

Ochrona przepięciowa systemów PV zainstalowanych na dachu

Generatory PV są najczęściej umieszczone na dachu budynku. Dzięki takiemu eksponowanemu położeniu elementy instalacji narażone są na oddziaływanie piorunowego impulsu elektromagnetycznego (LEMP) podczas bezpośrednich oraz pobliskich wyładowań piorunowych. Ponieważ generatory PV umieszczone na dachu budynku mają galwaniczne połączenie z instalacjami wchodzącymi do jego wnętrza, istnieje niebezpieczeństwo szkodliwego oddziaływania prądu piorunowego na urządzenia elektryczne i elektroniczne we wnętrzu budynku.

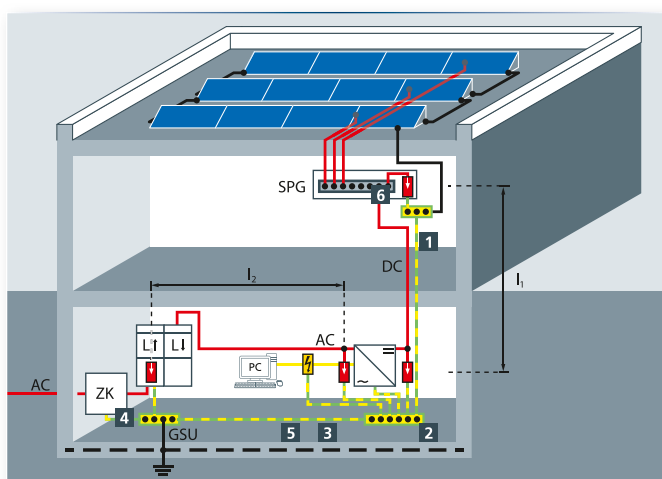
Krzysztof Wincencik,
DEHN POLSKA

Bezawaryjne funkcjonowanie systemu ogniw i paneli na dachu budynku przez okres wielu lat wymaga zapewnienia im ochrony przed oddziaływaniem pioruna. Dotyczy to zarówno ochrony przed uszkodzeniem mechanicznym lub termicznym spowodowanym bezpośrednim uderzeniem pioruna, jak i ochrony instalacji elektrycznych i systemów kontroli i sterowania przed oddziaływaniem LEMP (ang. *Lightning Electromagnetic Pulse*). Spowodowane przepięciami uszkodzenia przekształtnika powodują dodatkowy wzrost kosztów inwestycyjnych, a tym samym wpływają na wydłużenie okresu zwrotu inwestycji. Dlatego coraz częściej zarówno producenci przekształtników, jak

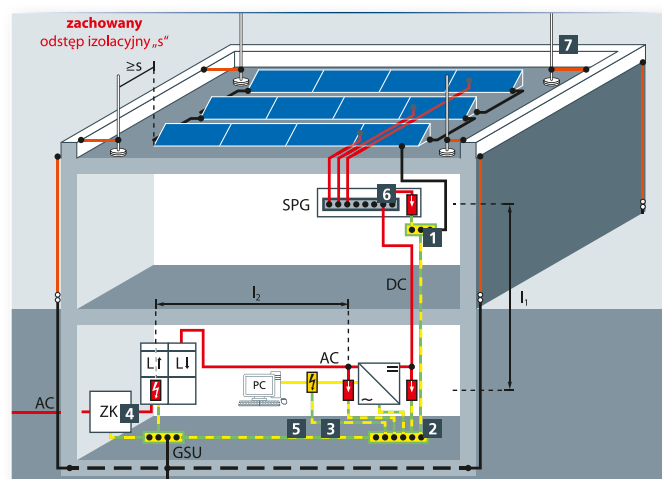
i instytucje finansowe kredytujące instalację oraz towarzystwa ubezpieczeniowe wymagają zapewnienia odpowiednich środków ochrony.

Systemy ochrony w instalacjach PV

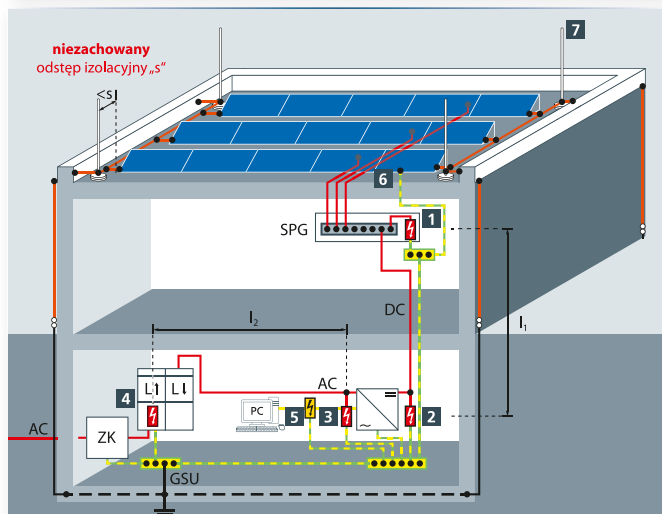
Tworzenie systemu ochrony instalacji PV obejmuje najczęściej trzy przypadki (rys. 1–3). Z punktu widzenia ochrony przed przepięciami instalacji stałoprądowej (DC) przypadki 1 i 2 są sobie równoważne. W przypadku pierwszym przeprowadzona analiza ryzyka oparta na normie PN-EN-62305-2 wykazała, że nie ma konieczności wykonania dla obiektu urządzenia



Rys. 1. Budynek bez zewnętrznego urządzenia piorunochronnego



Rys. 2. Budynek z zewnętrznym urządzeniem piorunochronnym – zachowany odstęp izolacyjny



Rys. 3. Budynek z zewnętrznym urządzeniem piorunochronnym – brak odstęp izolacyjnego

piorunochronnego. W drugim przypadku panel fotowoltaiczny chroniony jest przed bezpośrednim wyładowaniem piorunowym za pomocą systemu zwodów pionowych zamocowanych na dachu budynku. W tej sytuacji spełnione są wymagania dotyczące zachowania bezpiecznego odstęp izolacyjny – dlatego instalacja DC biegnąca od panelu do wnętrza budynku chroniona jest za pomocą przeznaczonego do systemów fotowoltaicznych ogranicznika przepięć typu 2 (spełniającego wymogi PN-EN50539-11). Instalacja wewnątrz budynku chroniona jest zgodnie z zasadami stref ochrony odgromowej (LPZ).

W przypadku zwykłych modułów PV można zakładać, że ich odporność udarowa $U_{W(PV_Mod)}$ jest większa niż odporność udarowa przekształtnika $U_{W(PV_INW)}$. W takiej sytuacji zaleca się

Legenda do rys. 1–3: SPG – skrzynka przyłączeniowa generatora PV, ZK – złącze kontrolne, L – licznik, GSU – główna szyna uziemiająca, SPD nr 1 i 2 – ograniczniki przepięć dedykowane do ochrony instalacji DC, SPD nr 3 i 4 – ograniczniki przepięć do ochrony instalacji AC

instalować SPD w pobliżu przekształtnika. W instalacjach, dla których długość przewodów łączących panele PV z przekształtnikiem przekracza 10 m (odległość l_1), wymagane jest zastosowanie dwóch ograniczników przepięć typu 2 przeznaczonych do systemów PV.

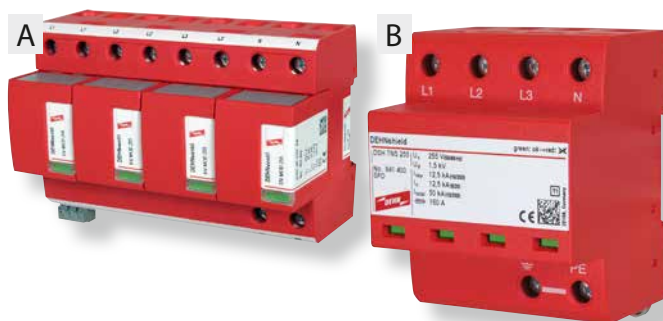
Przypadek trzeci występuje wtedy, gdy wymagany odstęp izolacyjny „s” nie może być zachowany lub panel zainstalowany jest na dachu z metalowym pokryciem. Również i w tej sytuacji – zgodnie zapisem PN-EN 62305-3 – panele PV zainstalowane na dachu budynku powinny znaleźć się w przestrzeni ochronnej zwodów. Należy jednak wykonać dodatkowe połączenia wyrównawcze pomiędzy obudową paneli a układem zwodów. Dlatego w takim przypadku – z uwagi na możliwość oddziaływania na instalację wewnątrz budynku części prądu piorunowego – przewody biegnące od modułów PV do wnętrza zabezpieczone są ogranicznikiem przepięć typu 1.

W instalacji elektrycznej obiektu należy zastosować układy SPD typu 1 lub 2 do ograniczenia zagrożenia piorunowego instalacji elektrycznej obiektu (SPD oznaczony numerem 4) oraz przekształtnika (SPD oznaczony numerem 3). Analogicznie do rozwiązania przedstawionego dla obiektu bez LPS, SPD typu 2 oznaczony numerem 3 jest zalecany, jeżeli odległość pomiędzy rozdzielnicą główną obiektu z układem SPD typu 1 a przekształtnikiem jest większa niż 10 m (odległość l_2). Wymóg zainstalowania układu SPD typu 1 (nr 3) wynika z faktu wyposażenia obiektu w urządzenie piorunochronne i braku zachowania bezpiecznych odstępów izolacyjnych.

W instalacji elektrycznej do ochrony przed rozpryskującym się prądem piorunowym oraz przepięciami należy zastosować układy SPD typu 1 oraz 2 spełniające wymagania zawarte w normie PN-EN 61643-11. Przykładowe SPD spełniające normy dotyczące ochrony odgromowej obiektów budowlanych oraz instalacji elektrycznej przedstawiono na rys. 4. Dodatkowo obwody transmisji sygnałów dochodzące do urządzeń kontroli i sterowania pracą systemu PV powinny być wyposażone w ograniczniki przepięć (SPD oznaczony numerem 5).

Ograniczniki przepięć do obwodów DC – technologia SCI

W celu zapewnienia bezawaryjnej pracy modułów fotowoltaicznych należy zwracać uwagę na dobór specjalistycznych SPD typu 1 lub 2 przeznaczonych do ochrony sieci DC. W instalacjach

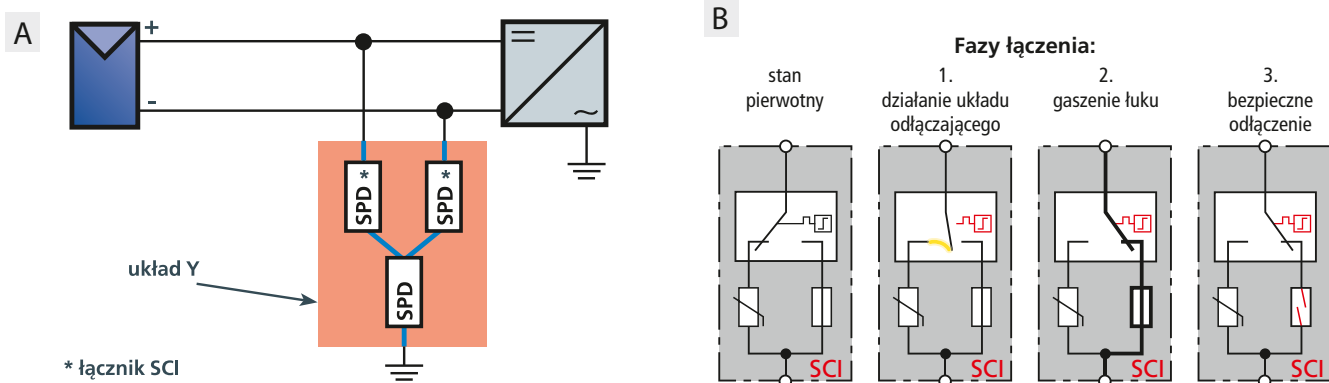


Rys. 4. Przykładowe ograniczniki przepięć: a) SPD typu 1 kombinowanego w obiektach wymagających I lub II poziomu ochrony (DEHNventil), b) SPD typu 1 kombinowanego w obiektach wymagających III lub IV poziomu ochrony (DEHNshield)

prądu stałego nie występuje „przejście prądu przez zero” i tym samym utrudnione jest gaszenie prądów zwarciovych, co w przypadku doboru niewłaściwych ograniczników może stwarzać zagrożenie pożarowe dla urządzeń elektrycznych i elektronicznych. W przypadku konieczności zastosowania w instalacji fotowoltaicznej SPD typu 1 powinny one spełniać zalecenia zawarte w Tabeli 1. Specjalistyczne SPD, przeznaczone do ochrony systemów fotowoltaicznych, w swoich rozwiązaniach konstrukcyjnych uwzględniają ten problem i zapewniają skuteczną ochronę bez stwarzania dodatkowego zagrożenia pożarowego.

Skrót SCI (ang. *Short Circuit Interruption*) oznacza zastosowanie zintegrowanego bezpiecznika DC we wszystkich ogranicznikach przepięć firmy DEHN do obwodów DC wykorzystujących trójstopniowy układ przełączający. Ograniczniki wyposażone są w specjalny układ odłączający, który zapewnia bezpieczne elektryczne oddzielenie od instalacji w przypadku jego przeciążenia. Zastosowanie zwykłych układów odłączających stosowanych w typowych ogranicznikach nie daje zadowalających rezultatów przy odłączeniu w obwodzie DC z uwagi na charakterystykę prądowo-napięciową źródła PV. Uszkodzony ogranicznik nie może być odłączony od instalacji z uwagi na zapalenie się wewnątrz łuku elektrycznego. By temu zapobiec, powstał trójstopniowy układ przełączający z gałęzią bypass zawierającą bezpiecznik. W przypadku przeciążenia układ odłączający powoduje przepływ prądu przez gałąź bypass, gdzie następuje zgaszenie łuku elektrycznego. Zintegrowany bezpiecznik przerywa przepływ prądu i ogranicznik przepięć zostaje odłączony od instalacji.

Planując rozmieszczenie SDP chroniących systemy fotowoltaiczne, należy pamiętać, że powinny być one zainstalowane w taki



Rys. 5. a) Podłączenie SPD w układzie typu Y – ochrona obwodów DC w instalacji PV oraz b) schemat ukazujący działanie technologii SCI

Tabela 1. Wymagana wartość prądu udarowego IIMP dla ograniczników przepięć chroniących obwody prądu stałego paneli PV

Informacje podstawowe		Generator (moduły) PV			
		uziemiony		nieuziemiony	
		dodatkowe połączenie z uziemem			
		tak	nie	tak	nie
Poziom ochrony LPL	Maksymalny prąd odpowiadający LPL (10/350)	Wymagany prąd udarowy dla 1 biegun SPD [kA]			
1 lub nieznan	200 kA	12,5	25	25	50
2	150 kA	9,375	18,75	18,75	37,5
3 lub 4	100 kA	6,25	12,5	12,5	25

sposób, aby istniała możliwość ich kontroli, zgodnie z planem przeglądów i konserwacji przygotowanym dla obiektu.

Modułowe ograniczniki typu 2 DEHNguard modular (Y) PV SCI... (FM) zostały specjalnie zaprojektowane do ochrony urządzeń w instalacjach fotowoltaicznych. Po raz pierwszy został tu zastosowany opatentowany trójstopniowy układ przełączający prądu stałego (SCI), zapewniający szczególne bezpieczeństwo, które jest wymagane dla nowoczesnych instalacji fotowoltaicznych. Ograniczniki są dostępne w wersjach na: 150 V, 600 V, 1000 V i 1200 V, a ogranicznik DEHNguard ME YPV SCI 1500 (FM) – na napięcie do 1500 V, czyli na wszystkie dotychczas stosowane poziomy napięcie.

Dla ograniczników DEHNguard M (Y)PV SCI... (FM) ochrona przed pożarem jest na pierwszym miejscu. W chwili uszkodzenia modułu ochronnego następuje jego bezpieczne elektryczne oddzielenie i jest możliwa wymiana modułu bez przerywania obwodu prądowego, bez łuku elektrycznego, dzięki zastosowaniu specjalnego bezpiecznika w układzie zwierającym modułu, przeznaczonego wyłącznie do instalacji PV (rys. 7). Z tego względu może on być stosowany w małych, średnich i dużych instalacjach bez dodatkowych bezpieczników. Wskaźnik optyczny w okienku kontrolnym prezentuje stan każdego modułu. Kolor zielony oznacza moduł sprawny, czerwony – uszkodzony. Oprócz standardowego wskaźnika optycznego ograniczniki DEHNguard modular (Y)PV SCI... (FM) umożliwiają zdalną sygnalizację uszkodzenia za pomocą złączki z trzema stykami. Te trzy styki tworzą dwie pary zestyków wykonanych jako przełączne bezpotencjałowe, co pozwala – zależnie od przyjętej zasady sygnalizacji – wykorzystać zestyk rozwierny (normalnie zamknięty) lub zwierny (normalnie otwarty). Jak wszystkie modułowe ograniczniki z rodziny DEHNguard M, również DEHNguard M YPV... SCI (FM) wyposażone są w wielofunkcyjne zaciski w standardowej szerokości jednego modułu, służące do podłączania przewodów i szyn grzebieniowych jednocześnie oraz umożliwiające połączenie szynami z sąsiednimi aparatami.

Kompaktowe ograniczniki DEHNguard YPV SCI kompakt zostały specjalnie zaprojektowane do ochrony urządzeń w instalacjach fotowoltaicznych. Tak jak w innym wykonaniu,

również tu zastosowano opatentowany trójstopniowy układ przełączający prądu stałego (SCI), zapewniający szczególne bezpieczeństwo, które jest wymagane dla nowoczesnych instalacji fotowoltaicznych. Ograniczniki te, dostępne w wykonaniu na 600 V i 1000 V, pokrywają obecnie typowe poziomy napięcie w instalacji występujące przy falowniku. Kompaktowe ograniczniki DG YPV SCI zoptymalizowane pod względem kosztów i potrzebnego miejsca można stosować w instalacjach o prądzie ograniczonym do 200 A. Stosownie do podstawowych wymogów skoncentrowano się na najważniejszych cechach funkcjonalności urządzenia bez zmniejszenia wymagań w zakresie bezpiecznego funkcjonowania. Również w tym przypadku stan każdego bieguna prezentuje wskaźnik optyczny w okienku kontrolnym. Kolor zielony oznacza moduł sprawny, czerwony – uszkodzony.

DEHNcube YPV SCI 1000... jest pierwszym ogranicznikiem o stopniu ochrony IP65 zbadanym pod kątem wymagań normy PN-EN 50539-11 przez firmę DEHN + SÖHNE. Stosowanie tych urządzeń nie jest ograniczone koniecznością zapewnienia odpowiedniej ilości miejsca w szafkach rozdzielczych. DEHNcube YPC SCI 1000 można podłączyć bezpośrednio obok chronionego falownika, co w łatwy i szybki sposób pozwala uzyskać optymalną ochronę przepięciową istniejących instalacji PV. Ogranicznik występuje w dwóch wersjach, umożliwiających podłączenie jednego lub dwóch wejść MPP.

Jako akcesoria do ogranicznika DEHNcube YPV SCI 1000 oferowane są przewody łączące typu X i typu Y, które umożliwiają łatwe podłączenie ogranicznika. Przewody łączące są tak wykonane, aby ich konieczna długość była jak najmniejsza (co daje najlepsze działanie ochronne), jednak dostatecznie duża, aby możliwe było łatwe, praktyczne podłączenie. Przewody AL DCU Y PV i AL DCU X PV są dostępne w dwóch długościach: 600 mm lub 1000 mm, ponieważ odległości między miejscem instalacji DEHNcube i wejściem DC falownika zależą od producentów systemów PV i warunków zabudowy.

Kombinowany ogranicznik DEHNcombo YPV SCI... chroni urządzenia instalacji fotowoltaicznych przed prądami piorunowymi. Jego zdolność odprowadzania prądów piorunowych wynosi 6,25 kA (10/350 μ s) na biegun i jest dostosowana do najnowszego wydania norm EN 50539 -12 oraz niemieckiego krajowego załącznika 5 do normy DIN EN 62305-3. Wytrzymałość zwarciowa ograniczników DEHNcombo na poziomie 1000 A spełnia wymagania stawiane ogranicznikom przepięć w małych, średnich i dużych instalacjach fotowoltaicznych. DEHNcombo we wszystkich tych instalacjach o prądzie zwarcia do 1000 A nie wymaga stosowania dodatkowych bezpieczników. Obudowa DEHNcombo została tak zaprojektowana, by spełniała specjalne wymagania techniczne i systemowe, dlatego ogranicznik sprawdza

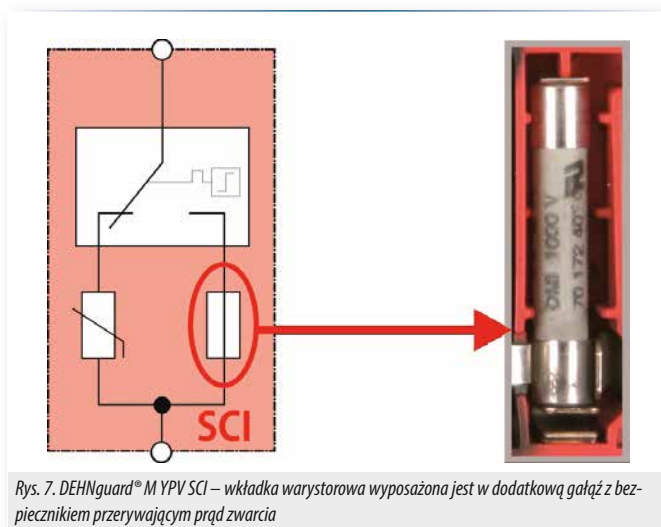


Rys. 6. Ogranicznik przepięć typu 2 przeznaczone do obwodów stałoprądowych DEHNguard® M YPV SCI

się w instalacjach do 1500 V bez stosowania dodatkowych specjalnych środków (np. odległości bezpiecznych). Jednocześnie ten ogranicznik kombinowany zajmuje tylko cztery moduły szerokości, co pozwala na oszczędność miejsca w szrankie rozdzielczej.

Specjalistyczne SPD firmy DEHN przeznaczone do ochrony systemów fotowoltaicznych w swoich rozwiązaniach konstrukcyjnych uwzględniają problem utrudnionego gaszenia prądów zwarciowych w obwodach DC i zapewniają skuteczną ochronę bez stwarzania dodatkowego zagrożenia pożarowego. Takie kompleksowe potraktowanie zagadnienia ochrony odgromowej i przepięciowej może zapewnić bezpieczeństwo i bezawaryjne działanie systemów fotowoltaicznych.

Więcej informacji na temat oferty i rozwiązań firmy DEHN w zakresie kompleksowej ochrony odgromowej i przepięciowej w instalacjach PV można znaleźć na stronie www.dehn.pl.



Rys. 7. DEHNguard® M YPV SCI – wkładka warystorowa wyposażona jest w dodatkową gałąź z bezpiecznikiem przerywającym prąd zwarcia

Literatura

1. PN-EN 50539-11:2013. Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia – Urządzenia ograniczające przepięcia do zastosowań specjalnych z włączeniem napięcia stałego – Część 11: Wymagania i badania dla SPD w zastosowaniach fotowoltaicznych.
2. PN-EN 61643-11:2013. Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia – Część 11: Urządzenia ograniczające przepięcia w sieciach elektroenergetycznych niskiego napięcia – Wymagania i metody badań.
3. Sowa A., Wincencik K., *Ochrona odgromowa systemów fotowoltaicznych*. Seria: „Zeszyty dla elektryków”, nr 10, Wydawnictwo Medium 2014.

Skuteczna ochrona instalacji fotowoltaicznych



DEHNcombo YPV SCI

- kombinowany ogranicznik przepięć typu 1 z wbudowanym bezpiecznikiem
- sprawdzona odporność na błędy podłączenia Y jako ochrona w przypadku uszkodzeń izolacji w obwodzie generatora PV
- kombinowany układ odłączająco-zwierający z bezpieczną elektryczną separacją w module ochronnym jako środek ochrony przy gaszeniu łuku prądu stałego (opatentowana technologia SCI)
- zdolność wyłączenia prądów zwarciowych $I_{SCPV} = 1000 \text{ A}$
- wskaźnik działania / uszkodzenia w okienku kontrolnym
- funkcja zdalnej sygnalizacji – wykorzystanie wbudowanego bezpotencjałowego zestyku przełącznego



DEHN chroni.

Ochrona odgromowa, ochrona przed przepięciami, sprzęt bezpieczeństwa

DEHN POLSKA sp. z o.o.

ul. Poleczki 23, 02-822 Warszawa, tel. (22) 299-60-40 do 41, www.dehn.pl