

ochrona odgromowa systemów fotowoltaicznych na dachach dwuspadowych

prof. dr hab. inż. Andrzej Sowa – Politechnika Białostocka

Systemy fotowoltaiczne PV (ang. Photovoltaic) przetwarzają bezpośrednio promieniowanie słoneczne na energię elektryczną bez zanieczyszczeń, hałasu i innych zmian w środowisku naturalnym. Fakt ten, w połączeniu ze spadkiem kosztów systemów PV, powoduje szybki rozwój tego rodzaju źródeł zasilania.

Pomijając proste zastosowania (np. zasilanie zegarków, kalkulatorów, telewizorów), można wyróżnić trzy podstawowe konfiguracje systemów fotowoltaicznych:

- wolno stojące,
- hybrydowe,
- dołączane do sieci elektroenergetycznej.

W każdym z systemów PV wymagane jest umieszczenie kolektorów fotowoltaicznych w miejscach bezpośredniego działania promieni słonecznych. Spełnienie tego warunku, w połączeniu z wzrastającą powierzchnią kolektorów, może spowodować wzrost zagrożenia piorunowego systemów PV. Stwarza to potrzebę rozważenia środków ochrony kolektorów przed bezpośrednim wyładowaniem piorunowym oraz przepięciami atmosferycznymi w instalacji elektrycznej oraz w instalacji sterującej pracą systemu fotowoltaicznego (jeśli taki system sterowania jest stosowany).

ochrona przed bezpośrednim działaniem prądu piorunowego

Poniżej przeanalizowany zostanie najczęściej występujący przypadek kolektorów umieszczonych na dachu dwuspadowym obiektu budowlanego (rys. 1).

W takim obiekcie określając konieczność stosowania urządzenia piorunochronnego LPS (*Lightning*

Protection System) oraz wymagany poziom ochrony odgromowej należy uwzględnić:

- środki finansowe konieczne do redukcji zagrożenia piorunowego,
- koszty ewentualnych napraw uszkodzonych systemów,
- różnice w opłatach ubezpieczeniowych w przypadku systemu, który posiada lub jest pozbawiony urządzenia piorunochronnego,
- wartość mienia narażonego na szkodę,
- inne czynniki związane z wymaganiami, jakie stawiane są przed instalacją elektryczną, do której doprowadzana jest energia z systemu fotowoltaicznego.

Dokładne zasady wyboru poziomów ochrony przedstawiono w normie PN-EN 62305-2. Ograniczając zagrożenie piorunowe fotowoltaicznych systemów generowania mocy PVPGS (ang. *Photovoltaic Power Generating Systems*) należy zapewnić ochronę kolektorów fotowoltaicznych przed bezpośrednim uderzeniem pioruna.



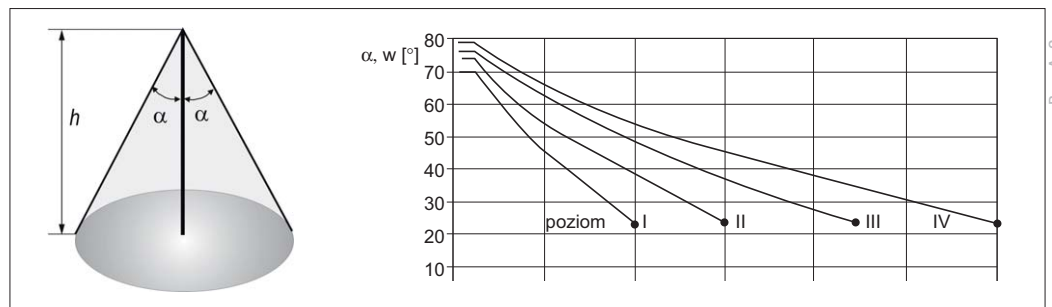
Fot. A. Sowa

Fot. 1. Kolektory fotowoltaiczne na dachach obiektów budowlanych

Taki sposób postępowania wynika z zasady ochrony przed bezpośrednim oddziaływaniem prądu piorunowego, jaką zawarto w normach ochrony odgromowej [2, 3, 4]. W normach stwierdzono, że „wszystkie urządzenia dachowe z materiałów izolacyjnych lub przewodzących, które zawierają wyposażenie elek-

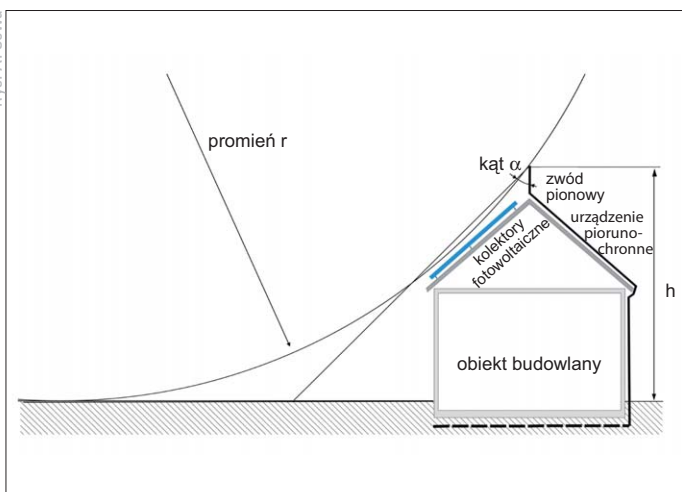
streszczenie

W artykule przedstawiono podstawowe zasady ochrony odgromowej urządzeń systemów fotowoltaicznych umieszczonych na dachach obiektów budowlanych. Szczególną uwagę zwrócono na sposób określania odstępów izolacyjnych pomiędzy kolektorami a elementami urządzenia piorunochronnego.



Rys. 1. Zależność kąta osłonowego od wysokości zwodu oraz wybranego poziomu ochrony

Rys. A. Sowa



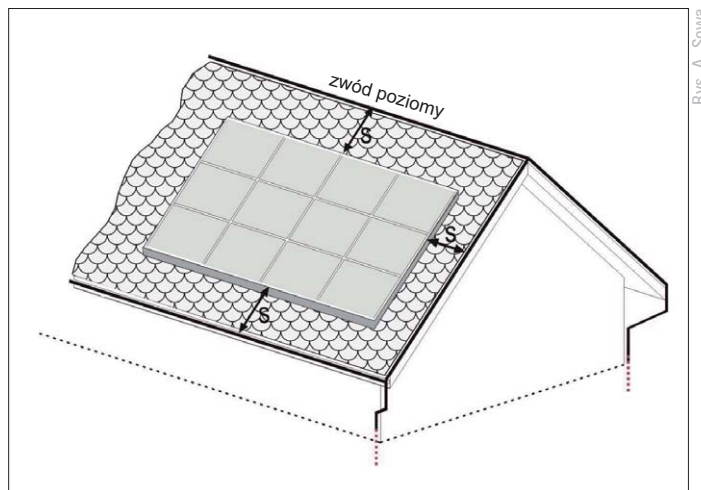
Rys. 2. Zasada określania stref ochronnych za pomocą kąta ochronnego oraz toczonej się po dachu kuli

tryczne i/lub służące przetwarzaniu informacji, powinny znajdować się w przestrzeni ochronnej układu zwodów”.

Jeśli powyższe zalecenia nie będą spełnione, to bezpośrednie wyładowanie piorunowe w elementy systemu PV może doprowadzić do zniszczenia samego systemu fotowoltaicznego oraz instalacji elektrycz-

nej i urządzeń zainstalowanych wewnątrz obiektu budowlanego.

Ochronę przed bezpośrednim wyładowaniem piorunowym można zapewnić umieszczając elementy systemu fotowoltaicznego w przestrzeni chronionej tworzonej przez odpowiednio dobrane układy zwodów pionowych lub poziomych. Określając obszar przestrzeni chro-



Rys. 3. Wymagane odstępy izolacyjne pomiędzy kolektorem a elementami urządzenia piorunochronnego

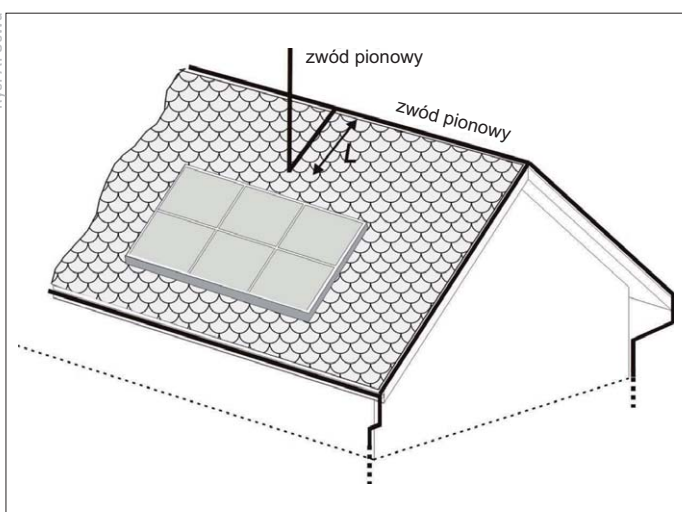
nionej tworzonej przez pojedynczy zwód lub kilka zwodów należy uwzględnić wymagania dotyczące kątów ochronnych oraz odstępów izolacyjnych uniemożliwiających powstawanie przeskoków iskrowych. Zalecenia norm ochrony odgromowej [2] uzależniają wartości kątów ochronnych od poziomów ochrony wymaganych dla rozważa-

nego obiektu oraz wysokości zwodów (rys. 1).

Strefę ochronną tworzoną przez zwody można również wyznaczyć wykorzystując zasadę toczonej się po dachu kuli. W tych miejscach na powierzchni dachu, które nie są dotykane przez kulę, nie istnieje zagrożenie bezpośrednim uderzeniem pioruna (rys. 2.). Wartości promie-

Współczynnik	Wartość
k_i – uzależniony od klasy LPS	0,08 – I klasa LPS 0,06 – II klasa LPS 0,04 – III i IV klasa LPS
k_m – uzależniony od materiału odstępu izolacyjnego	1 – powietrze 0,5 – beton, cegła
l – długość w metrach	Długość mierzona wzdłuż przewodu odprowadzającego od punktu rozpatrywanego zbliżenia do punktu najbliższego połączenia wyrównawczego

Tab. 1. Wartości współczynników występujących w zależności określającej wartość odstępu izolacyjnego



Rys. 4. Ochrona odgromowa kolektorów fotowoltaicznych



Zgórsko 158
26-052 Sitkówka-Nowiny
tel. 41 346-50-12
fax 41 346-50-13



www.delkar.pl

Układ przestrzenny (uziom typu A)	$\frac{C}{h}$	0,33	0,50	1,00	2,00
	k_c	0,57	0,60	0,66	0,75
	k_c	0,47	0,52	0,62	0,73
	k_c	0,31	0,33	0,37	0,41

Tab. 2. Wartości współczynników k_c w zależności od liczby przewodów odprowadzających oraz wymiarów obiektu (uziemiaenie typu B) [3]

nia kuli wynoszą 20 m, 30 m, 45 m i 60 m, odpowiednio dla I, II, III i IV poziomu ochrony odgromowej.

W przypadku kolektorów instalowanych na dachach jedno- lub dwuspadowych ochronę odgromową mogą zapewnić typowe zwody niskie ułożone nad kalenicą oraz dodatkowe zwody pionowe.

Znacznie trudniejszym zadaniem jest wyznaczenie odstępów izolacyjnych pomiędzy kolektorami a elementami urządzenia piorunochronnego (rys. 3).

W normach ochrony odgromowej przyjęto określać minimalne wartości odstępów izolacyjnych za pomocą następującej zależności:

$$S \geq k_i \cdot \frac{k_c \cdot l}{k_m}$$

Wymagane wartości współczynników k_i i k_m występujących w powyższym równaniu zestawiono w tabeli 1. Przykładowe wartości współczynnika k_c dla prostych urządzeń piorunochronnych przedstawiono w tabeli 2.

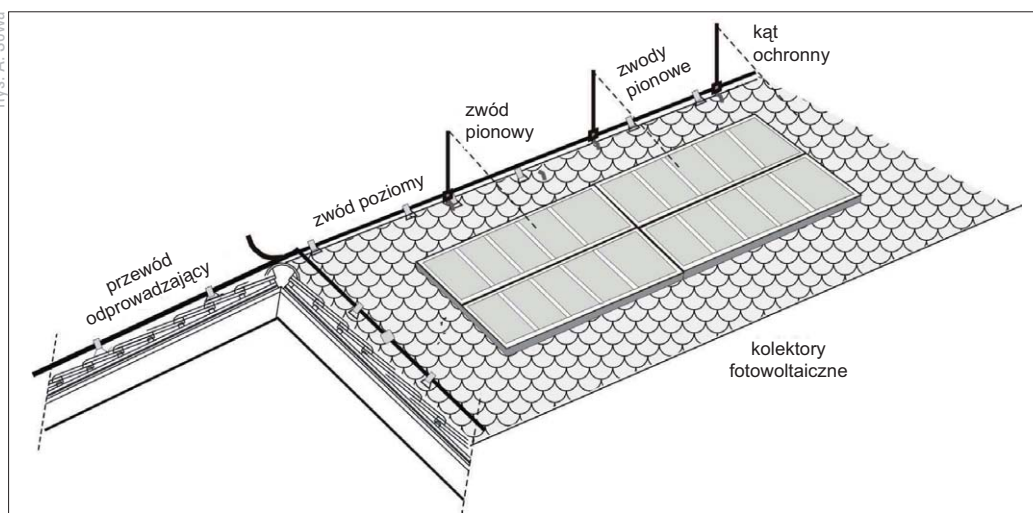
W większości obiektów budowlanych, wyznaczając długość L pomiędzy miejscem wylądowania a najbliższym miejscem uziemienia przewodu odprowadzającego, uwzględniamy przewody, w których płyną prądy o różnych wartościach podczas wylądowania w LPS obiektu. Z tego faktu wynikają zmiany wartości współczynników k_c dla poszczególnych przewodów instalacji piorunochronnej i należy to uwzględnić przy obliczaniu odstępów izolacyjnych. Odstęp izolacyjny dla takiego przypadku określany jest zależnością:

$$S \geq \frac{k_i}{k_m} (k_{c1} \cdot l_1 + k_{c2} \cdot l_2 + \dots + k_{cm} \cdot l_m)$$

gdzie:
 l_1, l_2, \dots, l_m – odcinki przewodów instalacji piorunochronnej, w których płyną prądy o różnych wartościach określone przez współczynniki $k_{c1}, k_{c2}, \dots, k_{cm}$.

W celu przedstawienia toku postępowania przy określaniu odstępów

Rys. A. Sowiak



Rys. 5. Przykładowe rozwiązania ochrony odgromowej kolektorów fotowoltaicznych

Widok ogólny	Współczynniki k_c i odstęp s
	<p>LPS posiadający 2 przewody odprowadzające</p> $k_{c1} = 1$ $k_{c2} = \frac{c - x + h}{c + 2h}$ $k_{c3} = k_{c2}$ $s = \frac{k_i}{k_m} (k_{c1} \cdot L + k_{c2} \cdot x + k_{c3} \cdot h)$
	<p>LPS posiadający 4 przewody odprowadzające</p> $k_{c1} = 1$ $k_{c2} = \frac{c - x + h}{c + 2h}$ $k_{c3} = k_{c2}$ $s = \frac{k_i}{k_m} (k_{c1} \cdot L + k_{c2} \cdot x + k_{c3} \cdot h)$

Tab. 3. Współczynniki k_c oraz odstęp s dla prostych urządzeń piorunochronnych



Fot. 2. Ochrona odgromowa kolektorów fotowoltaicznych na dachu obiektu budowlanego

izolacyjnego przedstawiony zostanie przykład jego wyznaczania dla prostego urządzenia piorunochronnego na wolno stojącym obiekcie budowlanym.

Do ochrony kolektora słonecznego przed bezpośrednim wyładowaniem piorunowym wykorzystano zwód pionowy, który połączono ze zwodem poziomym (wy-

sokość zwodu pionowego do miejsca zbliżenia i przewodu łączącego zwód ze zwodem poziomym wynosi L (rys. 4).

W przypadku dowolnego rozmieszczenia zwodu na dachu obiektu o przedstawionym układzie urządzenia piorunochronnego do obliczeń współczynników k_c można wykorzystać zależności podane

w tabeli 3. Przykładowe rozwiązania ochrony kolektorów przed bezpośrednim wyładowaniem piorunowym przedstawiono na rysunku 5. i fotografii 2.

Kolektory fotowoltaiczne, których nie można umieścić w dostatecznej odległości od elementów urządzenia piorunochronnego (nie można zachować odstępu izolacyjnego np. na obiektach o konstrukcji stalowej lub posiadających metalowe pokrycia dachowe) powinny być również umieszczone w przestrzeniach chronionych tworzonych przez zwody pionowe lub poziome. W celu wyeliminowania niekontrolowanych przeskoków iskrowych metalowe elementy konstrukcji urządzeń systemu fotowoltaicznego należy połączyć z elementami urządzenia piorunochronnego.

podsumowanie

Poprawnie zaprojektowane i wykonane urządzenie piorunochron-

ne powinno zapewnić ochronę kolektorów fotowoltaicznych przed bezpośrednim wyładowaniem piorunowym i wyeliminować możliwość wnikania prądu piorunowego do obiektu. Zapewnienie bezwaryjnego działania systemów fotowoltaicznych wymaga również ograniczenia napięć i prądów udarowych występujących w instalacji elektrycznej oraz obwodach sygnałowych.

literatura do artykułu na

elektroinfo.pl

abstract

Lightning protection of photovoltaic systems on sloping roofs

In article basic information about lightning protection of photovoltaic system devices place on buildings' roofs were presented. Special attention was turned on calculation of separation distances between these devices and elements of lightning protection system.

reklama

WAMTECHNIK

WWW.WAMTECHNIK.PL • WWW.E-PV.PL



OFERUJEMY: pakiety bateryjne i akumulatorowe
akumulatory Ni-Cd; Ni-Mh; Li-Ion; Li-Poly; Li-Mn₂O₄ LiFePO₄
baterie litowe i alkaliczne
bezobsługowe akumulatory kwasowo ołowiowe w technologii AGM i żelowe
moduły fotowoltaiczne i pozostałe komponenty do budowy systemów fotowoltaicznych
turbiny wiatrowe

20 LAT

WAMTECHNIK Sp. z o. o., ul. Techniczna 2 bud. H, Piaseczno