

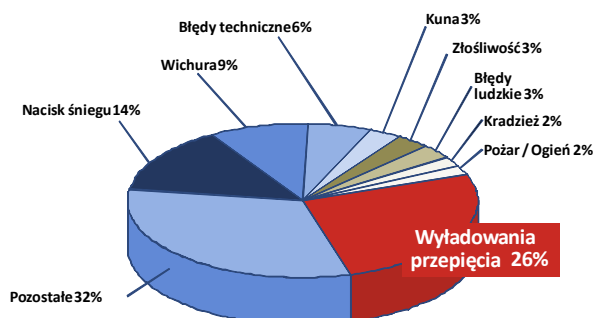
Ochrona przepięciowa systemów fotowoltaicznych - zasady doboru środków ochrony

Abstract. W artykule przedstawione zostały zagadnienia związane z doбором ograniczników przepięć w instalacjach fotowoltaicznych. Na podstawie zaleceń Towarzystw Ubezpieczeniowych oraz wytycznych operatorów sieciowych z krajów europejskich przedstawiono zalecenia dotyczące sposobu ochrony przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym (LEMP) dla instalacji fotowoltaicznych. Zwrócono również uwagę na zalecenia straży pożarnej związane z zagrożeniem pożarowym w obwodach prądu stałego instalacji PV.

Keywords: ogranicznik przepięć, instalacja fotowoltaiczna, zagrożenie pożarowe

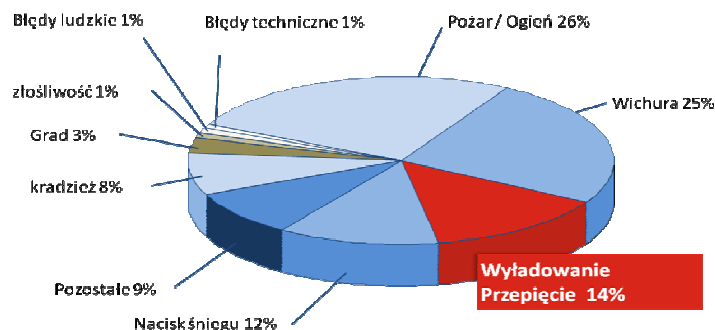
Bezawaryjne funkcjonowanie systemu ogniw i paneli na budynku przez okres wielu lat wymaga jednak zapewnienia im ochrony przed oddziaływaniem pioruna. Dotyczy to zarówno ochrony przed uszkodzeniem mechanicznym lub termicznym spowodowanym bezpośrednim uderzeniem pioruna jak też ochrony systemów sterowania przez oddziaływaniem LEMP (Lightning ElectroMagnetic Pulse).

Z roku na rok wzrasta liczba zainstalowanych instalacji PV, a tym samym rośnie prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzeń wywołanych przez wyładowanie piorunowe bezpośrednie lub pobliskie. Wyładowanie może być przyczyną przerwy w pracy instalacji będącej wynikiem uszkodzenia lub zniszczenia nie tylko samego panelu PV ale również spowodować uszkodzenia w innych instalacjach obiektu lub być źródłem pożaru.



Rys.1. Statystyka uszkodzeń instalacji PV w Niemczech wg ilości zdarzeń (dane z roku 2010)

Jak pokazują statystyki niemieckich towarzystw ubezpieczeniowych, wyładowania piorunowe i przepięcia stanowią ok. 26% wszystkich odnotowanych strat w zakresie instalacji PV. Pożary stanowią jedynie 2% rejestrowanych zdarzeń. W przypadku statystyk dotyczących wielkości wypłat z tytułu odszkodowań, pożary plasują się na pierwszym miejscu (26%) a przepięcia i wyładowania piorunowe pochłaniają ok. 14% wyłaczanych środków.



Rys.2. Statystyka uszkodzeń instalacji PV w Niemczech wg wielkości wypłat (dane z roku 2010)

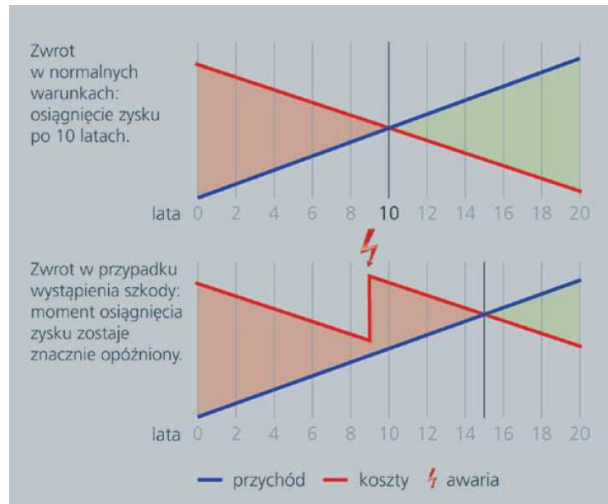
Można jednak spodziewać się że część przyczyn uszkodzeń związanych z przepięciami nie zawsze zostanie prawidłowo zinterpretowana i zaklasyfikowana [3]. Ekspert od mediów przemysłowych twierdzą, że problemy wynikające z czasowego występowania przepięcia kosztują amerykańskie firmy 26 miliardów dol. rocznie. Koszt ten obejmuje bezpośrednie uszkodzenia systemów dystrybucji energii elektrycznej, urządzeń elektronicznych, oprogramowania, narzędzi oraz straconą produktywność. Ponieważ przejściowe zakłócenia są krótkotrwałe, wiele takich zdarzeń może umknąć uwadze lub też zostać niewłaściwie zaklasyfikowanych, ponieważ niektóre mierniki pobierają mniej próbek, niż jest to konieczne do uzyskania reprezentatywnego obrazu sygnałów analogowych. Ponieważ uszkodzenia powstałe w wyniku chwilowych przepięć mogą nie być oczywiste, często przyczyna uszkodzenia urządzenia jest niewłaściwie diagnozowana i wprowadzana na formularzu szkody jako „nieznana”.

Problem zagrożeń przepięciami indukcyjnymi dostrzegają nie tylko firmy ubezpieczeniowe ale także dostawcy urządzeń dla systemów fotowoltaicznych. W roku 2012 jeden z wiodących dostawców falowników wprowadził na terenie Niemiec dla swoich klientów możliwość szybkiej zamiany uszkodzonych przekształtników na inne sprawne urządzenie (praktycznie możliwość podmiany występuje w okresie 24h). Jednak jak zaznaczono w warunkach gwarancji opcja ta nie dotyczy uszkodzeń przekształtników, które uległy uszkodzeniu w wyniku przepięć. Wydawany w Niemczech internetowy kwartalnik poświęconym badaniom i zapobieganiu szkodom „Schadenprisma w numerze 3/2011” zauważa, że częstymi przyczynami szkód w instalacjach fotowoltaicznych są także błędy projektowe i montażowe w zakresie ochrony odgromowej i przepięciowej.

Błędnie zaprojektowana wykonana ochrona odgromowa i przepięciowa może spowodować wzrost zagrożenia wystąpienia szkody w urządzeniu. W takim przypadku należy liczyć się z dodatkowymi kosztami wynikającymi nie tylko wymianą urządzeń ale również kosztami bankowymi (przy braku produkcji energii), kosztami ekspertyz (w spornych sprawach), kosztami utylizacji paneli.

Spowodowane przepięciami uszkodzenia przekształtnika powoduje dodatkowy wzrost kosztów inwestycyjnych. Tym samym jak widać z rys. 3 wpływa to na wydłużenie okresu zwrotu inwestycji. Dlatego coraz częściej zarówno producenci przekształtników, jak też instytucje finansowe kredytujące instalację oraz towarzystwa ubezpieczeniowe, wymagają zapewnienia odpowiednich środków ochrony. Z przedstawionych powyżej powodów warto więc rozważyć opłacalność wykonania ochrony odgromowej i przepięciowej systemów fotowoltaicznych.

VIII Konferencja Naukowo-Techniczna i-MITEL 2014



Rys.3. Wydłużenie okresu amortyzacji inwestycji instalacji PV wskutek uszkodzenia

Najczęściej w warunkach, kiedy instalacja PV zabudowana jest na dachu obiektu i tym samym jest wyeksponowana i zastosowanie urządzeń ograniczających przepięcia (SPD – ang. *Surge Protective Device*) wydaje się jedynym sensownym rozwiązaniem technicznym, mającym na celu ochronę instalacji przed niebezpiecznymi przepięciami. Odpowiedź na pytanie o wybór miejsca montażu i typu SPD nie jest łatwa bez dokładnej znajomości realnego stanu instalacji w obiekcie. Oprócz wielkości generatora PV (liczba stringów) oraz położenia falownika duże znaczenie mają też odpowiedzi na pytania:

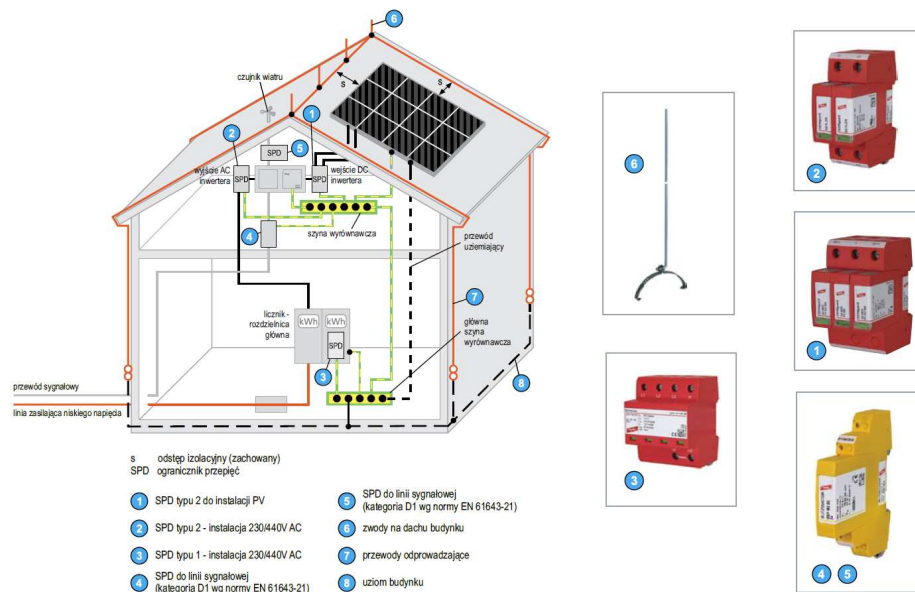
- czy budynek wyposażony jest w urządzenie piorunochronne,
- czy w związku z montażem instalacji PV wykonane zostanie urządzenie piorunochronne.

Związane jest to z problemem doboru odpowiedniego typu ograniczników przepięć (T1 lub T2) w instalacji AC i DC.

W budynkach bez urządzenia piorunochronnego (LPS) albo tam gdzie wymagany odstęp izolacyjny s pomiędzy panelami a elementami LPS jest zachowany do ograniczania przepięć dochodzących do przekształtnika należy zastosować specjalne SPD typu 2 przeznaczony do instalacji stałoprądowej. W obiektach gdzie wymagany odstęp izolacyjny s nie może być zachowany lub panel zainstalowany jest na dachu z metalowym pokryciem – zgodnie zapisem PN-EN 62305-3 – urządzenie PV powinno znaleźć się w przestrzeni ochronnej zwodów. Należy również wykonać dodatkowe połączenia wyrównawcze pomiędzy obudową paneli a układem zwodów. Przewody biegnące od modułu PV do wnętrza obiektu winny zostać zabezpieczone specjalnie do tego celu zaprojektowanymi SPD typu 1 (do pracy w obwodach DC instalacji PV).

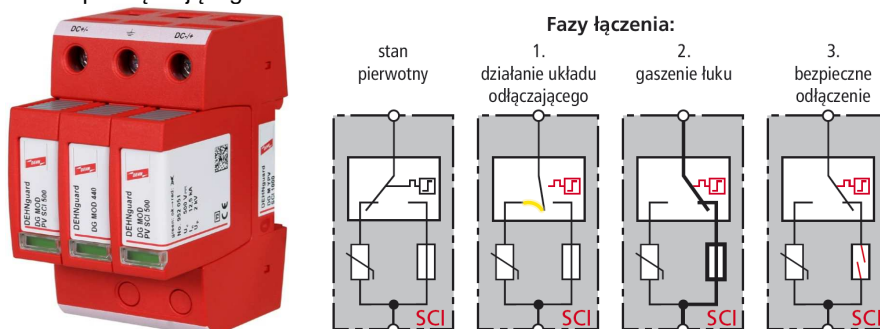
Kompleksowe potraktowanie zagadnienia ochrony odgromowej i przepięciowej może zapewnić ochronę i bezawaryjne działanie systemów fotowoltaicznych. Problem ochrony przepięciowej systemu PV dostrzegają nie tylko towarzystwa ubezpieczeniowe ale również producenci przekształtników do systemów PV. Przy stosowaniu dla klientów korzystnych warunków wymiany przekształtnika w przypadku awarii, producent nie

uwzględnia uszkodzeń spowodowanych przez przebiecia, a tym samym praktycznie wymusza stosowanie ochrony przepięciowej w obwodach DC oraz AC przekształtnika. Błędy w doborze elementów ochrony lub nie przestrzeganie zaleceń montażowych mogą prowadzić do powstania zagrożeń pożarowych w obiektach z systemami PV. Problem zaczął być na tyle poważny, że na terenie Niemiec Zrzeszenie Towarzystw Ubezpieczeniowych wydało specjalne publikacje dotyczące typowych błędów w instalacjach PV, a kilka instytucji (w tym też Straż Pożarna) powołało specjalny projekt związany z bezpieczeństwem pożarowym.



Rys.6. Schemat ochrony przepięciowej instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku z urządzeniem piorunochronnym izolowanym od instalacji PV wraz z przykładowymi ogranicznikami przepięć

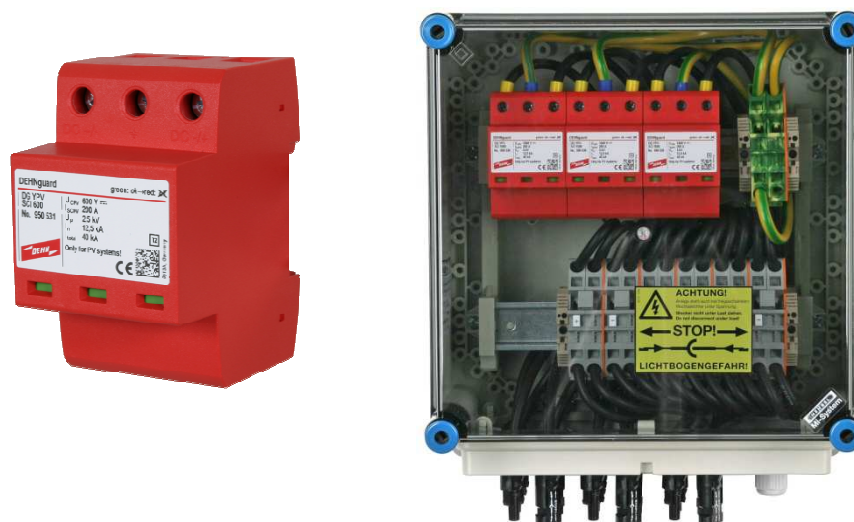
W ofercie firmy DEHN pojawiły się ograniczniki specjalnie zaprojektowane do ochrony urządzeń w instalacjach fotowoltaicznych. Pokazany na rys.7 ogranicznik wykony jest w postaci odpornego na błędy układu połączeń wewnętrznych Y i składającego się z trzech biegunów warystorowych (wyposażonych w opatentowany kombinowany układ odłączająco-zwierający). Rysunek pokazuje również schemat działania trójstopniowego układu przełączającego DC.



Rys.7. Ogranicznik przepięć typu 2 do ochrony obwodów prądu stałego - DEHNGuard®M YPV SCI

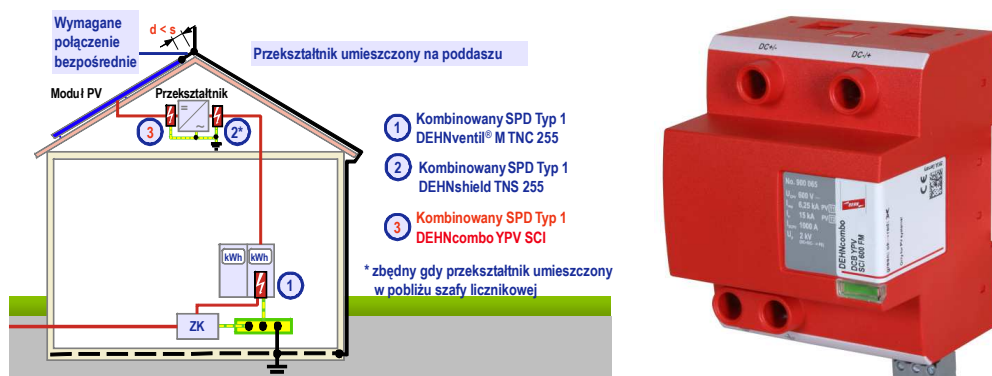
VIII Konferencja Naukowo-Techniczna i-MITEL 2014

Dzięki zastosowaniu specjalnego bezpiecznika w układzie zwierającym modułu, specjalnie przeznaczonego do instalacji PV, nie wystąpi łuk elektryczny przy odłączeniu się ogranicznika. Również w przypadku przeciążenia i zniszczenia ogranicznika zadziała układ przełączający, dzięki czemu nie wystąpi ryzyko pożaru. Przedstawiony na rys.7 ogranicznik może pracować w instalacjach o prądzie zwarcia do 2000 A DC (bez dodatkowego zabezpieczenia). Te modułowe ograniczniki wykonywane są na różne napięcia DC instalacji fotowoltaicznych od 150 V przez 600V i 1000V aż do 1200V. Istnieje również specjalna wersja modułowego ogranicznika przepięć na napięcie 1500V. W przypadku małych instalacji fotowoltaicznych, gdzie spodziewany prąd zwarcia po stronie DC nie przekracza wartości 200A do ograniczania przepięć dochodzących do przekształtnika można zastosować SPD typu 2 pokazany na rys. 7. Ogranicznik ten zaprojektowany został specjalnie do ochrony wejść DC falowników łańcuchowych (stringowych) oraz modułów PV (nie wymaga dodatkowego dobezpieczenia). Również w nim zastosowana została opatentowana technologia SCI (Short Circuit Interruption) która łączy skuteczną ochronę przepięciową, przeciwpożarową oraz zdrowia i życia ludzkiego w jednym urządzeniu. Zastosowanie w układzie zwierającym specjalnego bezpiecznika, przeznaczonego do instalacji PV, zapewnia bezpieczne przerwanie obwodu w przypadku przeciążenia i odizolowanie ogranicznika od instalacji.



Rys.8. Ogranicznik przepięć typu 2 do ochrony obwodów prądu stałego - DEHNGuard® YPV SCI - kompakt (wygląd oraz przykład montażu w skrzynce przyłączeniowej paneli PV - ochrona 3 stringów)

W niektórych obiektach wymagany odstęp izolacyjny s nie może być zachowany lub panele PV zainstalowane są na dachu z metalowym pokryciem. Zgodnie zapisem PN-EN 62305-3 – urządzenie PV powinno znaleźć się w przestrzeni ochronnej zwodów. Należy jednak wykonać dodatkowe połączenia wyrównawcze pomiędzy obudową paneli a układem zwodów. W takim przypadku – z uwagi na możliwość oddziaływania na instalację wewnątrz budynku części prądu piorunowego – przewody biegnące od modułu PV do wnętrza obiektu winny zostać zabezpieczone specjalnie do tego celu zaprojektowanymi SPD typu 1 (który na rysunku 9 został oznaczony numerem 3).



Rys.9. Przykładowe rozwiązanie ochrony przepięciowej dla budynku z urządzeniem piorunochronnym, odstęp bezpieczny s **nie jest** zachowany. Widok SPD typu 1 DEHNCombo DCB YPV – przeznaczonego do systemów PV (oznaczony nr 3)

DEHNCombo DCB YPV to specjalistyczny kombinowany ogranicznik przepięć typu 1 zapewnia ochronę obwodów DC o napięciu 600 V, 1000V lub 1500 V gdzie maksymalny prąd zwarcia nie przekracza 1000A (bez dobezpieczenia). Poprzez zastosowanie specjalnego bezpiecznika w układzie zwierającym ogranicznika specjalnie przeznaczonego do instalacji PV (technologia SCI), nie wystąpi łuk elektryczny przy odłączeniu się ogranicznika.

Zaprezentowane powyżej ograniczniki spełniają wymagania normy EN 50539-11 określającej wymagania dla urządzeń przeznaczonych do ochrony obwodów stałoprądowych instalacji PV.

Literatura

1. Sowa A, Wincencik K.: *Ograniczanie przepięć w instalacjach niskonapięciowych systemów fotowoltaicznych* „elektro.info” 7-8/2012.
2. DEHN chroni systemy fotowoltaiczne. Druk DS 109 - luty 2013.
3. Jon Bickel: *Identyfikacja problemów wynikłych z przejściowych przepięć w systemach energetycznych*. Utrzymanie Ruchu 3/2005 (wydanie internetowe).
4. 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

Autor: mgr inż. Krzysztof Wincencik; DEHN Polska Sp. z o.o.; ul. Poleczki 23, 02-822 Wa-wa, e-mail: krzysztof.wincencik@dehn.pl