis otrzyma następujące brzmienie: „Pozwolenia na budowę nie wymaga wykonywanie robót budowlanych polegających na: 16) montażu pomp ciepła, wolno stojących kolektorów słonecznych, urządzeń fotowoltaicznych o mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 50 kW oraz mikroinstalacji biogazu rolniczego w rozumieniu art. 19 ust. 1 ustawy z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. z 2017 r. poz. 1148, 1213 i 1593 oraz z 2018 r. poz. 9 i ...); obowiązek uzgodnienia pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej projektu budowlanego urządzeń fotowoltaicznych oraz mikroinstalacji biogazu rolniczego, o którym mowa w art. 6b ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz. U. z 2017 r. poz. 736 I 1169), oraz zawiadomienia organów Państwowej Straży Pożarnej, o którym mowa w art. 56 ust. 1a tej ustawy, stosuje się (...)”.

Wprowadzenie konieczności uzgadniania projektów budowlanych z ochroną przeciwpożarową zwiększy koszty instalacji i może wpłynąć na dynamicznie rozwijający się rynek mikroinstalacji fotowoltaicznych w Polsce. Tym niemniej proponowane uzgadnianie projektów budowlanych z ochroną przeciwpożarową jest istotne i konieczne do wprowadzenia do procesu instalacji systemów PV, tak samo jak znaczenie mają późniejsze kontrole w regularnych odstępach czasu. Z uwagi na to konieczne jest opracowanie wytycznych odnośnie do ochrony przeciwpożarowej instalacji fotowoltaicznych i przeszkolenie inspektorów i rzeczoznawców, których zadaniem byłaby ocena poprawności projektu i realizacji instalacji. Polskie Towarzystwo Fotowoltaiki deklaruje chęć daleko idącej współpracy i pomocy merytorycznej przy opracowaniu i wprowadzaniu przepisów oraz rozporządzeń regulujących sprawę bezpieczeństwa przeciwpożarowego instalacji fotowoltaicznych. Od kilku lat podnosimy kwestie związane z jakością komponentów systemów PV i prawidłowym ich montażem.