

Nowa specyfikacja w ochronie przepięciowej

W odróżnieniu od klasycznych instalacji elektrycznych, w mieszkalnictwie i budownictwie funkcjonalnym normy produktowe i montażowe dla instalacji fotowoltaicznych nie są jeszcze kompletne we wszystkich punktach. W niniejszym artykule przedstawiamy opublikowaną we wrześniu 2010 roku specyfikację techniczną VDE V 0675-39-12. Dokument ten powinien być traktowany jako uzupełnienie norm z serii VDE 0100 oraz wsparcie dla użytkowników przy wyborze i zastosowaniu urządzeń ochrony przepięciowej w instalacjach PV.

Mgr inż. Jens Ehrler,
DEHN + SÖHNE

Montaż instalacji fotowoltaicznych stał się dla wielu firm elektrotechnicznych ważnym polem działania. Niesie to jednak ze sobą nie tylko zalety w postaci nowych modeli biznesowych i dodatkowych miejsc pracy, lecz także cały szereg nowych rodzajów ryzyka technicznego. O ile w przypadku klasycznych instalacji elektrycznych niskiego napięcia instalatorzy poruszają się po dobrze znanych obszarach, o tyle instalacje PV bardzo często są dla nich nowinką techniczną.

Nowe modele biznesowe – nowe ryzyko

Oczywiście, każdemu fachowcowi znane są zagrożenia związane z prądem elektrycznym, zarówno tym stałym, jak i zmiennym. Jednak parametry takie jak napięcie i natężenie nabierają nowej jakości w przypadku obsługi instalacji PV. Jest to spowodowane nie tylko tym, że napięcia w obwodzie generatora prądu PV sięgają 1000 V i więcej, lecz także charakterystyką tego źródła. Niezwykłość generatora PV jako źródła prądu stałego o wydajności zależnej od intensywności oświetlenia kryje zupełnie inne problemy związane z doborem urządzeń, które mają być montowane w takich instalacjach. Dotyczy to zarówno doboru urządzeń ochrony i rozdzielczych, jak i poszczególnych komponentów instalacji PV. Na podstawie liczby różnych dokumentów normalizacyjnych, które

zostały opublikowane w ostatnich miesiącach, można wywnioskować, jak wielkie jest zapotrzebowanie na nadrobienie braków w zakresie normalizacji w obszarze fotowoltaiki.

Normalizacja i specyfikacja

Z uwagi na duże zapotrzebowanie na informacje dotyczące systemów PV zostało sformułowanych lub jest w trakcie formułowania wiele wskazówek dotyczących zastosowania i specyfikacji technicznych, które przybliżają fachowcom właściwości instalacji PV. Jasne jest, że taka specyfikacja techniczna nie jest w stanie opisać wszystkich praktycznych przypadków dotyczących projektowania, montażu oraz obsługi instalacji PV. Należy też pamiętać, że taka specyfikacja przekazuje jedynie ogólny obraz opinii dominujących w momencie jej powstania. Jako przykład dokumentu należy wymienić opublikowaną we wrześniu 2010 roku specyfikację techniczną VDE V 0675-39-12 pt. „Urządzenia ochrony przepięciowej dla niskich napięć – Urządzenia ochrony przepięciowej dla zastosowań specjalnych łącznie z napięciem stałym – część 12: dobór i zasady zastosowania – Urządzenia ochrony przepięciowej do zastosowania w instalacjach fotowoltaicznych” [1]. Specyfikacja ta dotyczy ochrony instalacji fotowoltaicznych przed przepięciami spowodowanymi bezpośrednim lub pośrednim uderzeniem

Tab. 1. Schemat doboru ograniczników zgodnie z normą VDE V 0675-39-12:2010-09

LPS	odstęp s zachowany	SPD RG	I ₁ RG-WR	SPD AC WR	SPD DC WR	I ₂ WR – moduł końcowy	SPD DC moduł
tak	tak	T1	< 10 m	-	T2 ¹⁾	< 10 m	-
tak	tak	T1	< 10 m	-	T2 ¹⁾	> 10 m	T2 ¹⁾
tak	tak	T1	> 10 m	T2	T2 ¹⁾	> 10 m	T2 ¹⁾
tak	tak	T1	> 10 m	T2	T2 ¹⁾	< 10 m	-
tak	nie	T1	< 10 m	-	T2 ¹⁾	< 10 m	-
tak	nie	T1	< 10 m	-	T1 ¹⁾	> 10 m	T1 ¹⁾
tak	nie	T1	> 10 m	T1	T1 ¹⁾	> 10 m	T1 ¹⁾
tak	nie	T1	> 10 m	T1	T2 ¹⁾	< 10 m	-
nie	-	T2	< 10 m	-	T2 ¹⁾	< 10 m	-
nie	-	T2	< 10 m	-	T2 ¹⁾	> 10 m	T2 ¹⁾
nie	-	T2	> 10 m	T2	T2 ¹⁾	> 10 m	T2 ¹⁾
nie	-	T2	> 10 m	T2	T2 ¹⁾	< 10 m	-

LPS: budynek z urządzeniem piorunochronnym

odstęp s zachowany: odstęp izolacyjny między instalacją PV a elementami LPS

SPD RG: SPD w miejscu montażu licznika/ w rozdzielnicy głównej

I1 RG-WR: długość przewodu między rozdzielnicą główną a falownikiem

SPD AC WR: SPD na wyjściu prądu zmiennego falownika

SPD DC WR: SPD na wejściu prądu stałego falownika

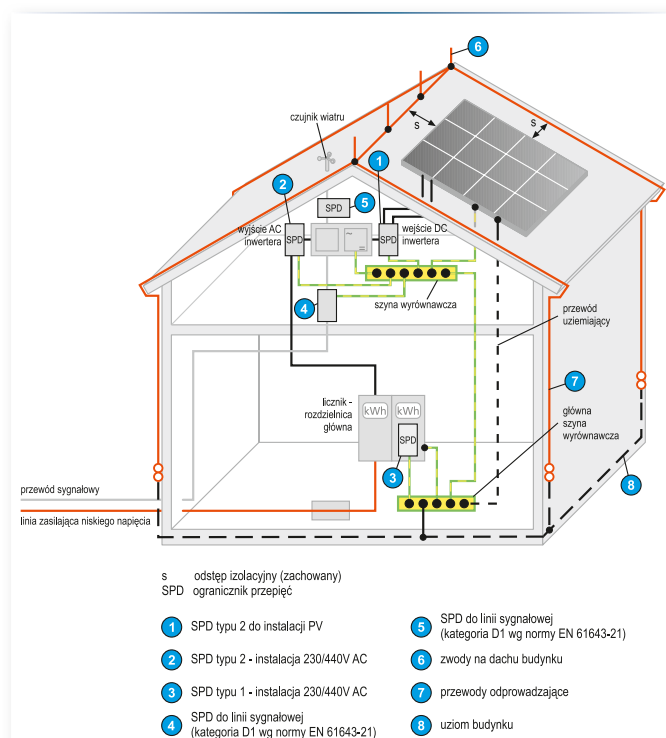
I2: długość przewodu między falownikiem i modułami PV

SPD DC moduł: SPD bezpośrednio przed modułami

T1: SPD typu 1

T2: SPD typu 2

¹⁾ SPD muszą być dostosowane do montażu w instalacjach PV



Rys. 1. Przykład montażu ograniczników przepięć (SPD) w budynku z wewnętrznym systemem ochrony odgromowej



Rys. 2. Ochrona przepięciowa w szafce przyłączeniowej generatora PV

pioruna. Uzupełnia ona ustalenia odnoszące się do instalacji PV w budynkach, zawarte w obowiązujących normach instalacyjnych serii VDE 0100 i normach ochrony odgromowej VDE 0185.

Ochrona przepięciowa instalacji fotowoltaicznych

Najważniejsze pytanie pojawiające się w kontekście ochrony przepięciowej w instalacjach PV dotyczy tego, czy instalacja fotowoltaiczna wymaga w ogóle jakiejś specjalnej ochrony przepięciowej. W warunkach, kiedy instalacja PV jest wyeksponowana i istnieje tylko ograniczona możliwość ekranowania elektromagnetycznego, zastosowanie urządzeń ograniczających przepięcia (SPD – ang. *Surge Protective Device*) zdaje się jedynym sensownym rozwiązaniem technicznym, mającym na celu ochronę instalacji przed niebezpiecznymi przepięciami.

Wybór miejsca montażu i typu SPD nie jest łatwy bez znajomości realnego stanu instalacji w obiekcie. Oprócz wielkości generatora PV (liczby stringów) oraz położenia falownika duże znaczenie mają też następujące czynniki:

- czy budynek ma urządzenie piorunochronne,
- czy w związku z montażem instalacji PV wykonane zostanie urządzenie piorunochronne,
- który typ ograniczników przepięć (T1 lub T2) zostanie użyty.

Na rys. 1 przedstawiony został przykładowy schemat ochrony przepięciowej instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku z urządzeniem piorunochronnym izolowanym od instalacji PV. „Izolowany” oznacza w tym kontekście, że nie ma połączeń między metalowymi elementami instalacji PV a urządzeniem piorunochronnym oraz że zachowany jest minimalny odstęp izolacyjny, zgodnie z normą ochrony odgromowej [2]. Ten minimalny odstęp izolacyjny musi być wyliczony dla każdego budynku oddzielnie na podstawie wymiarów budynku i zewnętrznej ochrony odgromowej. We współczesnych budynkach wynosi on zazwyczaj około kil-

kudziesięciu centymetrów. Jeżeli odstęp izolacyjny nie może być zachowany, należy wykonać połączenie między metalowymi elementami instalacji PV i elementami zewnętrznego LPS. W zależności od tego, czy instalacja PV znajduje się w obszarze chronionym przez urządzenie piorunochronne i czy opisany powyżej odstęp izolacyjny jest zachowany, wybiera się odpowiedni typ SPD do ochrony wejść DC i AC falownika. Specyfikacja techniczna [1] zaleca dobór ograniczników zgodnie z rys. 1.

W przypadku instalacji fotowoltaicznych o większej powierzchni potrzebna jest – jak to przedstawiono w tab. 1 – dodatkowa ochrona przepięciowa w obszarze modułów PV, oprócz ochrony przepięciowej wejść falownika i w rozdzielnicę głównej. Typowe wykonanie takich połączeń ochrony pokazuje rys. 2.

Do ochrony falownika (po stronie prądu zmiennego) w rozdzielnicę głównej budynku można stosować ograniczniki odpowiadające normie produktowej VDE 0675-6-11 (rys. 3 i rys. 4). Szczególną uwagę należy jednak zwrócić na ochronę przepięciową w stałoprądowym obwodzie instalacji PV – obwodzie generatora prądu [3]. Specyfikacja techniczna wyraźnie wskazuje na to, że stosowane tam ograniczniki muszą być dostosowane do pracy w fotowoltaicznych systemach zasilających. W przypadku wystąpienia przeciążenia muszą one być wyposażone w odpowiednie systemy zabezpieczeń, które umożliwią bezpieczne odłączenie ogranicznika od instalacji DC. Na rys. 5 pokazany został wewnętrzny układ połączeń specjalnego ogranicznika typu 2 do zastosowań w instalacjach PV z trzystopniowym systemem przełączeniowym prądu stałego (system SCI) [4].

Przy doborze ograniczników dla obwodu generatora prądu PV należy zwrócić szczególną uwagę, aby napięcie ogranicznika pracy było większe niż występujące w obwodzie PV maksymalne napięcie stałe.

Ponieważ instalatorowi nie zawsze uda się określić możliwe napięcie maksymalne z uwzględnieniem różnych czynników wpły-



Rys. 3. Ogranicznik hybrydowy typu 1 DEHNventil z technologią iskriernikową Radax Flow do zastosowania w obszarze przedlicznikowym

czającego odstępu izolacyjnego między instalacją fotowoltaiczną a elementami zewnętrznego LPS. W tym miejscu należy nadmienić, że specyfikacja techniczna, mając na celu proste przedstawienie problemu, wychodzi zawsze z następujących założeń:

- falownik znajduje się w bezpośredniej bliskości generatora PV w obszarze dachu,
- przewody prądu stałego między falownikiem a modułami PV są nie dłuższe niż 10 m,
- dodatkowy przewód uziemiający łączy metalowe elementy instalacji PV z główną szyną uziemiającą budynku.

W praktyce dochodzi często do różnych wariacji opisanych powyżej przykładów zastosowań, z czego może wynikać znacznie większa możliwość doboru i montażu ograniczników przepięć.

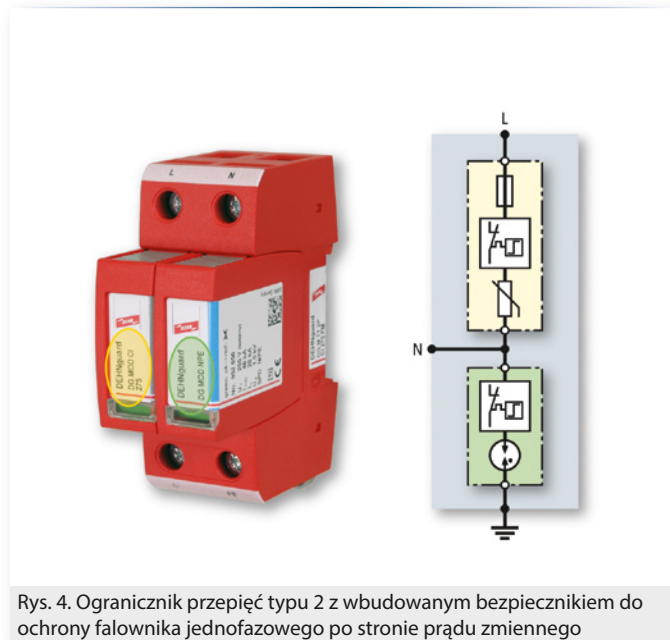
Oprócz zaleceń dotyczących wykonania sieci wyrównania potencjałów, łączącej poszczególne elementy instalacji, opisywana tu specyfikacja techniczna daje także wskazówki odnośnie do uwzględnienia koniecznego poziomu ochrony oraz koordynacji energetycznej ograniczników między sobą i z chronionymi urządzeniami. Ograniczniki przepięć typu 1 zbudowane na bazie iskierników wytrzymują doskonale obciążenia powstałe przy przepływie przez nie części prądów piorunowych. Związana z ich trybem pracy charakterystyczna funkcja „łamania fali” umożliwia koordynację energetyczną z montowanymi za nimi ogranicznikami przepięć na bazie warystora (rys. 3).

Specyfikacja techniczna opisuje nie tylko kwestię doboru ograniczników, lecz także wymogi dotyczące ich konserwacji. Zgodnie z tymi wymogami należy je dobierać i montować w taki sposób, aby można je było kontrolować. Zaleca się też, by ograniczniki były wyposażone w moduł zdalnej sygnalizacji, aby umożliwić stałe nadzorowanie ich działania.

Szpeciallynie w przypadku większych, rozległych przestrzeni instalacji PV ważne są dodatkowe podzespoły elektroniczne i moduły komunikacyjne do sterowania i kontroli poprawności pracy elektrowni. W związku z tym przytaczana tu wielokrotnie specyfikacja techniczna wskazuje na to, że szeroko pojmowana strefowa koncepcja ochrony przepięciowej powinna uwzględniać kwestie ochrony przepięciowej również i tych elementów (rys. 1) [5].

wających na jego pomiar, takich jak temperatura otoczenia, specyfikacja techniczna zaleca, aby napięcie trwałej pracy ograniczników przepięć było większe lub równe 1,2 wartości standaryzowanego napięcia jałowego U_{OC_STC} . Informację o tym parametrze instalator uzyskuje od producenta modułów instalacji fotowoltaicznej.

Analogicznie do przykładów zastosowań przedstawionych na rys. 1, specyfikacja techniczna opisuje (na sześciu rysunkach) typowe przykłady aplikacji, z którymi instalatorzy najczęściej spotykają się w praktyce: począwszy od instalacji na budynku bez urządzenia piorunochronnego, aż po instalacje nieposiadające wystar-



Rys. 4. Ogranicznik przepięć typu 2 z wbudowanym bezpiecznikiem do ochrony falownika jednofazowego po stronie prądu zmiennego



Rys. 5. Ogranicznik przepięć typu 2 dla instalacji PV z odpornym na usterki układem połączeń Y i trzystopniowym przelącznikiem prądu stałego (system SCI)

Podsumowanie

O ile w przypadku klasycznych instalacji elektrycznych w budownictwie mieszkaniowym i funkcjonalnym normy produktowo-montażowe zostały drobiazgowo opracowane pod kątem technicznym, o tyle instalacje PV nie doczekały się jeszcze kompletnej normalizacji. W chwili obecnej eksperci ze wszystkich branż powiązanych z PV pracują nad tym, aby cała specyfika dotycząca instalacji fotowoltaicznych znalazła pełne odzwierciedlenie w zapisanych normach.

Prezentowana tutaj specyfikacja techniczna VDE V 0675-39-12 z września 2010 roku powinna być traktowana jako uzupełnienie

norm z serii VDE 0100 wspierających projektantów i instalatorów przy wyborze i użytkowaniu urządzeń ochrony przepięciowej w instalacjach PV. Tylko dzięki szerokiej wiedzy na temat instalacji fotowoltaicznych możliwy jest profesjonalny dobór i zastosowanie środków ochrony odgromowej i przepięciowej, zapewniający skuteczną ochronę podjętej inwestycji.

Autor jest kierownikiem projektu w firmie DEHN + SÖHNE w Neumarkt (Niemcy).

Artykuł ukazał się w magazynie „ep Photovoltaik”, nr 11–12/2010.

Literatura

- [1] DIN CLC/TS 50539-12 (VDE V 0675-39-12): 2010-09: Urządzenia ochrony przepięciowej dla niskiego napięcia – urządzenia ochrony przepięciowej do zastosowań specjalnych łącznie z napięciem stałym. Część 12: dobór i zasady zastosowania – urządzenia ochrony przepięciowej do zastosowania w instalacjach fotowoltaicznych, VDE-Verlag, Berlin/Offenbach, Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- [2] DIN EN 62305-1 (VDE 0185-305-1): 2006-10: Ochrona odgromowa. Część 1: zasady ogólne. DIN EN 62305-2 (VDE 0185-305-2): 2006-10: Ochrona odgromowa. Część 2: zarządzanie ryzykiem. DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3): 2006-10: Ochrona odgromowa. Część 3: ochrona budynków i osób. DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4): 2006-10: Ochrona odgromowa. Część 4: systemy elektryczne i elektroniczne w budynkach, VDE-Verlag, Berlin/Offenbach, Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- [3] Zahlmann, P., Birkel, J.: *Specyficzne wymagania odnośnie urządzeń ochrony przepięciowej instalowanych po stronie prądu stałego w generatorach PV*. 30. Międzynarodowa Konferencja Ochrony Odgromowej – ICLP 2010, Cagliari, Włochy – 13–17.09.2010.
- [4] Ehrler, J.: *Urządzenia ochrony przepięciowej dla instalacji fotowoltaicznych*. Magazyn ep Photovoltaik nr 1/2–2010.
- [5] DEHN + SÖHNE: Publikacja firmowa DS109/03.10: DEHN chroni instalacje fotowoltaiczne.